



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

SANDRA REGINA BRUNELLI

**FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO E
FITASE NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS E FRANGOS
DE CORTE**

Londrina
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

SANDRA REGINA BRUNELLI

**FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO E
FITASE NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS E FRANGOS
DE CORTE**

Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutor em Ciência Animal (área de concentração
em Produção Animal) da Universidade Estadual
de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. João Waine Pinheiro

Londrina
2009

SANDRA REGINA BRUNELLI

**FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO E FITASE
NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS E FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal (área de concentração em Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. João Waine Pinheiro
Universidade Estadual de Londrina (UEL)
(Orientador)

Prof^o Dr. Caio Abércio da Silva
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Leandro das Dores Ferreira da Silva
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Alice Eiko Murakami
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Londrina, 2009

OFEREÇO

Aos meus filhos (Mateus e Gabriel) pela
compreensão e amor que me sustentaram nos
momentos mais difíceis.

DEDICO

Aos meus pais (Mansueto e Décia), as minhas irmãs
(Ivone, Melânia e Maristela) e ao meu esposo
(Waldemar) pelo apoio e carinho e por sempre estarem
ao meu lado em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela oportunidade da vida e de poder vivê-la intensamente, pelas graças sempre atendidas, pela proteção para comigo e toda minha família e amigos.

À Universidade Estadual de Londrina pelo curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao amigo, Prof. Dr. João Waine Pinheiro pela orientação e transmissão de conhecimentos nesses seis anos de convívio e principalmente pela confiança, compreensão e amizade.

Aos professores, Dr. Caio Abércio da Silva, Dr. Alexandre Oba, Dra. Nilva Apararecida Nicolao Fonseca e Dra. Ana Maria Bridi pela amizade e apoio durante esta caminhada.

Ao Professor Dr. Amauri Alfieri pela grande dedicação como Coordenador do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação que passaram de maneira dedicada seus conhecimentos.

Aos funcionários e responsáveis pelo Laboratório do TAM, pelo auxílio e atenção dispensada.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal: Rogério e Tânia pelo auxílio nas análises laboratoriais, pela amizade e principalmente pelas boas risadas curtidas juntos.

Às secretárias Edilaine e Helenice pela atenção, amizade e apoio dispensado.

Aos funcionários da Fazenda Escola: Sr. Pedro, Sr. Mauro, Sr. Antonio, Jorge e Inácio pela dedicação, apoio e pela grande amizade.

Aos amigos da Pós, especialmente a Carlos Henrique, Michele, Ana, Mara, Saulo e Bruno.

Aos meus irmãos, cunhados, sobrinhos e sobrinhas, que mesmo distante me deram apoio.

Aos amigos Gilberto, Divino, Rosana, Rose, Adriana, Celina, Margarida, Gisele, Federico, Raquel, Cida Valério, Zeneide, Sueli, Maria Inês, Valdenício, Rui e Patrícia.

A todos os alunos de iniciação científica, pela colaboração e dedicação dispensadas na execução deste trabalho, especialmente Michely, Letícia, Viviane, Thales, Lara, Camila, Marina, Carina, Louise, Evelyn, Jamile, Natália e Daniella.

As empresas, Caramuru Óleos Vegetais LTDA pelo fornecimento do farelo de gérmen de milho desengordurado e a BASF S.A. pelo fornecimento da enzima FITASE.

E a todas as outras pessoas que estiveram ao meu lado nesta caminhada.

Muito Obrigado a todos!

BRUNELLI, S. R. **Farelo de gérmen de milho desengordurado e fitase na alimentação de poedeiras e frangos de corte.** 2009. 97f. Tese (Doutorado em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO – Foram realizados três experimentos, dois com poedeiras e um com frangos de corte, no setor de avicultura da Universidade Estadual de Londrina, com objetivo de investigar os efeitos da inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e da enzima fitase na ração sobre o desempenho, qualidade dos ovos e da carne. No primeiro experimento foram utilizadas 240 poedeiras Hy-Line W36 no período de 28 e 44 semanas de idade, distribuídas em seis tratamentos experimentais com níveis crescentes de FGMD (0, 6, 12, 18, 24 e 30%), com cinco repetições de oito aves cada. No segundo experimento foram utilizadas 360 poedeiras da mesma linhagem e idade do experimento anterior, distribuídas em nove tratamentos (arranjo fatorial 3x3), três níveis de inclusão do FGMD (0%, 12% e 30%) e três níveis de fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg de ração), com cinco repetições por tratamento. Os períodos experimentais tiveram a duração de quatro ciclos de 28 dias cada, em que foram avaliados os parâmetros de desempenho (consumo de ração, produção de ovos, peso médio do ovo, massa de ovo e conversão alimentar) e de qualidade dos ovos (gravidade específica, índice de pigmentação da gema, porcentagem de gema e albúmen, porcentagem e espessura da casca e Unidade Haugh). Ao final do segundo experimento, foi abatida uma ave por parcela experimental, a fim de analisar o teor de cálcio e fósforo na tíbia. O terceiro experimento foi realizado com 300 pintos de corte machos da linhagem “hybro”, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado em que uma ração contendo milho, farelo de soja e FGMD, suplementada com dois níveis de fitase (750 e 1500 FTU/kg), constituindo em três rações experimentais com 10 repetições cada. Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito da fitase sobre o desempenho, rendimento de carcaça e oxidação lipídica do músculo do peito e da coxa. No primeiro e no segundo experimento foi observado efeito negativo dos níveis de FGMD nas rações sobre o consumo de ração e índice de pigmentação da gema. Estes resultados indicam que o FGMD pode ser incluído em até 21,2% na ração de poedeiras leves. A fitase influenciou de forma positiva a pigmentação da gema e para as demais características de desempenho e qualidade de ovos não foram observadas efeitos da inclusão de FGMD e fitase. Em frangos de corte observou-se efeito linear crescente da oxidação lipídica do músculo do peito e da coxa refrigerada em função dos níveis de fitase, indicando que a adição de até 1500 FTU/kg de ração em dietas contendo milho, farelo de soja e FGMD não

alteraram as características de desempenho e rendimento de carcaça, mas diminuí a estabilidade lipídica da carne refrigerada.

Palavras-chave: ácido fólico, alimento alternativo, enzima, produção de ovos, TBA

BRUNELLI, S. R. **Defatted corn germ meal and phytase in alimentation of laying hens and broiler chickens.** 2009. 97f. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT: Three experiments were conducted, two with laying hens and one with broiler chickens, in aviculture section of Universidade Estadual de Londrina, with the objective to examine the effects of inclusion of defatted corn germ meal (DCGM) and phytase enzyme in the ration on productive performance, egg and meat quality. In the first experiment 240 laying hens (Hy-line w36) with 28 and 44 weeks of age were distributed in six experimental treatments with crescent levels of DCGM (0, 6, 12, 18, 24 and 30 %) in five repetitions with eight birds each. The second one was similar, however with 360 laying hens, the same genetic and age, distributed in nine treatments (factorial disposition 3x3), three levels of inclusion of FGMD (0%, 12% and 30%) and three levels of phytase (0, 500 and 1000 FTU/kg of ration) with five repetitions per treatment. The experimental periods had four cycles of 28 days each, were evaluated the parameters of performance (feed intake, egg production, egg weight and feed conversion) and the egg quality (egg specific gravity, yolk color, yolk and albumen percentages, shell percentages, shell thickness and Haugh Unity). At the end of the second experiment, one bird per experimental parcel was slated to analyse the calcium and phosphorus contents in tibia. The third experiment was carried with 300 broilers “Hybro” with four days of age, distributed in a completely randomized design where the ration containing corn, soybean meal and DCGM was supplemented with two levels of phytase (750 and 1500 FTU/kg), in three experimental treatments with ten repetitions each one, to analyse the effect of phytase about productive performance, carcass yield and lipid oxidation of bread and breast muscle. On the first had negative effect of crescent levels of DCGM in the ration on feed intake and yolk color of laying hens denoting that the DCGM can be included until 21,2% in the diet. On the second experiment was observed that the DCGM had negative effect on feed intake and yolk color. The phytase had positive influence on the yolk color and the other characteristics of performance but to the eggs quality there was no effect of enzyme addition. On broiler chickens were observed crescent linear effect of lipidic oxidation of refrigerated bread and breast muscle in function of levels of phytase, indicating that the addition until 1500 of phytase/kg of ration in diets content corn, soybean meal and DCGM did not alter the performance characteristic and carcass yield, but reduce the lipidic stability of the refrigerate meat.

Key words: alternative feed egg production, enzyme, phytic acid, TBA

LISTA DE FIGURAS

Revisão de literatura

Figura 1. Corte longitudinal de um grão de milho demonstrando endosperma, germe (embrião) e pericarpo	15
Figura 2. Estrutura do ácido fítico	17

LISTA DE TABELAS

Artigo 1.

Farelo de gérmen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade

Tabela 1. Composição das rações experimentais	44
Tabela 2. Desempenho de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD)	47
Tabela 3. Qualidade do ovo de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD)	51

Artigo 2.

Efeito de diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado em dietas suplementadas com fitase para poedeiras comerciais

Tabela 1. Composição das rações experimentais	59
Tabela 2. Desempenho de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e fitase	62
Tabela 3. Efeito dos diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e fitase na ração de poedeiras sobre a qualidade dos OVOS.....	66
Tabela 4. Concentração de cálcio, de fósforo e relação de cálcio: fósforo na tíbia de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e fitase na ração de poedeiras	67

Artigo 3.

Efeito da adição de fitase na ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e oxidação lipídica do músculo da coxa e do peito de frangos de corte

Tabela 1. Composição das rações experimentais para o período inicial, crescimento e final	77
Tabela 2. Efeito dos níveis de fitase na ração sobre ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte nos períodos de 4 a 21, 22 a 42 e de 4 a 42 dias de idade	79
Tabela 3. Valores médios de peso ao abate e rendimento da carcaça, de peito, coxa, pernas, asa e de carne nobre de frangos de corte em função dos níveis de adição de fitase na ração	81
Tabela 4. Efeito dos níveis de fitase na ração sobre os valores de TBARS (mg/kg de carne) no músculo do peito e da coxa dos frangos	81

LISTA DE GRÁFICOS

Artigo 1.

Farelo de gérmen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade

Gráfico 1. Conversão alimentar de poedeiras comerciais em função dos níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD)	50
--	----

Artigo 3.

Efeito da adição de fitase na ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e oxidação lipídica do músculo da coxa e do peito de frangos de corte

Gráfico 1. Valores de TBARS da coxa e do peito resfriado de frangos de corte em função dos níveis de fitase na ração.....	82
---	----

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	08
LISTA DE TABELAS	08
LISTA DE GRÁFICOS	09
RESUMO	10
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Milho	15
2.2. Farelo de gérmen de milho desengordurado	16
2.3. Ácido fítico	17
2.3.1 Aspectos gerais	17
2.3.2 Considerações nutricionistas do ácido fítico	18
2.4 Fitase	21
2.4.1. Aspectos Gerais	21
2.4.2. Fitase na dieta de frangos	24
2.4.3. Fitase na dieta de poedeiras	27
Literatura citada	31
3. OBJETIVOS	
3.1. Objetivo Geral	39
3.2. Objetivos Específicos	39
4. ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO	
Farelo de gérmen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade	
Resumo	40
Abstract	41
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	46
Conclusão	52
Literatura citada	53

Efeito de diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado em dietas suplementadas com fitase para poedeiras comerciais

Resumo	55
Abstract	56
Introdução.....	57
Material e Métodos.....	58
Resultados e Discussão.....	62
Conclusão	69
Literatura citada	70

Efeito da adição de fitase na ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e oxidação lipídica do músculo da coxa e do peito de frangos de corte

Resumo	73
Abstract	74
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	76
Resultados e Discussão.....	78
Conclusão	83
Literatura citada	84

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 87

6. ANEXOS

Normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia	88
---	----

1. INTRODUÇÃO

A energia e a proteína são componentes importantes na formulação de ração para aves. Os aumentos verificados nos custos das rações se devem basicamente ao valor da energia. O milho é o insumo com maior proporção quantitativa (55-66%) e o principal ingrediente fornecedor de energia nas rações de frangos e de galinhas poedeiras, o que tem incentivado os nutricionistas a desenvolverem pesquisas na busca de alimentos substitutivos a este grão.

O farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) é um subproduto resultante do processamento industrial para a extração do óleo do gérmen do milho. O gérmen de milho após ser retirado do grão, na moagem úmida, é seco e o seu óleo é retirado por prensagem (Dermachi, 1998) ou solvente hexano (Leal, 2000). Apresenta valor energético e concentração de xantofila inferior ao milho e quantidade de fibra bruta e ácido fítico superior, o que pode limitar o seu uso na alimentação das aves. Por apresentar baixo valor energético o seu uso na ração requer adição de gordura, o que altera de modo positivo os parâmetros de desempenho e de modo negativo o preço final da ração.

Na utilização de fontes alimentícias alternativas ao milho é importante verificar a sua capacidade de conferir pigmentação à gema dos ovos e à pele de frangos, que é influenciada pela sua quantidade de xantofila (Acker & Cunningham, 1991). O valor médio de xantofila do grão de milho (20,09 $\mu\text{g/g}$) é superior ao do gérmen de milho (1,8 $\mu\text{g/g}$) (Moros et al., 2002).

Segundo Rodrigues et al. (2001a), outro fator que pode limitar o uso do FGMD na alimentação de aves é a sua concentração de fibra bruta (2,78%). O elevado conteúdo de fibra na ração reduz a sua energia, aumenta o trânsito da digesta (Van Soest, 1985), reduzindo a digestibilidade dos nutrientes.

O FGMD também possui alta concentração de ácido fítico, sendo um aspecto negativo para o seu uso na alimentação de monogástricos. Harbach et al. (2007) e Fukuji et al. (2008) quantificaram o teor de ácido fítico do FGMD em aproximadamente 2,84%.

O ácido fítico (mio-inositol hexafosfato) é um componente encontrado na maioria dos vegetais e, devido a sua habilidade de formar complexos insolúveis com importantes minerais (cálcio, ferro, zinco e magnésio) e influenciar de forma negativa a utilização da energia e da proteína, é considerado como fator antinutricional (Kornegay, 1996; Ravindran et al., 2006; Selle & Ravindran, 2007), podendo afetar a produção e a qualidade dos ovos e da carne dos frangos (Ravindran et al., 1999).

Na indústria alimentícia o ácido fítico é usado como antioxidante natural devido a sua capacidade de quelar o ferro (Lee & Hendricks, 1995; Leal, 2000; Soares et al., 2004a; Harbach et al., 2007).

A adição da fitase em rações à base de milho e farelo de soja melhora o aproveitamento do fósforo fítico e dos demais nutrientes complexados, entre eles o ferro, liberando-os e tornando-os disponíveis para a absorção intestinal.

Com o objetivo de investigar os efeitos da inclusão do FGMD e da fitase em rações de aves, três experimentos foram realizados, dois com poedeiras e um com frangos de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Milho

O milho (*Zea mays*) é um cereal originário da América, pertence ao gênero botânico *Zea* e compreende várias espécies. É o segundo cereal mais produzido no mundo (Johnson, 1995). Os Estados Unidos da América, China e Brasil são, na sequência, os principais produtores deste cereal (Paes, 2006).

O milho é a principal fonte energética na ração das aves, compondo cerca de 60% da dieta, fornecendo aproximadamente 65% da energia metabolizável e de 20 a 33% da proteína total. Contém 8,26% de proteína, 3,61% de extrato etéreo e 1,73% de fibra bruta. Possui 0,24% de fósforo total, dos quais somente 33% estão disponíveis para as aves, e o restante (67%) está na forma de fósforo fítico ou fitato, com baixa disponibilidade para frangos e galinhas poedeiras (Rostagno, 2005).

O seu grão é constituído por três partes principais: aleurona, endosperma e germe (Figura 1), representando 6,0; 82,9 e 11,1% do seu peso, respectivamente.

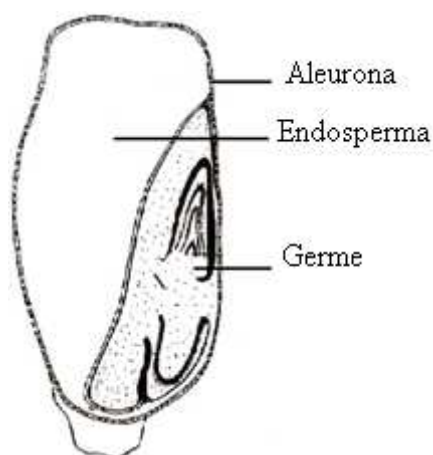


Figura 1. Corte longitudinal de um grão de milho demonstrando endosperma, germe (embrião) e pericarpo (Adaptado de: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985)

Aleurona é a película externa do grão e serve para protegê-lo. O endosperma, a principal reserva de energia, é constituído em 90% por amido e 7% por glúten, sendo os 3% remanescentes constituídos por pequenas quantidades de óleo e alguns traços de outros constituintes (Wignez & Bose, 2000). O germe apresenta alto teor de lipídios (33,2%) e proteína (18,4%), baixo teor de amido (8%) (Johnson, 1995) e de xantofila (1,8 µg/g) (Moros et al., 2002), e quantidades significativas de ácido fítico, ácido nicotínico, riboflavina, ácido pantotênico e vitamina E (Fancelli & Lima, 1982; Johnson, 1995).

Estudando 11 híbridos de milho, Fukuji et al. (2008) observaram que o teor de ácido fítico do endosperma variava entre 0,051 e 0,19% e do gérmen de 6,65 a 9,33 %.

A maior concentração energética do milho está no endosperma, que é composto principalmente por amilopectina, e no gérmen, que contém grande quantidade de óleo. A proteína no milho ocorre principalmente como prolamina (zeína) que é deficiente em lisina e triptofano, não sendo ideal para aves (Paes, 2006). O milho é rico em xantofila (pigmentos amarelo-alaranjados), normalmente contendo 20,09 µg/grama (Moros et al., 2002). A pigmentação da gema e da pele do frango é influenciada pela quantidade deste pigmento na dieta (Acker & Cunningham, 1991).

A indústria tem agregado valor ao grão através da moagem, que pode ser feita por via seca ou úmida. A moagem a seco não requer muita tecnologia e origina produtos destinados à alimentação humana. Na moagem úmida, devido à alteração desfavorável na qualidade organoléptica (Kireeff, 1982), os produtos obtidos são destinados à alimentação animal (Nielsen et al., 1973).

2.2. Farelo de gérmen de milho desengordurado

Na produção avícola brasileira, o milho constitui-se em principal fornecedor de energia, sendo a matéria prima de maior uso. Em média, 82% da produção nacional do grão são utilizadas na fabricação de rações animais (Godoy, 2002), despertando o interesse por alimentos substitutivos, principalmente os subprodutos da agroindústria.

Na indústria, para obter o óleo de milho, o grão é limpo e degerminado através da moagem úmida. O gérmen passa por moagem, peneiração, peletização e secagem, e na sequência, o seu óleo é extraído, obtendo-se o gérmen Lex que após ajuste dos seus níveis de minerais é novamente peletizado, originando o farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) (Leal, 2000).

O farelo de gérmen de milho desengordurado é um produto com potencial para substituir o milho na alimentação das aves (Rostagno, 2001; López et al., 2003). Possui concentrações superiores ao milho em cálcio, fósforo, ferro e selênio (Brum et al., 1999; Rodrigues et al., 2001ab). Os valores protéicos e energéticos do FGMD foram determinados por Rodrigues et al. (2001a) e Brunelli et al. (2006) como sendo 10,85 e 9,85% PB e 2448 e 2413 kcal de EMAn/kg de matéria natural, respectivamente. Com galos adultos cecectomizados, Rodrigues et al. (2001b) observaram menor coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos de FGMD em relação aos do milho, principalmente da metionina, da lisina e do triptofano, o que atribuíram ao elevado teor de fibra do alimento.

Brunelli et al. (2006) constataram que o FGMD pode compor 20% da ração dos frangos sem comprometer o desempenho e as características da carcaça. Em suínos pode compor entre 40 a 45% da ração (Moreira et al., 2002; Soares et al., 2004b; Costa, 2005).

Além de se caracterizar como potencial alimento alternativo ao milho, em rações de monogástrico é excelente fonte de ácido fítico, 2,81% segundo Fukuji et al. (2008).

2.3. Ácido fítico

2.3.1. Aspectos gerais

Denomina-se ácido fítico (IP_6) o composto mio-inositol 1,2,3,4,5,6 hexakis ou mio-inositol hexafosfato ($InsP_6$) (Febles et al., 2002). Apresenta fórmula molecular $C_6H_{12}O_{24}P_6$ e peso molecular 569,86 (Vohra & Satyanarayna, 2003). A sua estrutura é mostrada na Figura 2 (Graf, 1983).

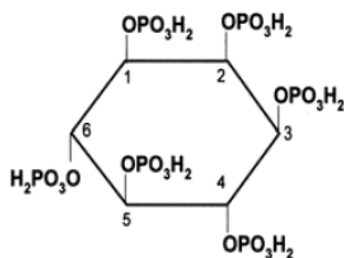


Figura 2. Estrutura do ácido fítico (mio-inositol 1,2,3,4,5,6 – hexafosfato)

Duas terminologias são utilizadas para designar o ácido fítico, fitato e fitina, sendo que o termo ácido fítico é comumente utilizado para o ácido livre, fitato para o sal livre e fitina para o sal de Ca ou Mg (Plaami, 1997). O ácido fítico ou mio-inositol hexafosfato (IP_6) está presente principalmente nos grãos de cereais e de oleaginosas, compondo de 1 a 5% do seu peso (Graf & Eaton, 1990; Empson et al., 1991; Lee & Hendricks, 1995). A sua principal função fisiológica nos vegetais é o armazenamento de fósforo, representando cerca de 60 a 97% do fósforo total, que serão liberados pela ação da fitase endógena à medida que ocorre a germinação da semente (Reddy, 2002; Prazeres et al., 2004). Também é observado em raízes, tubérculos, pólen, esporos e solos orgânicos (Graf & Eaton, 1990; Reddy, 2002).

A concentração de ácido fítico no vegetal varia em função da espécie, idade e estágio de maturação, cultivar, clima, disponibilidade de água, grau de processamento e quantidade de fósforo no solo (Nelson et al., 1968). Nos cereais, o ácido fítico está

distribuído em diferentes componentes do grão. No trigo, no arroz e no milho está presente em maior concentração na camada aleurona, pericarpo e no germe, respectivamente (Leal, 2000; Nogueira, 2004).

2.3.2. Considerações nutricionais do ácido fítico

O ácido fítico possui propriedade quelante formando complexos insolúveis com minerais, tornando-os indisponíveis (Selle et al., 2000; Liu et al., 2005; Ma et al., 2005; Fredlund et al., 2006). Os minerais envolvidos neste processo incluem zinco, ferro, cálcio, cobre e fósforo (Zhou & Erdman, 1995; Liu et al., 2005). Possui afinidade pelo grupo amina de alguns aminoácidos (Lehninger et al., 1995), principalmente da lisina (Barnett et al., 1993) e interfere negativamente na digestibilidade da energia, da proteína e de alguns aminoácidos (Keshavarz, 1999; Selle & Ravindran, 2007).

Na medicina tem se destacado pelos seus efeitos benéficos à saúde humana, como a redução no risco de doenças cardiovasculares, do índice de colesterol e de triglicérides (Jariwalla et al., 1990), de formação de cálculos renais (Massey et al., 2005), na prevenção de alguns tipos de câncer (Yang & Shamsuddin, 1995) e como potente antioxidante natural em produtos alimentares (Graf & Eaton, 1990; Chiretti et al., 1997; Soares et al., 2004a; Harbach et al., 2007).

O ácido fítico e seus derivados podem ligar-se aos minerais tornando-os parcialmente ou totalmente indisponíveis para o metabolismo (Liu et al., 2005; Ma et al., 2005; Fredlund et al., 2006; Selle & Ravindran, 2007). A disponibilidade do fósforo vegetal para aves depende do teor de ácido fítico presente. De 30 a 33% do fósforo de origem vegetal é disponível para as aves, o restante (67-70%) está complexado, não estando disponível (NRC, 1994; Rostagno, 2005).

Nos alimentos, o ácido fítico encontra-se carregado negativamente, o que confere alto potencial para complexação com moléculas carregadas positivamente como cátions e proteínas (Selle & Ravindran, 2007). Sob certas concentrações de ácido fítico, em pH neutro ou alcalino, podem ocorrer interações deste com minerais ou proteínas (Febles et al., 2002), como também formação de complexos ternários proteína-metal-fitato (Weaver & Kannan, 2002). Em pH baixo, o ácido fítico precipita o ferro (Minihane & Rimbach, 2002).

Os complexos de ácido fítico são geralmente insolúveis em pH ácido; porém, apresentam solubilidade limitada em pH neutro, ou seja, no pH do intestino delgado. A

insolubilidade desses complexos é considerada como o principal causador da redução da biodisponibilidade dos complexos (Maga, 1982; Reddy et al., 1982).

O efeito do ácido fítico na dieta, com relação à biodisponibilidade de minerais, depende da proporção metal:fitato (Graf & Eaton, 1990). Sua presença na dieta não implica na existência de toxicidade aguda, mas sua função antinutricional será influenciada pelos demais componentes ingeridos (Febles et al., 2002). Isto se evidencia, por exemplo, com elevados níveis de cálcio na dieta, pois o cálcio exacerba o efeito inibitório do ácido fítico sobre a absorção de zinco e ferro (Ma et al., 2005; Fredlund et al., 2006).

Zhou et al. (1992) avaliaram o efeito inibitório do ácido fítico dos produtos da soja sobre a disponibilidade de zinco em ratos e encontraram correlação negativa entre a porcentagem de ácido fítico na farinha de soja e a concentração de zinco na tíbia. A remoção do ácido fítico de isolados protéicos de soja até concentrações inferiores a 1,0 mg/g pode assegurar aumento significativo na absorção de ferro em humanos (Hurrell et al., 1992).

Quanto ao efeito do ácido fítico na disponibilidade do ferro, Brune et al. (1992) estudaram a sua absorção em vários tipos de pães em seres humanos e concluíram que o inositol tri, tetra, penta e hexafosfato inibem a absorção do metal, sendo que a fermentação utilizada no processamento de pães melhora a sua biodisponibilidade.

Herney et al. (1991) estudaram a absorção do cálcio marcado proveniente da soja contendo altos (2445 mg) e baixos (352 mg) teores de fitato em 16 mulheres normais, e observaram que quinze mulheres apresentaram menor absorção de cálcio quando ingeriram a dieta com alto teor de fitato.

O ácido fítico também é capaz de formar complexos com proteínas (Febles et al., 2002; Selle & Ravindran, 2007; Selle, 2008). O mecanismo de reação entre o ácido fítico e a proteína depende essencialmente do pH do meio, do conteúdo de íons bivalentes, do tipo e da conformação da proteína. Em pH baixo (<4) o fitato forma ligações eletrostáticas com resíduos básicos de aminoácidos como arginina, lisina e histidina, e em pH neutro ou alcalino os fitatos e as proteínas apresentam carga negativa levando a dissociação do complexo (Graf & Eaton, 1990).

Rham & Jost (1979) estudaram a interação proteína-fitato em produtos de soja e concluíram que o ácido fítico, embora forme complexo com as proteínas, tem influência desprezível no valor nutricional e na solubilidade destas proteínas. Para o milho, O'Dell & Del Boland (1976) demonstraram que o ácido fítico e as proteínas não formam complexos fortes.

Segundo Selle (2008), o ácido fítico pode complexar parcialmente a proteína da dieta no proventrículo e na moela. A proteína complexada fica refratária a ação da pepsina, resultando na sua menor digestibilidade e disponibilidade dos aminoácidos. O mesmo pesquisador cita que o complexo fitato-proteína estimula a secreção gástrica de pepsina e de ácido clorídrico (HCl) como mecanismo compensatório. Esta afirmação ficou evidenciada quando ao elevar o fitato de 8.5 para 14.5 g/kg de ração, observou aumento em 27% na perda endógena de 17 aminoácidos, que caiu para 20% quando foi adicionada fitase (500 FTU/kg) na ração.

O ácido fítico tem efeito negativo na utilização da energia dos alimentos (Scott et al., 2001). Porém o mecanismo de atuação deste sobre a energia metabolizável não está bem esclarecido (Selle et al., 2000; Selle & Ravindran, 2007; Selle, 2008).

Cheryan (1980) constatou que o ácido fítico tem capacidade de inibir a atividade da α -amilase, mas este efeito depende do pH. A elevação do pH de 4,0 para 7,0 reduz o efeito inibitório do ácido fítico. Ritz et al. (1995), com perus, e Gracia et al. (2003), com frangos de corte, também observaram o efeito do ácido fítico sobre a α -amilase, reduzindo a digestibilidade do amido.

A interação do fitato com o amido e o lipídio, formando “lipofitinas”, sugere complexos cálcio-fitato-lipídios, formando sabões metálicos no intestino de frangos de corte. Através da hidrólise do fitato na parte superior do intestino ocorre redução na formação desses sabões metálicos e aumento na utilização da energia, principalmente da gordura saturada (Selle, 2008).

Um mecanismo pouco estudado na nutrição animal é o efeito antioxidante do ácido fítico. Devido a sua habilidade de formar quelato com o ferro, é considerado como um antioxidante natural (Lee & Hendricks, 1997; Chiretti et al., 1997; Soares et al., 2004; Harbach et al., 2007). O ácido fítico inibe a formação do radical hidroxila (*OH) dirigida por metais, principalmente o ferro, tornando-os cataliticamente inativos (Graf & Eaton, 1990).

Lee & Hendricks (1995) demonstraram que a adição de pequenas quantidades de ácido fítico diretamente na carne bovina reduziu a oxidação lipídica por quelar o ferro, tornando-o inativo. Leal (2000) adicionou ácido fítico extraído do FGMD diretamente sobre a carne e teve comprovação dos seus efeitos antioxidantes através da inibição da oxidação lipídica da coxa e sobrecoxa de frangos de corte. Soares et al. (2004) observaram o efeito sinérgico do ácido fítico com a vitamina E na prevenção da oxidação lipídica em filés de peito de frango. Harbach et al. (2007) observaram que o ácido fítico presente no

FGMD oferecido na dieta de suínos na fase de terminação preveniu a rancidez da carne por aumentar a estabilidade lipídica do músculo *Longissimus dorsi* refrigerado e do músculo *Semitendinosus* congelado.

No *Codex Alimentarius*, o ácido fítico foi revisado como antioxidante. Em vários países é empregado como um aditivo antioxidante em carnes, pães, frutas e vegetais frescos para prevenir a descoloração, melhorar a qualidade nutricional e prolongar o prazo de validade dos produtos (Oatway et al., 2001).

2.4. Fitase

2.4.1. Aspectos gerais

A enzima fitase (mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase) tem ação de quebrar a molécula do fitato ou ácido fítico, aumentando a disponibilidade do fósforo (Selle & Ravindran, 2007). O ácido fítico (IP6) hidrolisado produz cinco inositóis (produtos intermediários) com menor número de fosforilações; pentafofato (InsP₅), tetrafofato (InsP₄), trifosfato (InsP₃), bifosfato (InsP₂) e monofosfatados (InsP), e libera o fosfato inorgânico (Wodzinsky & Ullah, 1996).

A International Union of Pure and Applied Chemistry e a International Union of Biochemistry (IUPAC – IUB, 1975) reconhecem duas fitases e recomendam a nomenclatura de 3-Fitase e 6-Fitase, sendo que a primeira é característica de microrganismos e, a segunda, de sementes de vegetais (Konietzny & Greiner, 2002). Atualmente a fitase utilizada em maior escala nas rações animais é a 3-Fitase.

As fitases presentes nos vegetais não são consideradas na formulação das dietas para aves porque estão presentes em pequenas quantidades e apresentam grande variação nas suas concentrações, até mesmo dentro de uma mesma espécie vegetal (Barrier-Guillot et al., 1996), é ativa em pH variando de 5,0 a 6,5, sendo inativa em pH abaixo de 3,0, que é o pH do proventrículo e da moela (2,7). O trigo, o triticale, o centeio, a cevada e o arroz são ricos em atividade de fitase, entretanto, o milho, o sorgo e a soja contêm pouca ou nenhuma atividade da enzima (Selle et al., 2000).

Animais monogástricos, como aves e suínos, apresentam baixa atividade de fitase intestinal (Lopez et al., 2002). Animais ruminantes conseguem utilizar o fósforo fítico com eficiência porque os microrganismos do rúmen produzem abundante atividade de enzima (Hamada, 1996).

Certos fungos e bactérias são capazes de biossintetizar fitases, sendo que *Aspergillus Níger* é a espécie fúngica mais conhecida por produzir fitases com elevada atividade (Wodzinsk & Ullah, 1996).

A fitase utilizada em dietas é normalmente obtida do fungo do gênero *Aspergillus* (Sebastião et al., 1998), através da técnica de recombinação de DNA, ou seja, por meio da recombinação gênica dos fungos *Aspergillus Níger* e *Aspergillus ficcum*. Este processo envolve fermentação, extração, separação e purificação do produto. Segundo Engelen et al. (1994), uma unidade de fitase ativa (FTU) é definida como a quantidade de enzima que libera um micromol de ortofosfato por minuto de uma solução a 0,0051 mol/L de fitato a uma temperatura de 37°C e a pH 5,5.

O mecanismo de ação da fitase sobre o ácido fítico ou fitato é chamado de mecanismo “ping-pong”. Este mecanismo consiste na transferência do grupo fosfato, do substrato específico para a enzima e da enzima para água (Fireman et al., 1999). Em aves, a fitase age no sistema digestório, principalmente no papo, no proventrículo e na moela onde o pH é mais apropriado para a sua ação. O papo é o primeiro local de ação da fitase exógena (Liebert et al., 1993; Kerr et al., 2000).

A atividade da fitase pode sofrer influência da temperatura, da umidade, do pH, do tempo de armazenamento, do tipo de alimento, dos aditivos (como minerais, vitaminas e outras enzimas) utilizados na ração e do tempo de passagem da dieta pelo trato gastrointestinal (Newman, 1991).

A fitase comercial pode ficar armazenada por até seis meses na presença de produtos de características inócuas (Classen, 1996), porém a sua efetividade e estabilidade dependem da forma de armazenamento e do processamento ao qual é submetida. Estudos realizados por Schwartz & Hoppe (1992) demonstraram que a enzima pode permanecer estável em dieta farelada para leitões por três a quatro meses, porém se a dieta for peletizada a uma temperatura de 70°C, a atividade inicial diminuirá de 15 a 25%. Quando mantida em temperatura de 25°C, a fitase pura (pó) mantém sua atividade por seis meses e quando misturada à ração por três meses (Swick & Ivey, 1992).

A presença de minerais (flúor, zinco, cobre, mercúrio, cálcio e ferro) na dieta também pode influenciar a sua atividade. Muitos estudos foram realizados para verificar a influência das concentrações de cálcio e fósforo e as suas relações (Ca:P) na ração de aves comerciais sobre a eficiência da fitase (Selle & Ravindran, 2007; Plumstead et al., 2007). O excesso de cálcio da dieta pode influenciar a eficácia da atividade da fitase de duas

formas; ao elevar o pH do conteúdo intestinal e/ou inibir diretamente a sua atividade por competição com o seu sítio ativo (Newman, 1991).

Shafey et al. (1991) ao centrifugar o conteúdo intestinal de frangos de corte alimentados com ração contendo alta concentração de cálcio verificaram que 70 a 92% do cálcio, ferro, magnésio e zinco estavam na forma insolúveis em função da elevação do nível do mineral. Simons et al. (1990) observaram que atividade da fitase ficou parcialmente prejudicada quando galinhas poedeiras comerciais foram alimentadas com dietas com nível elevado de cálcio (3 vs 4%), entretanto, o prejuízo não foi suficiente para comprometer a recomendação do uso de fitase em dietas com o nível mais elevado de cálcio.

Ravindran et al. (2000) observaram maior digestibilidade do fósforo não fítico (65,25% vs 14,7%) em frangos de corte alimentados com ração contendo 0,23% fósforo disponível e fitase, em relação aos alimentados com dieta controle com 0,45 % de fósforo disponível sem fitase. Segundo os autores, os níveis elevados de cálcio e/ou do fósforo total da dieta influenciam de forma negativa a eficácia da fitase sobre a digestibilidade do fósforo não fítico. Em galinhas poedeiras (de 21 a 41 semanas de idade) Lim et al. (2003) também constataram que níveis reduzidos de fósforo e cálcio na dieta melhoraram a eficácia da fitase.

A relação de Ca:P da dieta também influencia a atividade da fitase (Selle & Ravindran, 2007). Para se obter boa degradação do fitato a relação Ca:P total deve ficar entre 1:1 para peru (Qian et al., 1996) e de 1,3:1 para frangos de corte (Qian et al., 1997).

A adição de outras enzimas combinadas com a fitase pode apresentar efeito sinérgico positivo na biodisponibilidade do fósforo. A combinação de fitase e xilanase em dietas a base de trigo foi estudada por Zyla et al. (1999) e Ravindran et al. (2000), que observaram facilitação da xilanase para a ação da fitase. Barbosa et al. (2008) relataram que a inclusão de xilanase complementa o efeito da fitase em dietas de frangos de corte, melhorando o desempenho das aves. Silversides et al. (2006), estudando a interação das enzimas xilanase e fitase na dieta de poedeiras, observaram efeitos positivos sobre os parâmetros de produção de ovos.

A vitamina E favorece a absorção de cálcio no duodeno e limita a formação de fitatos de cálcio insolúveis (Pointillart, 1997). Qian et al. (1997) afirmam que há efeito sinérgico entre a fitase e a vitamina D₃ no aproveitamento de cálcio e fósforo.

O aumento da velocidade de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal diminui a capacidade da fitase em hidrolisar o fitato (Ludke, 1999).

2.4.2 Fitase na dieta de frangos

As rações dos frangos de corte no Brasil são constituídas por alimentos vegetais, em que dois terços do fósforo estão na forma de ácido fítico. O ácido fítico por quelatar minerais, aminoácidos e proteínas é considerado como antinutriente.

Na busca de alternativas para melhorar o valor nutricional dos alimentos, a fitase vem sendo adicionada às dietas de frangos de corte. Nos últimos anos, diversos trabalhos foram conduzidos demonstrando a sua eficácia sobre a disponibilidade do fósforo em rações formuladas à base de milho e farelo de soja (Selle et al., 2000; Viveros et al., 2002; Shirley & Edwards, 2003; Ahmed et al., 2004).

Nelson et al. (1968) foram os primeiros a adicionar fitase, produzida por uma cultura de *Aspergillus ficuum*, a uma ração líquida à base de soja para frangos de corte com um dia de idade, obtendo aumento linear no ganho de peso e no conteúdo de cinzas nos ossos, concluindo que as aves conseguiram utilizar o fósforo do fitato tão bem como o fósforo inorgânico suplementado.

O efeito da fitase microbiana em frangos de corte foi observado por Simons et al. (1990), que ao adicionarem 1500 FTU/kg de ração com 0,45% de fósforo total, no período de 1 a 24 dias de idade, observaram aumento no ganho de peso (733g vs 338g) e na conversão alimentar (1,50 vs 1,85).

Cabahug et al. (1999) citaram que a fitase (400 e 800 FTU/kg) em dietas de frangos de corte contendo 0,23% de fósforo disponível (Pd), aumentou o ganho de peso (18,8%), o consumo de ração (9,0%) e a eficiência alimentar (7,9%), e que a sua eficiência reduziu nas dietas contendo níveis mais elevados de fósforo disponível (0,45%). Os autores concluíram que o aumento do fósforo inorgânico na ração inibe a atividade da fitase, principalmente quando se encontra em quantidade suficiente para atender as necessidades das aves. De acordo com Qian et al. (1996) e Godoy et al. (2002), a fitase é mais eficiente quando suplementada em dieta contendo baixa concentração de fósforo. Observaram também que à medida que se aumenta o fósforo inorgânico na ração há inibição da atividade da fitase, principalmente quando este se encontrava em quantidades suficientes para atender às necessidades das aves.

Em experimento com frangos de corte alimentados com dietas contendo 0,46% fósforo disponível e diferentes níveis de fitase (0; 93,75; 187,5; 350; 750; 1500; 3000; 6000 e 12000 FTU/kg de ração), Shirley & Edwards (2003) constataram que o melhor desempenho foi obtido pelas aves alimentadas com o nível máximo da enzima.

Rezaei et al. (2007) não observaram efeito significativo da suplementação da fitase em dieta contendo 0,45% de fósforo disponível sobre as características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) e rendimento de carcaça de frangos de corte.

Alimentando frangos de corte com rações contendo 15% de farelo de arroz desengordurado, López & López (2002) não observaram efeitos no desempenho advindo da fitase. Porém, efeito benéfico da adição da fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg de ração) em dietas contendo milho, trigo, cevada e triticale sobre o desempenho de frangos de corte na fase inicial (0-21 dias de idade) foi observado por Pintar et al. (2004), em que a adição da enzima melhorou o ganho de peso (6%) e o consumo de ração, porém sem efeito na conversão alimentar e na porcentagem de cinzas da tibia.

Segundo Selle & Ravindran (2007), as respostas do ganho de peso e do consumo de ração à fitase são mais consistentes do que a eficiência alimentar. A resposta positiva do ganho de peso dos frangos à adição da fitase na ração pode se explicar pelo incremento na digestibilidade ileal da proteína bruta, do cálcio e do fósforo (Tejedor et al., 2001).

A resposta do consumo de ração a adição da fitase na ração de frangos de corte é controversa. Aksakal & Bilal (2002), Pintar et al. (2004), Ahmed et al. (2004), encontraram efeitos positivos, enquanto Tejedor et al. (2001) e Rezaei et al. (2007) não observaram esse efeito. Naher (2002) e Aksakal & Bilal (2002) relataram que a fitase ao degradar parcialmente, a parede celular do alimento aumenta a digestibilidade dos nutrientes, aumentando o consumo do alimento.

O efeito positivo da fitase sobre a conversão alimentar foi observado por Ahmed et al. (2004) e Shelton & Southern (2006). Ahmed et al. (2004), alimentando frangos com dietas contendo milho, farelo de soja e farelo de arroz integral e 0,58% fósforo disponível adicionadas de 0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 g de fitase/kg, encontraram pior conversão alimentar para a dieta isenta de fitase, enquanto que a melhor conversão foi obtida para o maior nível da enzima. Shelton & Southern (2006), ao estudarem o efeito da suplementação da fitase em dietas isentas de suplemento mineral, observaram que a adição de 600 FTU/kg de ração melhorou a conversão alimentar no período de crescimento e final dos frangos.

Schoulten et al. (2003) observaram que o efeito da fitase depende do nível de cálcio da dieta. Os autores observaram influência negativa dos níveis elevados de cálcio sobre o ganho de peso, a deposição de fósforo e de manganês na tibia, enquanto que os níveis baixos de cálcio prejudicaram a digestibilidade da matéria seca e retenção de nitrogênio de frangos de corte alimentados com ração suplementadas com fitase.

Ramos (2005), testando diferentes níveis de fitase (0, 300, 600 e 900 FTU/kg de ração) em dietas de frangos de corte com níveis de fósforo disponível reduzidos em 0,05, 0,10 e 0,15% em relação ao requerimento citado pelo NRC (1994), não encontrou efeito significativo no ganho de peso e no rendimento do peito. Vieira et al. (2007), ao alimentarem frangos de corte com duas rações controle (com ou sem adição de 750 FTU/kg) e quatro rações com diferentes níveis de farelo de trigo integral (3,5; 7,5; 10,5 e 14%) suplementadas com 750 FTU/kg, também não observaram efeito da enzima sobre o peso de carcaça, do peito, da coxa, da sobrecoxa, da asa e do dorso, porém observaram redução na deposição de fósforo e cinzas da tíbias, para os níveis crescentes do farelo de trigo integral na ração.

Rezaei et al. (2007) realizaram um experimento para avaliar a eficiência da fitase na ração de frangos de corte alimentados com quatro dietas (uma isenta de fitase e três com adição de 500 FTU/kg de ração) e não observaram diferenças para o rendimento da carcaça, de peito e de coxa para os tratamentos analisados.

Em dietas deficientes em fósforo total, Pillai et al. (2006) observaram melhorias advindas da adição da fitase sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. Ahmed et al. (2004) verificaram aumento no peso da carcaça, do peito e da coxa para os níveis crescentes de fitase na dieta, sendo os melhores resultados obtidos para a adição de 1,5 g/kg de ração. Naher (2002) e Moshad (2001) também observaram aumento do peso da carcaça com a adição da fitase na ração.

Com adição de 600 FTU/kg de ração contendo 0,45% de fósforo total, Mitchell & Edwards (1996) observaram aumento no percentual de cinzas dos ossos e no tamanho da tíbia. Trabalhando com diferentes níveis de fósforo disponível (0,20; 0,27 e 0,34%) e três níveis de enzima fitase (400; 600 e 800 FTU/kg de ração) Qian et al. (1996) observaram aumento no conteúdo de cinzas nos ossos. Qian et al. (1997) constataram efeito linear para o conteúdo de cinzas nos ossos de frangos de corte alimentados com ração contendo 0,27% de fósforo disponível e adição de fitase (300; 600 e 900 FTU/kg de ração). Zanin & Sazzad (1999) mostraram que adição da enzima fitase (500 FTU/kg de ração) em rações para frangos de corte com 0,40% de fósforo disponível aumentou as cinzas na tíbia.

Zyla et al. (1999), analisando o desempenho de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com fitase (600 e 1000 FTU/kg de ração) e 0,15% de fósforo disponível, comparados com frangos alimentados com dietas sem adição de fitase e com 0,45% de fósforo disponível, observaram que os níveis de fitase não afetaram o conteúdo de cinzas nos ossos.

Não existem relatos da fitase dietética sobre a oxidação lipídica da carne em frangos de corte. Gerbert et al. (1999ab), ao alimentar suínos com quatro rações experimentais: ração controle; ração controle + fitase; ração controle + vitamina E, e ração controle + fitase + vitamina E, não observaram efeitos significativos nos valores de TBARS, porém verificaram maior oxidação lipídica na carne do grupo alimentado com as rações contendo fitase, sugerindo que ao liberar minerais do ácido fítico (principalmente o ferro) a fitase influenciou negativamente na oxidação lipídica e na coloração da carne. Stahl et al. (1999) também constataram aumento na concentração do ferro no sangue de suínos jovens alimentados com dieta contendo fitase.

2.4.3. Fitase na dieta de poedeiras

A qualidade dos ovos pode ser influenciada por fatores de manejo, genético, ambiental, patológico, idade e nutricional (Faria, 1996). Vários estudos demonstraram os efeitos benéficos da fitase sobre a produção e qualidade dos ovos (Gordon & Roland, 1997; Carlos & Edwards, 1998; Punna & Roland, 1999; Scott et al., 1999; Boling et al., 2000)

Uma das variáveis estudadas para verificar o desempenho das poedeiras comerciais é o consumo de ração. Jalal & Scheideler (2001) não observaram efeitos da fitase (0, 250 e 300 FTU/kg de ração) no consumo de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes concentrações de fósforo disponível (0,10, 0,15 e 0,25%). Lim et al. (2003) também não verificaram efeito da fitase (0 e 300 FTU/kg de ração) sobre o consumo de ração, desempenho e produção de ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de cálcio (3,0 e 4,0%) e fósforo disponível (0,15 e 0,25%).

Keshavarz (2003) identificou menor consumo de ração em poedeiras alimentadas com dieta contendo nível reduzido de fósforo disponível (0,15, 0,20 e 0,25%) e fitase (300 FTU/kg de ração), quando comparadas com poedeiras alimentadas com a dieta controle (0,45% de fósforo disponível, sem adição de fitase). Em trabalho mais recente, Liu et al. (2007) estudando o efeito de cinco dietas em poedeiras: controle positivo, com 3,30% de Ca e 0,28% de fósforo disponível, controle negativo com 3,18% de Ca e 0,15% de fósforo disponível, e mais três dietas com níveis nutricionais iguais a do controle negativo adicionadas de 300 FTU/kg de ração, sendo uma fitase derivada do *Aspergillus niger* e duas derivadas da *Escherichia coli*, verificaram que o consumo de ração do controle positivo foi superior ao do grupo controle negativo (97,43 x 94,11 g/ave/dia), e que o

consumo de ração das aves alimentadas com a ração controle negativo adicionada de fitase foi semelhante ao do controle positivo.

Borrmann et al. (2001), estudando o efeito da adição de fitase (300 FTU/kg de ração) em rações com diferentes níveis de fósforo disponível (0,18, 0,24, 0,30 e 0,36%), observaram que o consumo foi mais elevado nas rações contendo 0,18% de fósforo disponível adicionada de fitase, em relação às aves alimentadas com a mesma ração sem fitase.

Silversides et al. (2006) compararam diferentes níveis de fitase (0, 300, 500 e 700 FTU/kg de ração) e de fósforo disponível (0,20 e 0,30%) em rações para poedeiras comerciais de 34 a 49 semanas de idade e não observaram efeitos na produção de ovos. Porém, Keshavarz (2003) e Francesh et al. (2005) verificaram que a adição de fitase aumentou a produção de ovos em dietas com nível reduzido de fósforo disponível (0,10 e 0,11%, respectivamente). De acordo Keshavarz (2003), o nível muito baixo de fósforo disponível (0,10%) reduziu drasticamente a produção de ovos, porém a adição de fitase (300 FTU/kg de ração) corrigiu este efeito.

Segundo Liu et al. (2007), o efeito da fitase na produção e na qualidade da casca do ovo está relacionado com a quantidade de fósforo disponível na dieta, indicando que este é um fator limitante para a performance das poedeiras.

Tangendjaja et al. (2002), trabalhando com dieta com nível normal de cálcio (3,60%) e fósforo total (0,79%), não observaram efeito da fitase sobre a produção de ovos de poedeiras de 23 a 48 semanas de idade alimentadas com rações contendo milho, farelo de soja e farelo de arroz.

O peso do ovo é influenciado principalmente pela quantidade de aminoácidos sulfurados totais da dieta (Sohail et al., 2002), sendo a metionina o que mais influencia o seu peso (Leeson & Summer, 2001). Os dados disponíveis na literatura a respeito dos efeitos da fitase na dieta sobre o peso dos ovos são contraditórios. Carlos & Edwards (1998), Jalal & Scheideler (2001) e Liu et al. (2007) não observaram influência da enzima sobre o peso do ovo. No entanto, trabalhos conduzidos por Ceylan et al. (2003), Wu et al. (2006) e Silversides et al. (2006) demonstraram efeito contrário. O peso do ovo também está relacionado ao consumo dietético do fósforo disponível, sendo recomendado a ingestão de 300 mg/ave/dia (Soní-Guilhermo et al., 2004). Ceylan et al. (2003) observaram que o consumo de 200 mg/dia de fósforo disponível foi suficiente para manter o peso dos ovos somente para as dietas suplementadas com fitase (300 FTU/kg de ração), atribuindo à fitase o efeito de disponibilização do fósforo fítico da dieta.

Quanto à característica conversão alimentar, os resultados encontrados na literatura não são unânimes. Alguns trabalhos não demonstraram efeito significativo da fitase sobre esta variável (Ceylan et al., 2003; Lim et al., 2003). Porém, Jalal & Scheideler (2001) e Keshavarz (2003), observaram melhora na conversão alimentar quando a fitase foi adicionada à dieta. Jalal & Scheideler (2001), relacionaram a melhora na conversão alimentar ao aumento da massa do ovo das poedeiras que consumiram dietas com baixo fósforo disponível (0,10%) suplementada com fitase. Efeito contrário da fitase na conversão alimentar foi descrito por Bormann et al. (2001). O pesquisador observou que o aumento na disponibilização do fósforo da dieta pela ação da fitase reduziu a produção e o peso dos ovos.

Gordon & Roland (1997) observaram aumento da mortalidade, redução no peso e piora na gravidade específica dos ovos em poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de fósforo reduzidos (0,10%) sem suplementação de fitase, porém quando adicionaram 300 FTU/kg de ração estes efeitos negativos foram corrigidos.

Carlos & Edwards (1998) encontraram efeito positivo da suplementação da fitase (600 FTU/kg de ração) sobre o peso corporal, fósforo plasmático e retenção de fósforo na tíbia de poedeiras entre 24 a 32 semanas de idade alimentadas com rações à base de milho e soja contendo 0,33% de fósforo total, não observando efeitos na produção, peso e gravidade específica dos ovos. Em um segundo experimento, os mesmos autores, constataram que a adição da fitase aumentou a produção e a gravidade específica dos ovos de poedeiras de 56 semanas.

Fireman et al. (1999) observaram que a fitase corrigiu os efeitos adversos que ocorriam na gravidade específica dos ovos e na deposição de cálcio na casca causados pelo aumento da inclusão de farelo de arroz na ração.

Avaliando o efeito da inclusão de farelo de arroz integral (8%) e de trigo (6%) com diferentes níveis de fitase (100, 200, 300 e 400 FTU/kg de ração) em uma ração com 0,16% de fósforo disponível para poedeiras de segundo ciclo, Vieira et al. (2001) observaram efeito negativo dos níveis crescentes de fitase sobre a gravidade específica dos ovos. Em um experimento semelhante, Bormann et al. (2001), também trabalhando com poedeiras de segundo ciclo, observaram efeito negativo dos níveis de fitase sobre a espessura da casca. A explicação sugerida por ambos autores foi que maior disponibilização de fósforo dietético diminuiu a espessura da casca do ovo.

Boling et al. (2000) não observaram diferenças na produção e na gravidade específica dos ovos de poedeiras de 20 a 70 semanas de idade alimentadas com ração

contendo 0,10% de fósforo disponível e 300 FTU/kg de ração, quando comparadas com as alimentadas com dietas controle (com 0,45% de fósforo disponível e sem fitase). Ceylan et al. (2003) realizaram experimentos com poedeiras alimentadas com rações com baixo fósforo disponível (0,20%) suplementadas com fitase (300 FTU/kg de ração) e também não observaram efeito positivo da enzima sobre o desempenho e a gravidade específica dos ovos.

Jalal & Scheideler (2001) constataram que os níveis de fitase (0, 250 e 300 FTU/kg de ração) e fósforo disponível (0; 10; 0,15; 0,25 e 0,35%) na dieta de poedeiras de 40 a 60 semanas de idade não afetaram a qualidade interna e externa dos ovos, avaliados através da Unidade Haugh e gravidade específica.

Com matrizes pesadas de 27 a 60 semanas de idade, alimentadas com 0,10 e 0,30% fósforo disponível e 0 e 300 FTU de fitase/kg de ração, Berry et al. (2003) verificaram que o baixo nível de fósforo disponível suplementado com fitase proporcionou menor mortalidade e maior produção de ovos em relação as aves alimentadas com o mesmo nível de fósforo sem suplementação de fitase, porém não observaram diferenças entre os tratamentos para peso dos ovos.

Estudos foram conduzidos por Lim et al. (2003) e Keshavarz (2003) para comparar os parâmetros produtivos de poedeiras alimentadas com dietas contendo níveis reduzidos de fósforo disponível adicionadas de fitase com os de poedeiras alimentadas com ração contendo nível normal de fósforo disponível (0,45%), sem suplementação de fitase. Os autores verificaram que a dieta com baixo nível de fósforo disponível, adicionada de fitase, proporcionou melhor desempenho que as rações com níveis baixos ou normais de fósforo disponível e isenta de fitase.

Francesch et al. (2005), analisando o efeito de três níveis de fósforo disponível (0,11, 0,13 e 0,32%) e quatro níveis de fitase (0, 150, 300 e 450 FTU/kg de ração) na ração para poedeiras de 22 a 46 semanas de idade formuladas à base de milho e cevada, observaram que o nível baixo de fósforo disponível causou redução na produção de ovos, porém com adição da fitase houve melhora neste parâmetro, resultando em produção superior a das aves alimentadas com 0,32% de fósforo disponível.

Literatura Citada

- ACKER, D.; CUNNINGHAM, M. **Animal Science and Industry**. 4ª ed. Engwood Cliffs: Prentice-Hall, 1991, 709p.
- AHMED, F.; RAHMAN, M.S.; AHMED, S.U. et al. Performance of broiler on supplemented soybean meal based diet. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n.4, p.266-271, 2004.
- AKSAKAL, D.H.; BILAL, T. Effects of microbial phytase and 1, 25-dihydrocholecalciferol on the absorption on minerals from mineral broiler chicken diets containing different levels of calcium. **Veterinary Journal**, n.79, p. 446-450, 2002.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BARNETT, B.J.; CLARKE, W.A.; BATTERHAM, E.S. Has phytase a proteolytic effect in diets for weaner pigs? In: **Manipulation Pig Production**, p. 227, Australasian pig science association, Camberra, ACT, 1993.
- BARRIER-GUILLOT, B.; CASADO, P.; MAUPETIT T. et al. Wheat phosphorus availability. 1. In vitro study in broiler and pigs: relationship with endogenous phytasic activity and phytic phosphorus content in wheat. **Journal Science Food and Agriculture**, v.70, n.1, p.62-68, 1996.
- BERRY, W.D.; HESS, J.B.; LIEN, R.J. et al. Egg production, fertility, and hatchability of breeder hens receiving dietary phytase. **Journal Applied Poultry Research**, v. 12, n.3, p. 264-270, 2003.
- BOLING, S.D.; DOUGLAS, M.W.; JONSON, M.L. et al. The effects of various dietary levels of phytase available phosphorus of laying hens. **Poultry Science**, v.79, n. 5, p.535-538, 2000.
- BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO E.T. et al. Efeito da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Revista Ciências Agrotécnica**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.
- BRUM, P.A.R; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M. et al. Determinação dos valores da composição química e da energia metabolizável de ingredientes para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.3, p. 187-192, 1999.
- BRUNE, M.; ROSSANDER-HULTEN, L.; HALLBERG, L. et al. Iron absorption from bread in humans: inhibiting effects of cereal fiber, phytate and inositol phosphates with different numbers of phosphate groups. **Journal of Nutrition**, v.122, n.3, p.442-449, 1992.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A. et al. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1349-1358, 2006.
- CABAHUG, S.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. et al. Response of broiler chickens to microbial phytase as influenced by dietary phytic acid an non-phytate phosphorus levels. I Effects on bird performance and toe ash content. **British Poultry Science**, v.40, n.5, p.660-666, 1999.
- CARLOS, A.B.; EDWARDS, H.M. The effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytase phosphorus utilization by laying hens. **Poultry Science**, v.77, n.6, p.850-858, 1998.
- CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S.E.; STILBORN, H.L. High available phosphorus corn and phytase en layer diets. **Poultry Science**, v.82, n.5, p.789-795, 2003.
- CHERYAN, M. Phytic acid interactions in food systems. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 13, n.4, p.237-302, 1980.

- CHIRETTI, E.Z.; ZANARDI, E.; NOVELLI, G. et al. Comparative evaluation of some antioxidants in salame milano and mortadella production. **Meat Science**, v.47, n.1, p. 167-176, 1997.
- CLASSEN, H.L. Enzymes in Action. **Feed Mix**, v.4, n.2, p.22-27, 1996
- COSTA, M.C.R. **Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos como fonte de ácido fítico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- DERMACHI, J.J.A.A. Bovinos Leiteiros. **In: Primeiro Simpósio de Nutrição Animal**. Anais... Espírito Santo do Pinhal: Fundação Pinhalense de Ensino, 1998. p.117-130.
- EMPSON, K.L.; THEODORE, P.L.; GRAF, E. Phytic acid as a food antioxidant. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.560-563, 1991.
- EGELEN, A.J.; HEEFT, F.C.; VAN DER. et al. Simple and rapid determination of phytase activity. **Journal of AOAC International**, v. 77, n. 3, p.760-764, 1994.
- FANCELLI, A.L.; LIMA, U.A. **Milho: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 1982.
- FARIA, D.E. **Avaliação de determinados fatores nutricionais e de alimentos sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais**. 1996. Tese de (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.
- FEBLES, C.I.; ARIAS, A.; HARDISSON, A. et al. Phytic acid level in wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v.36, n.1, p. 19-23, 2002.
- FIREMAN, A.K.B.A.T.; FIREMAN, F.A.T.; LOPEZ, J. Efeito da fitase sobre a qualidade da casca do ovo de poedeiras alimentadas com dietas baseadas em farelo de arroz desengordurado. In: Reunião Anual da SBZ, 36, 1999, Porto alegre, RS. **Anais... CD-ROM**
- FRANCESCH, M.; BROZ, J.; BRUFAU, J. Effects of an experimental phytase on performance, egg quality, tibia ash content and phosphorus bioavailability in laying hens fed on maize-or barley-based diets. **British Poultry Science**, v.46, n.3, p.340-348, 2005.
- FREDLUN, K.; ISAKSSON, M.; HULTHEN, L.R. et al. Absorption of zinc and retention of calcium: dose-dependent inhibition by phytate. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.20, n.1, p.49-57, 2006.
- FUKUJI, T.S.; FERREIRA, D.L.; SOARES, A.L. et al. Ácido fítico de híbridos de milho e alguns produtos industrializados. **Acta Science Agrotécnica**. v. 30, n.1, p. 31-35, 2008.
- GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: 1. Influence on growth, mineral digestibility and fatty acid in digesta. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, n.1, p.9-19, 1999a.
- GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: 2. Influence on carcass characteristics, meat and fat quality. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, n.1, p.20-30, 1999b.
- GODOY, S.; CHICCO,C.; MESCHY, F. et al. Efecto de la suplementación de fitasa microbiana em la utilización de fósforo fítico em pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz – soya. **Revista Científica** , v.12, n.2, p.519-523, 2002.
- 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.
- GRACIA, M.L.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, R.N. et al. α -amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v.82, n.3, p.436-442, 2003.
- GRAF, E. Applications of phytic acid. **Journal of American Oil Chemical Society**, v.60, n.11, p.1861-1867, 1983.

- GRAF, E.; EATON, J.W. Antioxidant functions of phytic acid. **Free Radical Biological Medicine**, v.8, n.1, p.61-69, 1990.
- HAMADA, J.S. Isolation and identification of the multiple forms of soybean phytases. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.73, n.9, p.1143-1151, 1996.
- HARBACH, A.P.R.; COSTA, M.C.R.; SOARES, A.L.S. et al. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistry**, v.100, n.4, p. 1630-1633, 2007.
- HERNEY, R.P.; WEAVER, C.M.; FITZSIMMONS, M.L. Soybean phytate content: effect on calcium absorption. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, n.3, p.745-747, 1991.
- HURRELL, R.F.; JUILLERART, M.A.; REDDY, M.B. et al. Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.56, n.3, p.573-578, 1992.
- INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA. **Cultura do milho**. Campinas, 1985. 38p
- IUPAC – IUB . Tentative cyclitol nomenclature rule. **Journal Biochemical**. 1975
- JALAL, M.A.; SCHEIDELER, E.S. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, v.80, n. 10, p.1463-1471, 2001.
- JARIWALLA, R.J.; SABIN, R.; LAWSON, S. et al. Lowering of serum cholesterol and triglycerides and modulation of divalent cations by dietary phytate. **Journal of Applied Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 18-28, 1990.
- JOHNSON, L.A. Corn: Production, processing, and utilization. In: **Handbook of Cereal Science and Technology**, 1995. 882p.
- KERR, M.J.; CLASSEN, H.L.; NEWKIRK, R.W. The effects of gastrointestinal tract micro-flora and dietary phytase on inositol hexaphosphate hydrolysis in the chicken. **Poultry Science**, v. 79 (Suplement 1), p.11, 2000.
- KESHAVARZ, K. Por qué es necesario emplear la fitase em la dieta de las ponedoras? **Industria Avicola**, v.46, n.1, p.13-14, 1999
- KESHAVARZ, K. The effect of different levels of nonphytate with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 82, n.1, p. 71-91, 2003.
- KIREEFF, M.L. **Utilização de farinha de germe desengordurado de milho, de origem industrial, em panificação**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1982. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1982.
- KONIETZNY, U.; GREINER, R. Molecular and catalytic properties of phytase –degrading enzymes (phytases). **Journal Food Science Technology**, v. 37,n.7, p. 791-812, 2002.
- KORNEGAY, E.T. Effect of phytase on the bioavailability of phosphorus, calcium, amino acids, and trace minerals in broilers and turkeys. **BASF Technical Symposium**. World Congress Center, Atlanta, Georgia. January 23, 1996, p. 39- 70, 1996.
- LEAL, E.S. **Extração, obtenção e caracterização parcial de ácido fítico do germe grosso de milho e aplicação como antioxidante**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2000. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimento) - Universidade Estadual de Londrina, 2000.
- LEE, B.J.; HENDRICKS, D.G. Phytic acid protective effect against beef round muscle lipid peroxidation. **Journal of Food Science**, v.60, n.2, p.241-244, 1995.
- LEE, B.J.; HENDRICKS, D.G. Metal-catalyzed oxidation of ascorbate, deoxyribose and linoleic acid as affected by phytic acid in a model system. **Journal of Food Science**, v.62, n.5, p.935-938, 1997.

- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4^a ed, Ghelph: University Books, 2001. 591p.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.N. **Princípios de Bioquímica**. 2 ed, Sarvieri, São Paulo, 1995, 839p.
- LIEBERT, F.; WECKE, C.; SCHONER, F.J. Phytase activities in different gut contents of chickens as dependent on level of phosphorus and phytase supplementations In: **Proceedings of 1 st European Symposium Enzymes in Animal Nutrition**, p. 202-205, 1993.
- LIM, H.S.; NAMKUNG, H.; PAIK, I.K. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality, an phosphorus excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorus. **Poultry Science**, v.82, n.1, p. 92-99, 2003.
- LIU, Z.; CHENG, F.; ZHANG, G. Gain phytic acid content in japonica rice as affected by cultivar end environment and its relation to protein content. **Food Chemistry**, v.89, n.1, p.49-52, 2005.
- LIU, N.; LIU, G.H.; LI, F.D. et al. Efficacy of phytases on egg production and nutrient digestibility in layers fed reduced phosphorus diets. **Poultry Science**, v.86, n.11, p.2337-2342, 2007.
- LOPEZ, H.W.; LEENHARDT, F.; COUDRAY, C. et al. Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition? **International Journal of food Science and Technology**. v.37, n.7, p. 727-739, 2002
- LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. Efeitos da fitase microbiana na biodisponibilidade do fósforo e de outros minerais no farelo de arroz em rações para frangos de corte. I. Desempenho animal. Porto alegre: UFRGS, 2002.
- LÓPEZ, N; CHICCO, F. C.; GODOY, S. Valor nutritivo y germen desgrasado de maíz la alimentación de cerdos. **Zootecnia Tropical**., v.21, n.3, p.219-235, 2003.
- LUDKE, M.C.C. **O efeito da fitase sobre a disponibilidade do nírogênio, fósforo e cálcio em dietas para suínos**. 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- MA, G.; JIN, Y.; PIAO, J. et al. Phytate, calcium, iron and zinc contents and their molar ratios in foods commonly consumed in China. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, n. 26, p. 1285-1290, 2005.
- MAGA, J.A. Phytase: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance and methods of analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.30, n.1, p. 1-9, 1982.
- MASSEY, L.K.; ISMAIL, A. AL-W.; HORNER, H.T. et al. Oxalate and phytate of soy foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.14, p.5670-5674, 2005.
- MINIHANE, A.M.; RIMBACH, G. Iron absorption and the iron binding and anti-oxidant properties of phytic acid. **Internacional Journal of food Science and Technology**, v. 37, n.7, p. 741-748, 2002.
- MITCHELL, R.D.; EDWARDS Jr., H.M. Effects of phytase and 1,25-dihydroxicholecalciferol on phytate utilization and quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. **Poultry Science**, v. 75, n.1, p. 111-119, 1996.
- MOSHAD, M.A. **Use of phytase and carbohydrase enzyme for better utilization of parboiled rice polish based diet in broilers**. M. S. Thesis, Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh. 2001.
- MOREIRA, I.; RIBEIRO, C.R., FURLAN, A.C. et al. Utilização do farelo de germe de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2238-2246, 2002.

- MOROS, E.E.; DARNOKO, D.; CHERYAN, M. et al. Analysis of xanthophylls in corn by HPLC. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, n.21, p.5787-5790, 2002.
- NAHER, B. **Utilization of parboiled rice polish diet with supplementation of carbohydrase and phytase in growing ducklings**. 2002. M.S. Thesis in Animal Science-Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, 2002.
- NELSON, T.S.; FERRARA, L.W.; STORER, N.L. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. **Poultry Science**, v. 47, n.4, p. 1372-1374, 1968.
- NEWMAN, K. Fitase: The enzyme, its origin and characteristics impact and potential for increase phosphorus availabilities. In: **Alltech's Annual Symposium**, 7: 1991, Nicholasville. Proceedings... Nicholasville: Alltech, 1991. P. 169-177.
- NIELSEN, H.C.; INGLETT, G. E.; WALL, J. S. et al. Corn germ protein isolate-preliminary studies on preparation and properties. **Cereal Chemistry**, v.50, n.4, p. 435-443, 1973.
- NOGUEIRA, R.B. **Fitases e fosfatases ácidas de milho germinado: hidrólise do fitato extração, purificação e caracterização parcial**. 2004. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of poultry. 9^a ed. Washington D.C: National Academy Press, 1994. 155p.
- OATWAY, L.; VASANTHAN, T.; HELM J.H. Phytic acid. **Food Reviews International**, v.20, n.17, p. 419-431, 2001.
- O'DELL, B. L.; De BOLAND, A. Complexation of phytate with proteins and cations in corn germ and oilseed meals. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.24, n.4, p.804-808, 1976.
- PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Circular Técnico, n.75, EMBRAPA, Dezembro, 2006. p.6
- PILLAI, P.B.; O'CONNOR-DENNIE, T.; OWENS, C.M. et al. Efficacy of an escherichia coli phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. **Poultry Science**, v.85, n.10, p. 1737-1745, 2006.
- PINTAR, J. HOMEN, B., GAZIC, K. et al. Effects of supplemental phytase on performance and tibia ash of broilers fed different cereals based diets. **Czech Journal Animal Science**, v.49, n.12, p. 542-548, 2004.
- PLAAMI, S. Myoinositol phosphates: analysis, content in foods and effects in nutrition. **Lebensm Wiss Technology**. v.30, n.7, p.633-647, 1997.
- PLUMSTEAD, P.W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; MAGUIRE,R.O. et al. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.86, n.2, p.225-231, 2007.
- POINTILLART, A. Importância dos fitatos e das fitases na alimentação de suínos. **A Hora Veterinária**, n.95, jan/fev, p. 66-72, 1997.
- PRAZERES, J.N.; FERREIRA, C.V.; AOYAMA, H. Acid phosphatase activities during the germination of *Glycine Max seeds*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.42, n.1, p.15-20, 2004.
- PUNNA, S.; ROLAND, D.A. Variation in phytate phosphorus utilization within the same broiler strain. **Journal Applied Poultry Research**.v.8, n.1, p.10-15, 1999.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. Phosphorus equivalence of microbial phytase in turkey diets as influenced by calcium to phosphorus ratios and phosphorus levels. **Poultry Science**, v.75, n.1, p.69-81, 1996.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; CONNER, D.E. Adverse effects of wide calcium: phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol diets. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.36-47, 1997.

- RAMOS, M.A. **Efecto de la suplementación de fitasa a dietas com niveles reducidos de fósforo disponible sobre el desempeño productivo, contenido fecal de minerales y contenido de ceniza del hueso de pollos para engorda.** 2005. Dissertação (Mestrado) Universidade de Puerto Rico, Mayagüez, 2005.
- RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; BRYDEN, W.L. Effects of phytase supplementation, individually and in combination, on the nutritive value of wheat and barley. **Poultry Science**, v.78, n.11, p.1588-1595, 1999.
- RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. **British Poultry Science**, v.41, n.2, p.193-200, 2000.
- RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.; PARTRIDGE, G. et al. Influence of an Escherichia coli derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.82-89, 2006.
- REDDY, N.R.; SATHE, S.K.; SALUNKHE, D.H. Phytase in legumes and cereals. **Advances in Food Research**, v.28, n.1, p.1-9, 1982.
- REDDY, N.R. Occurrence, distribution, content, and dietary intake of phytase, In: REDDY, N.R.; SATHE, S.K. **Food Phytates**, Florida: CRC Press, 2002, p. 25-51.
- REZAEI, M.; BORBOR, S.; ZAGHARI, M. et al. Effect of phytase supplementation on nutrients availability and performance of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n.1, p. 55-58, 2007.
- RHAM, O.; JOST, T. Phytate-protein interactions in soyabean extracts and low-phytate soy protein products. **Journal of Food Science**. v.44, n.2, p.596-600, 1979.
- RITZ, C.; HULET, R.M.; SELF, B.B. et al. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. **Poultry Science**, v.74, n.8, p. 1329-1334, 1995
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, (supl.), 1767-1777, 2001a.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com Galos Adultos Cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, (supl.), p. 2046-2058, 2001b.
- ROSTAGNO, H. S. Farelo de gérmen de milho nas rações de frangos de corte. Disponível em: <<http://www.Polinutri.com.br>, "Abril/2001">, Acesso: abril/2003.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 2005. 186 p.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p. 1190-1197, 2003.
- SCHWARTZ, G.; HOPPE, P.P. Phytase enzyme to curb pollution from pigs and poultry. **Feed Magazine**, v.1, n.1, p.22-26, 1992.
- SCOTT, T.A.; KAMPE, R.; SILVERSIDES, F.G. The effect of phosphorus, phytase enzyme and calcium on the performance of layers fed corn-based diets. **Poultry Science**, v. 78, n. 12, p. 1742-1749, 1999.
- SCOTT, T.A.; KAMPE, R.; SILVERSIDES, F.G. The effect of phytase in nutrient-reduced corn-and wheat-based diets fed to two strains of laying hen. **Canada Journal Animal Science**, v.81, n.2, p.393-401, 2001.

- SEBASTIAO, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 54, n.1, p. 27-47, 1998.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, R.A. et al. Phytate and phytase: consequences for protein utilization. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, p. 255-278, 2000.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 135, n.1-2, p. 1-41, 2007.
- SELLE, P. Phytase added to the feed increases digestibility of amino acids, protein and energy. **Poultry International**, v.47, n.3. p.16, 2008.
- SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W.; DINGLE, J.G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. **British Poultry Science**, v. 32, n. 1, p. 185-194, 1991.
- SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L. Effects of phytase addition with or without a trace mineral premix on growth performance, bone response variables, and tissue mineral concentrations in commercial broiler. **Journal of Applied Poultry Science**, v.15, n.1, p. 94-102, 2006.
- SHIRLEY, R.B.; EDWARDS, Jr. H.M. Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance. **Poultry Science**, v 82, n.4, p. 671-680, 2003.
- SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A.; KORVER, D.R. et al. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, v.85, n.2, p.297-305, 2006.
- SIMONS, P.C.M.; VERSTEECH, H.A.J.; JONGBLOED, A.W. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 525-540, 1990.
- SOARES, A.L.; RUBISON, O.; SHIMOKOMAKI, M. et al. Synergism between dietary vitamin e and exogenous phytic acid in prevention of warmed-over-flavour development in chicken *Pectoralis major*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.1, p.57-62, 2004a.
- SOARES, L.L.P.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. et al. Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p.1768-1776, 2004b.
- SOHAIL, S.S.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, threonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. **Poultry Science**, v.81, n.7, p.1038-1044, 2002.
- SONI-GUILLERMO, E.; CUCA-GÁRCIA, M; PRÓ-MARTINEZ, A. et al. Nivel óptimo biológico y económico de fósforo em gallinas leghorn blancas em el segundo ciclo de postura. **Agrociencia**, v.38, n.6, p.593-601, 2004.
- STAHL, C.H.; HAN, Y.M.; RONEKER, K.R. et al. Phytase improves iron bioavailability for hemoglobin synthesis in young pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, n.3, p.2135-2142, 1999.
- SWICK, R.A.; IVEY, F.J. Use of enzymes in poultry diets. **Feed Management**, v.43, n.1, p.11-17, 1992.
- TANGENDJAJA, B.; CHUNG T.K.; BROZ, J. Effects of different sources of microbial phytase on production performance of brow-egg layers fed diets containing a high level of rice Bran. **Journal Applied Poultry Research**, v.11, n.2, p.212-216, 2002.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.

- VAN SOEST, P. J. Definition of fibre in animal feeds. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A (Eds.) In: **Recent advances in animal nutrition**, Butterworth's: London, 1985. p.55-70.
- VIEIRA, R.S.A.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase. **Revista Ciência Agrotecnica**. v.25, n.6, p.1413-1422, 2001.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Science Animal Science**, v.29, n.3, p.267-275, 2007.
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v.81, n.8, p.1172-1183, 2002.
- VOHRA, A.; SATYANARAYNA, T. Phytases: microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 23, n.1, p.29-60, 2003.
- WEAVER, C.M.; KANNAM, S. Phytate and mineral bioavailability, In: REDDY, N.R.; SATHE, S.K. **Food Phytates**, Florida: CRC Press, p. 25-51. 2002
- WIGNEZ, H.; BOSE, M.C.V. Milho e Sorgo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J. C.; FARIA, V.P. de. **Nutrição de bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 2000. p.229-257.
- WODZINSKI, R.J.; ULLAH, A.H.J. Phytase. **Advances in Applied Microbiology**, v. 42, p. 263-303, 1996.
- WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M.M. et al. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.64-69, 2006.
- YANG, G.Y.; SHAMSUDDIN, A.M. IP6- induced growth inhibition and differentiation of HT-29 human colon cancer cells: involvement of intracellular inositol phosphates. **Anticancer Research**, v.15, n.6, p.2479-2487, 1995.
- ZANIN, S.F.; SAZZAD, M.H. Effect of microbial phytase on growth and mineral utilization in broiler fed on maize soyabean based diets. **British Poultry Science**, v.40,n.3, p. 348-352, 1999.
- ZYLA, K.D.; GOGOL, J.; KORELESKI, S. et al. Simultaneous application of phytase and xilanase to broiler feeds based on wheat: Feeding experiment with growing broilers. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.79, n.13, p.1841-1848, 1999.
- ZHOU, J.R.; FORDYCE, E.J.; RABOY, V. et al. Reduction of phytic acid in soybean products improves zinc bioavailability in rats. **Journal of Nutrition**, v.122, n.12, p.2466-2473, 1992.
- ZHOU, J.R.; ERDMAN R., J.W. Phytic acid in health and disease. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 35, n.6, p. 495-508, 1995.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- Avaliar os efeitos da inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado e da fitase em rações para poedeiras leves e para frangos corte.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar o melhor nível de inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado na ração para poedeiras comerciais;
- Avaliar a produção e a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais leves tratadas com rações contendo farelo de gérmen de milho desengordurado e fitase;
- Avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte tratados com farelo de gérmen de milho desengordurado e fitase nas rações;
- Avaliar a qualidade e a estabilidade lipídica da carne de frangos de corte tratados com farelo de gérmen de milho desengordurado e fitase nas rações.

Farelo de gérmen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade

RESUMO: Este experimento foi conduzido para avaliar os efeitos da inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado nas dietas de galinhas das 28 às 44 semanas de idade. Foram utilizadas 240 poedeiras, Hy-Line W36, distribuídas em seis dietas experimentais, com cinco repetições de oito aves cada. As dietas foram formuladas para conter seis níveis de inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado (0, 6, 12, 18, 24 e 30%). O período experimental durou quatro ciclos de 28 dias quando foram avaliados os parâmetros de desempenho (consumo de ração, produção de ovos, peso médio do ovo, massa de ovo e conversão alimentar) e de qualidade dos ovos (gravidade específica, índice de pigmentação da gema, porcentagem de gema e albúmen, porcentagem e espessura da casca e Unidade Haugh). Observou-se efeito linear negativo dos níveis de inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado sobre o consumo de ração e o índice de pigmentação da gema e efeito quadrático sobre a conversão alimentar. Não foram observadas diferenças dos níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado sobre as outras variáveis estudadas. O farelo de gérmen de milho desengordurado pode ser incluído em níveis de 21,2% em rações para galinhas poedeiras.

Palavras-chave: alimento alternativo, desempenho, nutrição, produção de ovos, qualidade dos ovos

Defatted Corn Germ Meal in Diets for Laying Hens from 28 to 44 weeks of age

ABSTRACT: This experiment was conducted to evaluate the effect of inclusion of defatted corn germ meal in diets for laying hens. Two hundred and forty laying hens assigned to a randomized design, with six diets and five replicates of eight birds per diets. Experimental diets were formulated by inclusion of defatted corn germ meal at 0, 6, 12, 18, 24 and 30% level. The period experiment was carried four cycles of 28 days being evaluated the following parameter: performance (feed intake, egg production, egg weight, egg mass and feed conversion) and the egg quality (egg specific gravity, yolk color, yolk and albumen percentages, shell percentages, shell thickness and Haugh unity). Negative linear effect was observed for feed intake and yolk pigmentation with the increase of inclusion of defatted corn germ meal in diets for laying hens. Quadratic effect of defatted corn germ meal for feed conversion was also observed. No statistical differences were observed for any other parameters. The defatted corn germ meal can be included at 21,2% in laying hens diets.

Key Words: alternative feed, egg production, egg quality, nutrition, performance

Introdução

Vários subprodutos resultantes da indústria de processamento de grãos apresentam potencial de uso na alimentação das aves, mas para que sejam usados corretamente necessitam de constante avaliação quanto à sua qualidade nutricional e ao nível de inclusão.

O farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) é um subproduto da indústria de óleo de milho e apresenta características nutricionais para uso na alimentação de galinhas poedeiras. O processo de obtenção do gérmen envolve moagem úmida do grão de milho, seguida da secagem, prensagem (Dermachi, 1998) e da perfusão por solvente.

O farelo de gérmen de milho desengordurado apresenta valor médio de 2.413 kcal EM/kg, 9,81% de proteína bruta, 5,29% de fibra bruta, 0,60% de extrato etéreo, 6,44% de matéria mineral e pode ser utilizado em até 20% na ração de frangos sem comprometimento do desempenho e das características de carcaça (Brunelli et al., 2006).

A concentração de fibra do FGMD pode ser fator limitante no seu uso em quantidades elevadas na alimentação de galinhas poedeiras e frangos de corte. O elevado conteúdo de fibra na ração reduz a energia, aumenta a velocidade do trânsito da digesta (Van Soest, 1985) e diminui a digestibilidade dos nutrientes. O farelo de gérmen de milho integral possui em média 6,77% de fibra em detergente ácido (FDA) e 2,78% de fibra em detergente neutro (FDN) (Rodrigues et al., 2001).

Outro fator que deve ser considerado na utilização de fonte alternativa ao milho é a sua capacidade de conferir pigmentação à gema, que é influenciada pela quantidade de xantofila do alimento (Acker & Cunningham, 1991). Geralmente, o consumidor prefere ovos com gemas mais alaranjadas porque associa esta cor à sua qualidade. O valor médio

de xantofila no grão de milho é de 20,09 $\mu\text{g/g}$, portanto superior ao do gérmen de milho (1,8 $\mu\text{g/g}$) (Moros et al., 2002).

O farelo de gérmen de milho desengordurado apresenta alta concentração do fósforo na forma de fitato (Graf & Eaton, 1984), o que pode interferir nutricionalmente, diminuindo a biodisponibilidade de outros minerais, de elementos traços (zinco, ferro, cobre), das proteínas e das enzimas digestivas da ração (Kornegay, 1996), podendo afetar a produção e a qualidade dos ovos (Ravindran et al., 1999).

Diante da escassez de informação sobre este ingrediente, o presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar diferentes níveis de inclusão do FGMD (0, 6, 12, 18, 24 e 30%), nas rações para galinhas poedeiras leves, através do desempenho e da qualidade dos ovos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizadas 240 poedeiras, Hy-Line W36, com 28 semanas de idade durante 112 dias, compreendendo quatro ciclos de 28 dias.

As poedeiras foram alojadas em 30 gaiolas instaladas em um galpão convencional para postura, com 24 m de comprimento, 5,50 m de largura e 2,80 m de pé-direito, com cobertura de telhas de fibrocimento. Cada gaiola de arame galvanizado medindo 100 cm de comprimento (divididas em dois compartimentos de 50 cm) x 45 cm profundidade x 40 cm de altura, alojando-se oito poedeiras, constituindo a unidade experimental. Os bebedouros eram do tipo copo, sendo dispostos lateralmente entre as divisórias das gaiolas, atendendo a quatro aves cada. Os comedouros, tipo calha, eram de madeira e instalados à frente das gaiolas. As aves receberam água e alimento à vontade durante todo o período experimental, e utilizou-se um programa de luz com 17 horas de luz/dia.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, constituídos por rações que continham seis níveis de inclusão de FGMD (0, 6, 12, 18, 24 e 30%), cada um com cinco repetições de oito aves. As rações (Tabela 1) foram formuladas utilizando-se os valores nutricionais dos alimentos e exigências nutricionais preconizados por Rostagno (2005), à exceção do FGMD cujos valores nutricionais considerados foram aqueles indicados por Brunelli et al. (2006).

Tabela 1. Composição das rações experimentais

Ingredientes (%)	Nível de inclusão de FGMD (%)					
	0	6	12	18	24	30
Milho	63,79	57,39	51,00	44,60	38,22	31,83
Farelo soja	22,93	22,37	21,78	21,17	20,57	19,97
FGMD	0,00	6,00	12,00	18,00	24,00	30,00
Óleo vegetal	1,48	2,44	3,39	4,36	5,32	6,28
Fosfato bicálcico	1,52	1,47	1,42	1,38	1,33	1,28
Calcário	9,25	9,25	9,25	9,26	9,26	9,26
Sal	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50
DL-Metionina (99%)	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31
L-Lisina HCl (79%)	0,00	0,02	0,06	0,09	0,13	0,17
Supl. vitamínico+mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Valores Calculados						
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Cálcio (%)	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Lisina digestível (%)	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Metionina digestível (%)	0,39	0,40	0,42	0,44	0,45	0,47
Metionina+Cistina dig. (%)	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63
Fibra Bruta (%)	2,60	2,78	2,96	3,13	3,31	3,47
Extrato Etéreo (%)	4,15	4,90	5,67	6,41	7,16	8,25

¹Suplemento vitamínico mineral aminoácido por kg de produto: Vit. A 2.500.000 UI, Vit. B1 350 mg, Vit. B12 2.750 mcg, Vit B2 1.250 mg, Vit B6 500 mg, D3 625.000 UI, Vit. E 1.500 mg, Vit. K 400 mg, Ácido fólico 100 mg, Ácido pantotênico 2.500 mg, Cobre 2.000 mg, Ferro 12.500 mg, Zinco 12.500 mg, Iodo 187,5 mg, Mangânes 18.750 mg, Metionina 172,5 g, Niacina 6.250 mg, Selênio 75 mg, Antioxidante 2,5 g e Veículo Q.S.P 1.000 g.

Ao final de cada ciclo de 28 dias, foram avaliadas as características de desempenho - consumo de ração (CR) em g/ave/dia; produção de ovos (PO); peso médio dos ovos (PMO) em g; massa de ovos (MO) em g/ave/dia e conversão alimentar (CA) em g de ração/g de massa de ovo, e as características de qualidade dos ovos determinadas pela gravidade específica (g/cm^3); o índice de pigmentação da gema, a porcentagem de gema, a porcentagem de albúmen, a porcentagem de casca, espessura de casca (mm) e Unidade Haugh (UH).

O consumo de ração de cada parcela foi calculado pela diferença entre o fornecido no início e a sobra ao final de cada ciclo. O consumo de ração de cada ave foi calculado dividindo-se o consumo de ração na parcela pelo número de aves, e nas parcelas que ocorreram mortes, dividiu-se o consumo pela média ponderada de aves no período. A produção de ovos de cada parcela foi registrada diariamente sendo calculada em porcentagem, dividindo-se a quantidade de ovos produzidos pelo número de aves de cada parcela. O peso médio dos ovos foi estimado através do peso dos ovos produzidos nos últimos três dias de cada ciclo. A massa de ovos correspondeu ao produto da produção de ovos pelo peso médio dos ovos da parcela. A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada por meio da relação entre o consumo de ração e a massa de ovo produzida.

Todos os ovos produzidos nos últimos dois dias de cada ciclo de 28 dias foram coletados, identificados e transportados para uma sala de ovos, onde foram armazenados em temperatura ambiente por 24 horas. Os ovos íntegros de cada unidade experimental foram mergulhados em sete soluções salinas com densidade variando de 1,080 a 1,098 g/cm^3 , com gradiente de 0,003 entre elas, para estimar a gravidade específica de acordo com a técnica de flutuação salina proposta por Hamilton (1982).

Posteriormente, dois ovos de cada unidade experimental foram identificados, pesados e quebrados, a fim de se obter o índice de pigmentação da gema através do auxílio de um

leque colorimétrico Roche. Também foram obtidos os pesos da gema, do albúmen e da casca, correlacionando-os com o peso do ovo, sendo seus valores expressos percentualmente. Após separação e lavagem das cascas, estas ficaram expostas por 72 horas à temperatura ambiente, sendo em seguida pesadas. Os percentuais foram obtidos dividindo-se o peso de cada uma dessas variáveis pelo peso do ovo e, em seguida, multiplicando-se o resultado por 100. Também foi obtida a altura do albúmen, através do uso de micrometro, para a realização do calculo da Unidade Haugh.

As espessuras das cascas foram determinadas através de um paquímetro digital, em quatro pedaços de 3 a 5 mm² cada, retirados de quatro regiões diferentes de cada casca de ovo. Os valores obtidos de cada ovo foram transformados no valor médio de cada unidade experimental.

Para a identificação da Unidade Haugh utilizaram-se os valores dos pesos dos ovos e da altura do albúmen. Os resultados foram obtidos através da fórmula sugerida por Stadelman & Cotteril (1986), $UH = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, onde: H= altura do albúmen (mm); 7,57 = fator de correção para altura do albúmen; 1,7 = fator de correção para peso do ovo e W = peso do ovo (g).

Os valores médios dos parâmetros analisados foram submetidos à análise de variância através do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UFV (2000). Foram realizadas análises de regressão para os efeitos significativos dos níveis de inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado, sendo considerado até o efeito quadrático.

Resultados e Discussão

As rações foram formuladas para conter os mesmos níveis dos nutrientes, porém as quantidades de fibra bruta e de gordura variaram com a inclusão do FGMD e de óleo de

soja às mesmas. O farelo de gérmen de milho desengordurado apresenta valor energético inferior ao milho, por este motivo foi necessário fazer a correção energética das rações com adição de óleo de soja o que causou variações no teor de gordura das mesmas.

Observou-se efeito linear decrescente ($P<0,05$) dos níveis de inclusão de FGMD (Tabela 2) no consumo de ração, $\hat{Y}=102,946-0,158102X$ ($R^2=0,59$). Este resultado difere do obtido por Brito et al. (2005) que constataram aumento no consumo ao substituir o milho em 100% por farelo de gérmen de milho integral na ração de poedeiras. Os autores atribuíram o resultado à menor densidade da ração contendo alta quantidade de fibra e de gordura nas rações.

Tabela 2. Desempenho de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD)

Fatores	Nível de FGMD (%)						Média		C.V ¹ (%)
	0	6	12	18	24	30			
Consumo de ração (g/ave/d)	105,13	100,82	99,56	99,26	99,07	99,60	100,57	L2	4,04
Produção de ovos (%)	97,00	96,00	97,00	98,00	98,00	98,00	97,33	NS ²	1,50
Peso médio dos ovos (g)	59,84	59,83	60,15	59,87	59,51	59,31	59,75	NS	2,96
Massa de ovos (g/ave/d)	56,22	54,39	55,88	56,49	56,29	56,66	55,99	NS	4,47
Conversão alimentar (g/g)	1,87	1,82	1,76	1,72	1,74	1,76	1,78	Q ⁴	3,69

¹ Coeficiente de variação; ² Não significativo; ³ Efeito linear ($P<0,05$); ⁴ Efeito quadrático ($P<0,05$)

A inclusão de 30% de FGMD aumentou em 34% a concentração de fibra dietética em relação à ração isenta do produto e demandou maior quantidade de óleo de soja para correção de seu nível energético. Lima et al. (2007), ao avaliarem o desempenho de

poedeiras alimentadas com rações contendo níveis crescentes de farelo de coco (0, 5, 10, 15 e 20%) e Samli et al. (2006), com farelo de arroz (0, 5, 10, 15 e 20%), observaram também menores consumos para as rações com maiores concentrações de fibra dietética, associando o resultado à correção da energia pela adição de óleo vegetal.

O aumento no teor de gordura das dietas, com a adição de óleo de soja, pode ter sido determinante para a diminuição do consumo de ração. Bohnsack et al. (2002) e Antar et al. (2004) também observaram redução no consumo de ração quando adicionaram gordura às dietas de poedeiras comerciais. Segundo Mateos & Sell (1981) e Mateos et al. (1982), o consumo alimentar diminui em dietas acrescidas de gordura, uma vez que a mesma provoca redução na taxa de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal. A presença de soluções lipídicas no duodeno estimula a liberação do hormônio colecistoquinina (CCK) que atua no reflexo enterogástrico, diminuindo a velocidade de esvaziamento do sistema digestório (Swenson & Reece, 1966).

Os diferentes níveis de inclusão de FGMD nas rações não afetaram ($P>0,05$) a produção, o peso médio e a massa dos ovos (Tabela 2). Araújo et al. (2008) e Samli et al. (2006) observaram que poedeiras alimentadas com dietas com níveis elevados de farelo de trigo (30%) e de farelo de arroz (15%), ou seja com alta concentração de fibra, tiveram menores taxas de postura. Rodrigues et al. (2005) observaram efeito benéfico da adição do óleo de soja (2, 4, 6 e 8%) nas dietas das aves, sendo que o melhor resultado (83,8% de postura) foi obtido para o nível máximo de inclusão do óleo (8%) e a menor produção (70,7%) para dieta isenta de óleo. Como não foram observados efeitos dos níveis de FGMD nas rações sobre a produção de ovos, supõe-se que os nutrientes contidos nas dietas não interferiram nestas características.

O peso do ovo é influenciado principalmente pela quantidade de aminoácidos sulfurados totais da dieta (Sohail et al., 2002). De acordo com Leeson & Summer (2001), a

metionina é o aminoácido que apresenta maior efeito no peso do ovo. Rodrigues et al. (2001) determinaram menor coeficiente de digestibilidade da metionina no farelo de gérmen de milho integral em relação ao milho e demonstraram a necessidade da sua suplementação na forma sintética.

A massa do ovo não foi afetada pelos níveis de inclusão do FGMD às rações, o que se explica pelo fato de que as variáveis envolvidas no seu cálculo não terem sido afetadas pela inclusão do produto.

A conversão alimentar, expressa pela relação entre consumo de ração e a massa de ovos, teve comportamento quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis crescentes de FGMD nas rações, ($\hat{Y} = 1,87597 - 0,0135647X + 0,000320387X^2$, $R^2 = 0,94$) (Tabela 2). A derivação da equação mostrou que o melhor índice de conversão alimentar foi obtido com 21,2% de inclusão de FGMD (Gráfico 1). Com frangos de corte, Brunelli et al. (2006) determinaram melhor conversão alimentar para a inclusão de 20% de FGMD às rações. O comportamento quadrático registrado para esta característica se deve à redução do consumo de ração sem, contudo, ter havido alteração expressiva na massa de ovos. Esse efeito positivo na conversão alimentar pode estar relacionado à adição de óleo nas rações que, ao elevar o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal, promoveu melhora na digestibilidade e na absorção dos nutrientes da dieta (Mateos & Sell, 1981; Ghazalah et al., 2008).

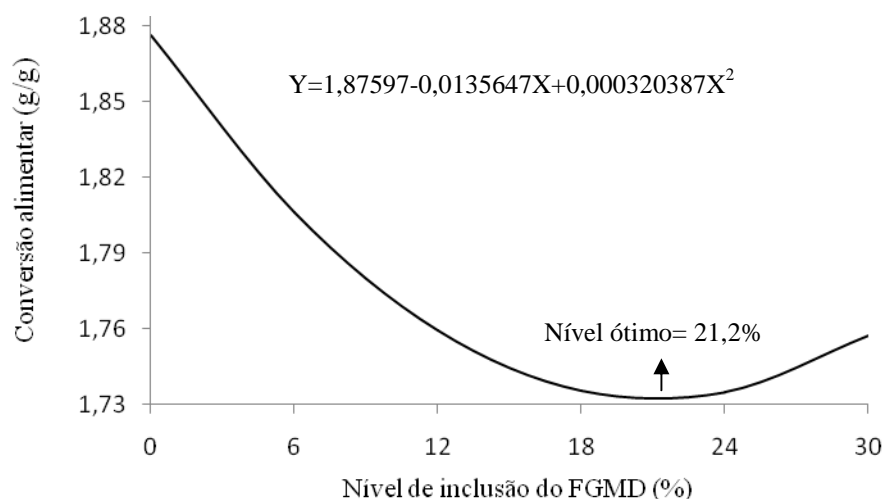


Gráfico 1. Conversão alimentar de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado.

A gravidade específica dos ovos não foi afetada ($P>0,05$) pelos níveis dietéticos de FGMD (Tabela 3). A gravidade específica é uma estimativa da quantidade de casca depositada e está relacionada com a sua porcentagem. Os valores obtidos para esta característica demonstraram boa qualidade da casca do ovo. Segundo Scott (1995), o valor de 1,08 constitui um ponto de referência para boa qualidade da casca do ovo. De acordo com Hamilton (1982), a gravidade específica do ovo reduz à medida que a espessura da casca também diminui, o que leva ainda a uma redução da sua resistência à quebra. A espessura da casca não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de inclusão de FGMD.

O índice de pigmentação da gema foi afetado negativamente, de forma linear, pelos níveis crescentes de inclusão de FGMD, ($\hat{Y} = 6,28488 - 0,0523810X$, $R^2=0,89$) (Tabela 3).

Brito et al. (2005), também observaram diminuição da pigmentação da gema de ovos de poedeiras alimentadas com farelo de gérmen de milho integral. Como o grão de milho possui maior concentração de xantofila ($20,09 \mu\text{g/g}$ de milho) que o gérmen ($1,88 \mu\text{g/g}$ de gérmen) (Moros et al., 2002), a redução na pigmentação da gema pode ter ocorrido pela menor oferta do pigmentante.

Tabela 3. Qualidade do ovo de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD)

Fatores	Nível de FGMD (%)						Média	C.V ¹	
	0	6	12	18	24	30			(%)
Gravidade específica (g/cm ³)	1,088	1,089	1,089	1,088	1,088	1,088	1,088	NS ²	0,11
Índice de pigmentação da gema	6,21	5,80	6,01	5,44	4,81	4,72	5,50	L ³	5,58
Porcentagem de gema	26,19	26,19	25,81	26,03	26,11	26,03	26,06	NS	2,01
Porcentagem de albúmen (%)	64,99	64,88	65,23	64,72	64,83	65,03	64,95	NS	0,99
Porcentagem de casca	9,74	9,80	9,86	9,81	9,84	9,73	9,80	NS	1,79
Espessura da casca (mm)	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	NS	2,00
Unidade Haugh	94,59	92,98	93,37	95,11	94,83	94,08	94,16	NS	2,24

¹ Coeficiente de variação; ² Não significativo; ³ Efeito linear (P<0,01)

A porcentagem de gema e de albúmen diz respeito aos seus pesos em relação ao peso do ovo. Seus valores não sofreram influências (P>0,05) dos níveis de inclusão do FGMD na dieta (Tabela 3). Yannakopoulos & Tserveni-gousi (1996) comentaram que o peso do ovo e a proporção de seus componentes aumentam conforme avança a idade da poedeira. Segundo Peebles et al. (2000), as características dos ovos não são influenciadas somente pela idade das aves, mas também pela sua dieta. De acordo com estes últimos autores, quando a dieta apresenta maior teor de gordura, o peso das gemas aumenta, o que não foi observado neste experimento. As médias obtidas dos percentuais de gema (26,06%) e de albúmen (64,95%) foram semelhantes às citadas por Madrid (1981).

A casca deve resistir à ovopostura, colheita, classificação e transporte do ovo (Kussakawa et al., 1998). Com base nos parâmetros que se relacionam com qualidade da

casca, porcentagem e espessura de casca e gravidade específica do ovo, observou-se que a inclusão do FGMD às rações não influenciou ($P>0,05$) as suas médias.

A porcentagem de casca corresponde ao seu peso em relação ao peso do ovo. Ovos maiores e mais pesados possuem cascas mais finas e em menores proporções em relação ao peso do ovo. Como não houve efeito dos níveis dietéticos de FGMD no peso dos ovos, também não foram observados efeitos nas espessuras das cascas. Araújo et al. (2008), trabalhando com farelo de trigo, alimento rico em ácido fítico, não observaram efeitos da sua inclusão na ração sobre a porcentagem da casca dos ovos. Este fato indica que o ácido fítico do FGMD não foi capaz de influenciar a qualidade das cascas.

As médias das Unidades Haugh demonstraram que a inclusão do FGMD nas rações não afetou esta variável (Tabela 3). A Unidade Haugh é uma medida da avaliação da qualidade interna do ovo que relaciona a altura do albúmen com o peso do ovo. Ewing (1963) relatou que a altura do albúmen não é influenciada pela dieta. Brito et al. (2005) também não evidenciaram alteração na Unidade Haugh dos ovos em função das concentrações de farelo de gérmen de milho integral nas rações. Samli et al. (2006) observaram diferenças nas Unidades Haugh dos ovos de poedeiras alimentadas com 15% de farelo de arroz (102,2 UH) em relação a um grupo de poedeiras alimentadas com dieta controle (96,0 UH) e relacionaram este resultado à qualidade da proteína e à concentração de gordura no farelo de arroz.

Conclusões

Considerando as características: conversão alimentar e índice de pigmentação da gema, o farelo de gérmen de milho desengordurado pode ser incluído até 21,2% em dietas de poedeiras leves de 28 a 44 semanas de idade.

Literatura Citada

- ACKER, D.; CUNNINGHAM, M. **Animal Science and Industry**. 4^a ed. Engwood Cliffs: Prentice-Hall, 1991, 709p.
- ANTAR, R.S.; HARMS, R.H.; SHIVAZAD M. et al. Performance of commercial laying hens when six percent corn oil is added to the diet at various ages and with different levels of tryptophan and protein. **Poultry Science**, v.83, n.3, p.447-455, 2004.
- ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. et al. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008..
- BRITO, A.B.; STRINGHINI, J.H.; BELEM, L.M. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas de idade consumindo gérmen integral de milho. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.1, p.29-34, 2005.
- BOHNSACK, C.R.; HARMS, R.H.; MERKEL, W.D. et al. Performance of commercial layers when fed diets with four levels of corn oil or poultry fat. **Journal Applied Poultry Research**, v.11, n.1, p.68-76, 2002.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A. et al. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1349-1358, 2006.
- DERMACHI, J.J.A.A. Bovinos Leiteiros. **In: PRIMEIRO SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**.1998, Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Espírito Santo do Pinhal: Fundação Pinhalense de Ensino, 1998. p.117-130.
- EWING, W. R. **Poultry Nutrition**. 5^a ed. The Ray Ewing Company, Pasadena, California., 1963.1475p.
- GRAF, E.; EATON, J.W. Effects of phytate on mineral bioavailability in mice. **The Journal of Nutrition**, v.114; n.7; p.1192-1198, 1984.
- GHAZALAH, A.A.; ABD, M.O.; ALI, A.M. et al. Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. **Poultry Science**, v.4, n.7, p.355-359, 2008.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, n.6, p.2022-2039, 1982.
- KORNEGAY, E.T. Effect of phytase on the bioavailability of phosphorus, calcium, amino acids, and trace minerals in broilers and turkeys. **BASF Technical Symposium**. World Congress Center, Atlanta, Georgia. January 23, 1996, p. 39- 70,1996.
- KUSSAKAWA, K.C.K.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.572-578, 1998
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4^a ed. Ghelph: University Books, 2001. 591p.
- LIMA, R.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1340-1346, 2007.
- MADRID, A. **Manual de indústrias alimentaria**. Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 565 p.

- MATEOS, G.G.; SELL, J.L. Influence of fat and carbohydrate source on Rate of food passage of semi purified diets for laying hens. **Poultry Science**, v. 60, n.12, p.2114-2119, 1981.
- MATEOS, G.G.; SELL, J.L.; EASTWOOD, J.A. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. **Poultry Science**, v. 61, n.1, p.94-100, 1982.
- MOROS, E.E.; DARNOKO, D.; CHERYAN, M. et al. Analysis of xanthophylls in corn by HPLC. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, n.21, p.5787-5790, 2002.
- PEEBLES, E.D.; ZUMWALT, C.D.; DOYLE, S.M. et al. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. **Poultry Science**, v.79, n.5, p.698-704, 2000.
- RAVINDRAN, V.; CABAHOUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.699-706, 1999.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2046-2058, 2001.
- RODRIGUES, E.A.; CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.2, p.207-212, 2005.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 2005. 186 p.
- SAMLI, H.E.; SENKOYLU, N.; AKYUREK, H. et al. Using rice bran in laying hen diets. **Journal Central European Agriculture**, v.7, n.1, p.135-140, 2006.
- SCOTT, M.L. Tips to improve egg Shell quality. **Feedstuffs**, v. 67, n.33, p.18, 1995.
- SOHAIL, S.S.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, threonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. **Poultry Science**, v.81, n.7, p.1038-1044, 2002.
- STADELMAN, W.J.; COTTERIL, O.J. **Egg science and technology**. 3.ed. New York: Fod Products Press, 1986. 449p.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1966. 856p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** – SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VAN SOEST, P. J. Definition of fibre in animal feeds. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A (Eds.) In: **Recent advances in animal nutrition**, Butterworth's: London, 1985. p.55-70.
- YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSHI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. **British Poultry Science**, v.27, n.2, p.171-176, 1986.

Efeito de diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado em dietas suplementadas com fitase para poedeiras comerciais

RESUMO: O experimento foi realizado com objetivo de avaliar o desempenho, a qualidade dos ovos e a concentração de cálcio (Ca) e fósforo (P) na tíbia de poedeiras leves alimentadas com dietas à base de milho, farelo de soja, farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e fitase. Foram utilizadas 360 poedeiras Hy-Line W36 de 28 a 44 semanas de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x3, totalizando nove tratamentos, com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos experimentais consistiram de nove rações contendo diferentes concentrações de FGMD (0%, 12% e 30%) e de fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg). O experimento teve a duração de quatro ciclos de 28 dias cada, em que foram avaliados o consumo de ração, a produção de ovos, massa e peso médio dos ovos, a conversão alimentar, a gravidade específica, o índice de pigmentação de gema, a Unidade Haugh e a espessura da casca. Ao final do experimento, foram abatidas cinco aves por tratamento, a fim de analisar o teor de Ca e P na tíbia. Não houve interação entre os níveis de FGMD e de fitase ($P>0,05$) para as variáveis analisadas. A inclusão de 30% FGMD reduziu ($P<0,05$) o consumo de ração. Para o índice de pigmentação foi observado efeito significativo dos níveis de FGMD e de fitase na ração. Não foram observados efeitos dos níveis de FGMD ou de fitase nos demais parâmetros estudados. Pode-se concluir que adição de até 30% de FGMD na ração para poedeiras leves, desde que adicione pigmentante na ração e a adição de 1000 FTU/kg de ração, melhorou a pigmentação das gemas.

Palavras-chave: alimento alternativo, enzima, nutrição, qualidade dos ovos

Effect of different inclusion levels of defatted corn germ meal in diets supplemented with phytase for laying hens

ABSTRACT: The experiment was carried with the objective of evaluating the productive performance, egg quality and calcium and phosphorus percentage on tibia of laying hens subjected to diets containing different levels of defatted corn germ meal (DCGM) and phytase. Three hundred and sixty laying hens (Hy-Line W36) with 28 to 44 weeks of age were distributed to a randomized design in factorial disposition 3x3 (three levels of FGMD and three levels of phytase), in nine treatments with five replicates per treatment. The treatments were the inclusion of defatted corn germ meal (0, 12 and 30%) and phytase addition (0, 500 and 1000 FTU/kg of diet). The experiment was carried in four cycles of 28 days and the variables studied were: the performance (feed intake, egg production, egg weight, egg mass and feed conversion) and egg quality (egg specific gravity, yolk color, shell thickness and Haugh-unity). In the finish of experiment, five bird per treatment was abated to analyses the calcium and phosphorus contant in tibia. There was no effect of interaction between levels of inclusion to FGMD and phytase ($P>0,05$) for all variables. Effect signification was observed for feed intake and yolk pigmentation in function of FGMD levels. There was also a positive effect of 1000 FTU/kg de diets in yolk pigmentation. For the others variables no effect were observed about levels of FGMD or phytase. The defatted corn germ meal can be included at 30% in laying hens diets with addiction of pigment in the feed. The phytase improve the yolk color.

Key Words: alternative feed, enzyme, egg quality, nutrition

Introdução

O farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD), produto da extração do óleo do gérmen de milho, apresenta potencial de uso na alimentação de poedeiras, embora seu valor nutricional seja inferior ao do milho.

O produto também possui alta concentração de ácido fítico, sendo um aspecto negativo para uso na alimentação de monogástricos. Fukuji et al. (2008) quantificaram o teor de ácido fítico do FGMD em 2,81%.

O ácido fítico (mio-inositol hexafosfato) é um componente encontrado na maioria dos vegetais e, devido a sua habilidade de formar complexos insolúveis com importantes minerais (cálcio, ferro, zinco e magnésio) e influenciar de forma negativa na utilização da energia e da proteína da ração é considerado como fator antinutricional (Ravindran et al., 2006; Selle & Ravindran, 2007). Na indústria alimentícia o ácido fítico, dada sua capacidade de quelar o ferro, é usado diretamente na carne como antioxidante natural (Lee & Hendricks, 1995; Soares et al., 2004)

Todavia, priorizando a otimização dos nutrientes das rações animais e reconhecendo a elevada concentração de ácido fítico nos grãos, a utilização da enzima fitase tem sido ampliada comercialmente.

A fitase (mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase) tem como função hidrolisar a molécula do ácido fítico e disponibilizar o fósforo para o animal reduzindo a sua excreção. No entanto, o seu efeito na utilização da energia e dos aminoácidos em aves não está claro (Selle & Ravindran, 2007).

Vários estudos demonstraram a eficácia da enzima fitase no desempenho e na disponibilidade do cálcio e do fósforo em poedeiras comerciais alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja (Lim et al., 2003; Panda et al., 2005; Wu et al., 2006). Além de proporcionar menor porcentagem de ovos de casca fina, a utilização da fitase resulta em

aumento na absorção dos pigmentos e da massa de ovos, melhorando a quantidade de albúmen e da gema (Soto-Salanova & Watt, 1997).

O trabalho teve o objetivo avaliar os efeitos de rações formuladas à base de milho e farelo de soja, com diferentes inclusões de FGMD e fitase, sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e o percentual de cálcio e fósforo na tíbia de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizadas 360 poedeiras Hy-Line W36, com 28 semanas de idade, durante 112 dias, compreendendo quatro ciclos de 28 dias.

As poedeiras foram alojadas em 45 gaiolas instaladas em um galpão convencional para postura, com 24 m de comprimento, 5,50 m de largura e 2,80 m de pé-direito, com cobertura de telhas de fibrocimento. Cada gaiola de arame galvanizado medindo 100 cm de comprimento (divididas em dois compartimentos de 50 cm) x 45 cm profundidade x 40 cm de altura, alojou oito poedeiras, constituindo a unidade experimental. Os bebedouros eram do tipo copo, sendo dispostos lateralmente entre as divisórias das gaiolas, atendendo a quatro aves cada. Os comedouros, tipo calha, eram de madeira e instalados à frente das gaiolas. As aves receberam água e alimento à vontade durante todo o período experimental, e utilizou-se um programa de luz com 17 horas de luz/dia.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, em que os fatores constituíram em rações isonutritivas à base de milho e farelo de soja contendo três níveis de FGMD (0, 12 e 30%) e três níveis de fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg de ração), resultando em nove rações experimentais, cada um com cinco repetições de oito aves. As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas utilizando os

valores nutricionais dos alimentos e exigências nutricionais preconizados por Rostagno (2005), à exceção do FGMD cujos valores nutricionais considerados foram aqueles indicados por Brunelli et al. (2006).

Tabela 1. Composição das rações experimentais

Ingrediente	Nível de inclusão do FGMD (%)		
	0	12	30
Milho	63,79	51,00	31,82
Farelo soja	22,93	21,77	19,97
FGMD	0,00	12,00	30,00
Óleo soja	1,48	3,40	6,28
Fosfato bicálcico	1,52	1,42	1,28
Calcário	9,25	9,25	9,26
Sal	0,48	0,48	0,50
DL-Metionina (99%)	0,15	0,22	0,31
L-Lisina HCl (79%)	0,00	0,05	0,15
Suplemento vit.+min.+AA ¹	0,40	0,40	0,40
Valores Calculados			
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00
Cálcio (%)	4,02	4,02	4,02
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37
Lisina digestível (%)	0,70	0,70	0,70
Metionina + Cistina dig (%)	0,61	0,61	0,61
Fibra bruta (%)	2,60	2,96	3,48
Extrato Etéreo (%)	4,15	5,66	8,24

¹Suplemento vitamínico mineral aminoácido por kg de produto: Vit. A 2.500.000 UI, Vit. B1 350 mg, Vit. B12 2.750 mcg, Vit B2 1.250 mg, Vit B6 500 mg, D3 625.000 UI, Vit. E 1.500 mg, Vit. K 400 mg, Ácido fólico 100 mg, Ácido pantotênico 2.500 mg, Cobre 2.000 mg, Ferro 12.500 mg, Zinco 12.500, Iodo 187,5 mg, Mangânes 18.750 mg, Metionina 172,5 g, Niacina 6.250 mg, Selênio 75 mg, Antioxidante 2,5 g e Veículo Q.S.P 1.000 g.

Foi utilizado o produto NATUPHOS 10.000G[®] como fonte de fitase e as rações foram formuladas sem considerar a matriz nutricional da mesma.

Ao final de cada ciclo de 28 dias, foram avaliadas as características de desempenho - consumo de ração (CR) em g/ave/dia; produção de ovos (PO); peso médio dos ovos (PMO) em g; massa de ovos (MO) em g/ave/dia e conversão alimentar (CA) em g de ração/g de massa de ovo, e as características de qualidade dos ovos determinadas pela gravidade específica (g/cm^3); o índice de pigmentação da gema, a porcentagem de gema, a porcentagem de albúmen, a porcentagem de casca, espessura de casca (mm) e Unidade Haugh (UH).

O consumo de ração em cada parcela foi calculado pela diferença entre o fornecido no início e a sobra ao final de cada ciclo. O consumo de ração de cada ave foi calculado dividindo-se o consumo de ração na parcela pelo número de aves, e nas parcelas que ocorreram mortes, dividiu-se o consumo pela média ponderada de aves no período. A produção de ovos em cada parcela foi registrada diariamente e calculada em porcentagem ao final de cada ciclo. O peso médio dos ovos foi obtido através do peso total dos mesmos divididos pelo número de ovos produzidos nos dois últimos dias de cada ciclo. A massa de ovos correspondeu ao produto do número de ovos pelo peso médio dos ovos da parcela. A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada por meio da relação entre o consumo de ração e a massa de ovo produzida.

Os ovos produzidos em cada parcela nos três últimos dias de cada ciclo de 28 dias foram coletados, identificados e transportados para uma sala de ovos, onde foram armazenados em temperatura ambiente por 24 horas. Os ovos íntegros de cada unidade experimental foram mergulhados em sete soluções salinas com densidade variando de 1,080 a 1,098 g/cm^3 , com gradiente de 0,003 entre elas, para estimar a gravidade específica de acordo com a técnica de flutuação salina proposta por Hamilton (1982).

Posteriormente, dois ovos de cada unidade experimental foram identificados, pesados e quebrados, a fim de se obter o índice de pigmentação da gema, através do auxílio de um

leque colorimétrico. Após separação e lavagem das cascas, estas ficaram expostas por 72 horas à temperatura ambiente e armazenadas para posterior determinação da espessura das mesmas. Também foi obtida a altura do albúmen, através do uso de micrometro, para a realização do calculo da Unidade Haugh.

As espessuras das cascas foram determinadas através de um paquímetro digital, em quatro pedaços de 3 a 5 mm² cada, retirados de quatro regiões diferentes de cada casca de ovo. Os valores obtidos de cada ovo foram transformados no valor médio de cada unidade experimental.

Para a identificação da Unidade Haugh utilizou-se os valores dos pesos dos ovos e da altura do albúmen. Os resultados foram obtidos através da fórmula sugerida por Stadelman & Cotteril (1986), $UH = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, onde: H= altura do albúmen (mm); 7,57 = fator de correção para altura do albúmen; 1,7 = fator de correção para peso do ovo e W = peso do ovo (g).

Ao final do experimento, uma ave por unidade experimental foi sacrificada por deslocamento cervical e teve retirada a sua tíbia esquerda, a qual foi colocada em uma panela de alumínio e fervida (até levantar fervura) para amolecer os resíduos de carne. Em seguida, todas foram lavadas em água fria e com auxílio de uma escova, foram retirados os resíduos de carne, a fíbula e a cartilagem próxima. Após secagem a 100°C, por 24 horas, foram desengorduradas com éter de petróleo em extrator de Soxhlet. Após serem secas e trituradas, foram encaminhadas para o Laboratório do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) de Londrina para análise de teor de cálcio e fósforo.

Os valores médios dos parâmetros analisados foram submetidos à análise de variância através do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UFV (2000). Para comparação das médias obtidas em cada nível de

FGMD (12 e 30%) e de fitase (500 e 1000 FTU/kg de ração) em relação à ração testemunha (isenta de FGMD e fitase), foi utilizado o teste Dunnett (5%).

Resultados e Discussão

Não houve efeito da interação entre os níveis de inclusão do FGMD e os de fitase ($P>0,05$) para todas as variáveis analisadas.

Com relação ao desempenho das poedeiras alimentadas com as rações contendo os diferentes níveis de FGMD e de fitase (Tabela 2), observa-se que o consumo da ração com 30% de inclusão de FGMD foi inferior ao da ração testemunha ($P<0,05$). Para as demais características analisadas não foram observadas diferenças entre as rações contendo os diferentes níveis de FGMD (12 e 30%) e de fitase (500 e 1000 FTU/kg de ração) e a ração testemunha ($P>0,05$).

Tabela 2. Desempenho de poedeiras de 28 a 44 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e fitase

Características	FGMD (%)			Fitase (FTU/kg)			C.V. ¹ (%)
	0	12	30	0	500	1000	
Consumo de ração (g/ave/d)	102,84	100,83	99,20*	101,43	101,67	99,77	3,58
Produção de ovos (%)	94,54	93,77	93,18	94,65	94,01	92,83	4,89
Peso médio dos ovos (g)	59,93	59,94	59,71	59,77	59,96	59,85	2,82
Massa de ovos (g/ave/d)	56,65	56,19	55,56	56,54	56,37	55,50	4,94
Conversão alimentar (g/g)	1,82	1,80	1,79	1,79	1,81	1,81	5,62

¹ Coeficiente de Variação; *Valor diferente ($P<0,05$) em relação à ração testemunha pelo teste de Dunnett

O aumento no teor de gordura nas rações, em função da adição de óleo de soja nas rações com 30% de FGMD, pode ter sido determinante para a diminuição do consumo de ração. A redução no consumo alimentar de dietas acrescidas de gordura se explica pelo

fato de que a mesma provoca redução na taxa de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal (Mateos & Sell, 1981; Mateos et al., 1982). Samli et al. (2006) alimentando poedeiras comerciais com rações contendo diferentes níveis de farelo de arroz (0, 5, 10, 15 e 20%) e Lima et al. (2007), com diferentes níveis de farelo de coco (0, 5, 10, 15 e 20%), também observaram menores consumos para as rações com maiores concentrações de fibra dietética, associando o resultado à correção da energia pela adição de óleo vegetal.

Quanto aos níveis de adição de fitase não foi observado efeito para o consumo de ração ($P>0,05$). Tangendjaja et al. (2002) também não observaram efeito da enzima fitase (300 FTU/kg) para esta característica em poedeiras de 23 a 48 semanas de idade alimentadas com rações contendo 22% de farelo de arroz, 3,6% Ca e 0,79% fósforo total.

Vários experimentos mostraram que o efeito da fitase sobre o consumo de ração das poedeiras está relacionado à concentração do fósforo disponível na dieta. Liu et al. (2007) realizaram um experimento com poedeiras alimentadas com cinco dietas para verificar a eficiência de diferentes fontes de fitase nos parâmetros zootécnicos. As rações utilizadas foram controle positivo (3,30% Ca e 0,28% P disponível), controle negativo (3,18% Ca e 0,15% P disponível) e mais três dietas controle negativo com adição de 300 FTU/kg de ração (cada fitase de diferente fonte) e observaram que o consumo de ração controle positivo foi superior ao controle negativo isento de fitase (97,43 vs 94,11 g/ave/dia) e semelhante ao controle negativo suplementado com fitase (99,35; 98,72 e 96,75).

Borrmann et al. (2001) relataram que a adição da fitase aumentou o consumo somente em poedeiras alimentadas com rações deficientes em fósforo disponível (0,1%), não havendo diferença no consumo para rações contendo níveis mais elevados de fósforo disponível (0,3 e 0,4% P disponível).

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de FGMD e de fitase na produção de ovos. Estes dados estão de acordo com os obtidos por Tangendjaja et al. (2002) que

trabalhando com poedeiras alimentadas com rações contendo 22% de farelo de arroz, 300 FTU/kg de ração, 3,6% Ca e 0,79% fósforo total, também não observaram efeito dos tratamentos nesta característica.

Silversides et al. (2006) trabalhando com diferentes níveis de fitase (0, 300, 500 e 700 FTU /kg de ração) e de fósforo disponível (0, 20 e 0,30%) em rações à base de milho e farelo de soja para poedeiras com 34 a 49 semanas de idade também não observaram efeitos dos níveis de fitase na produção de ovos.

Segundo Liu et al. (2007), o efeito da fitase na produção e na qualidade da casca do ovo está relacionado com a quantidade de fósforo disponível na dieta, indicando que o seu nível é fator limitante para o desempenho das poedeiras.

A concentração de 0,375% de fósforo disponível nas rações utilizadas neste experimento, que correspondeu ao consumo de 378 mg de fósforo disponível/ave/dia foi suficiente para suportar a produção de ovos, não havendo, portanto, efeito do fósforo liberado pela fitase sobre esta característica. Godoy et al. (2002) citaram que a atividade da enzima fitase é inibida na medida em que se aumenta a concentração de fósforo inorgânico na ração.

O peso do ovo não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de FGMD e de fitase nas dietas. Alguns pesquisadores observaram efeito do ácido fítico sobre as proteases, interferindo de forma negativa na digestibilidade das proteínas e dos aminoácidos (Weaver & Kannan, 2002; Ravindran et al., 2006). Por ser o FGMD um alimento rico em ácido fítico, esperava-se um resultado negativo no peso dos ovos, contudo esta observação não foi confirmada. O'Dell & Del Boland (1976) demonstraram que o ácido fítico e as proteínas do milho não formam complexos fortes.

Jalal & Scheideler (2001) não observaram diferenças significativas no peso dos ovos quando fizeram contrastes das médias de rações com e sem suplementação de fitase. No

entanto, outros trabalhos demonstraram que a suplementação com fitase melhora o peso dos ovos (Ceylan et al., 2003; Wu et al., 2006; Silversides et al., 2006). Segundo Ceylan et al. (2003), o efeito da fitase sobre esta característica está relacionado ao consumo de fósforo disponível, onde ingestão diária inferior a 300 mg de fósforo disponível pode não ser suficiente para garantir os pesos adequados aos ovos. Estes mesmos autores observaram que o consumo de 200 mg de Pd/dia foi suficiente para manter o peso dos ovos somente para as dietas suplementadas com fitase (300 FTU/kg de ração). A deficiência de fósforo da dieta, portanto, afeta negativamente a qualidade e o peso dos ovos (Soní-Guilhermo et al., 2004).

A massa do ovo não foi afetada pela inclusão do FGMD e da fitase nas rações ($P>0,05$), o que se explica pelo fato de que as variáveis envolvidas (número de ovos x peso médio dos ovos da parcela) no cálculo deste não terem sido afetadas pelos tratamentos experimentais.

Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) dos tratamentos experimentais na conversão alimentar. Os resultados obtidos corroboram com os de Lim et al. (2003), que também não encontraram efeito da enzima para esta característica.

Na tabela 3 estão os resultados referentes à qualidade dos ovos. A gravidade específica não foi afetada ($P>0,05$) pelos níveis de FGMD e da fitase. Estes resultados contrastam com os de Fireman et al. (1999) e Araújo et al. (2008), que trabalhando com farelo de trigo na dieta de poedeiras, observaram influência negativa do elevado teor de ácido fítico no aproveitamento do cálcio, resultando em piora da gravidade específica dos ovos. Fireman et al. (1999) observaram melhora na gravidade específica ao adicionar fitase (300 e 600 FTU/ kg de ração) na dieta de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis crescentes de farelo de arroz.

Segundo Gordon & Roland (1998) e Keshavarz (2000), a gravidade específica dos ovos está relacionada com os níveis de cálcio e fósforo da dieta. Gordon & Roland (1998) citaram melhora na gravidade específica quando as poedeiras foram alimentadas com dietas contendo níveis elevados de cálcio, enquanto que Keshavarz (2000) constatou melhora da gravidade específica dos ovos de poedeiras que se alimentaram de dietas com baixo nível de fósforo disponível, adicionada de fitase.

Tabela 3. Efeito dos diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e fitase na ração de poedeiras sobre a qualidade dos ovos

Características	FGMD (%)			Fitase (FTU/kg)			C.V. ¹ (%)
	0	12	30	0	500	1000	
Gravidade específica (g/cm ³)	1,089	1,089	1,089	1,089	1,089	1,089	0,08
Índice de pigmentação da gema	6,56	6,08*	4,94*	5,64	5,92	6,00*	6,90
Espessura da casca (mm)	40,08	40,24	40,39	40,24	40,38	40,08	1,95
Unidade Haugh	94,01	93,07	92,84	94,01	93,26	92,65	2,79

¹Coeficiente de variação; * Valor diferente (P<0,05) em relação ao nível zero pelo teste de Dunnett

Observou-se diferenças significativas entre o índice de pigmentação da gema para os níveis 12 e 30% de FGMD em relação à ração testemunha. Como o grão de milho possui maior concentração de xantofila (20,09 µg/g) que o gérmen (1,88 µg/g) (Moros et al., 2002), a redução na pigmentação da gema ocorreu pela menor oferta do pigmentante.

Em relação à suplementação de fitase, as aves alimentadas com as rações contendo 1000 FTU/kg de ração apresentaram ovos com gemas mais amarelas em relação às aves alimentadas com rações sem fitase. Este resultado pode estar relacionado à hidrólise do ácido fítico da dieta pela fitase. O ácido fítico tem propriedade despigmentante e antioxidante e é utilizado na composição de cremes clareador cutâneo (Gardoni et al.,

2004). Soto-Salanova & Watt (1997) relataram que um dos efeitos da suplementação da enzima fitase às dietas de poedeiras é o aumento na absorção dos pigmentos.

Avaliando as médias referentes à qualidade interna e externa dos ovos, foi possível observar que a espessura da casca e a Unidade Haugh não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de FGMD e de fitase. Brito et al. (2005) não encontraram efeitos da inclusão de gérmen de milho integral na ração sobre a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Os efeitos da fitase sobre a espessura da casca estão de acordo com os resultados obtidos por Ceylan et al (2003), mas diferem dos observados por Borrmann et al. (2001), que encontraram piora na espessura de casca (0,359 mm) quando as poedeiras foram alimentadas com rações suplementadas com fitase, quando comparada com as rações não suplementadas (0,368 mm).

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre a concentração de cálcio e de fósforo e relação cálcio:fósforo na tíbia das poedeiras alimentadas com cada um dos níveis de inclusão de FGMD e de fitase em relação às alimentadas com ração isenta de FGMD e de fitase (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração de cálcio, de fósforo e relação de cálcio:fósforo na tíbia de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) e de fitase na ração de poedeiras leves

Características (%)	FGMD (%)			Fitase (FTU/kg)			C.V. ¹ (%)
	0	12	30	0	500	1000	
Concentração de cálcio	17,02	16,94	16,60	16,78	16,95	16,83	3,62
Concentração de fósforo	9,43	9,20	9,24	9,17	9,26	9,35	6,74
Relação cálcio:fósforo	1,83	1,85	1,80	1,84	1,84	1,81	8,40

¹ Coeficiente de variação

Os dados sugerem que a quantidade de ácido fítico presente no FGMD não interferiu na deposição de cálcio e fósforo na tíbia. No entanto, Vieira et al. (2001) observaram que

as aves alimentadas com ração contendo farelo de arroz (8%) e trigo (6%) apresentaram menor percentual de fósforo na tíbia (10,47%) em relação às alimentadas com milho e soja (11,12%) e atribuíram este efeito ao maior teor de ácido fítico dos farelos de arroz e de trigo em relação ao milho e ao farelo de soja.

Como não foi observado influência dos níveis de fitase sobre a concentração de fósforo na tíbia, pode-se concluir que a quantidade de P disponível (0,375%) contida nas rações foi suficiente para a manutenção das estruturas ósseas das poedeiras.

Pintar et al. (2005) também não encontraram efeitos da inclusão de 500 ou 1000 FTU/kg de ração sobre os teores de Ca e P na tíbia de frangos de corte. López & López (2002) e Vieira et al. (2007) observaram que frangos de corte alimentados com rações contendo milho e soja apresentaram maior concentração de fósforo da tíbia (15%) em relação aos animais alimentados com ração contendo milho, farelo de soja, farelo de arroz integral e fitase (10,5%).

Fukayama et al. (2008), avaliando o efeito da fitase (0, 500, 750 e 1000 FTU/kg de ração) em rações à base de milho, farelo de soja e farelo de arroz (5%) sobre as características ósseas de frangos de corte aos 20 dias de idade, observaram efeito quadrático para o percentual de cálcio na tíbia, sendo as melhores médias para os grupos alimentados com rações contendo 500 e 750 FTU/kg de ração e a pior média para os frangos alimentados com ração contendo 1000 FTU/kg de ração.

A relação de Ca:P na tíbia não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis de inclusão de FGMD ou de fitase na ração em relação a das aves alimentadas com ração sem FGMD e fitase. Segundo Scott et al. (1982), a relação de Ca:P deve ser em torno de 2:1.

Conclusão

O farelo de gérmen de milho desengordurado pode ser incluído em até 30% na dieta de poedeiras leves desde que adicione pigmentante à ração. A adição de 1000 FTU/kg de fitase melhorou a pigmentação da gema.

Literatura Citada

- ARAUJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A. et al. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008.
- BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO E.T. et al. Efeito da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Revista Ciências Agrotecnica.**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.
- BRITO, A.B.; STRINGHINI, J.H.; BELEM, L.M. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas de idade consumindo gérmen integral de milho. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.1, p.29-34, 2005.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A. et al. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1349-1358, 2006.
- CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S.E.; STILBORN, H.L. High available phosphorus corn and phytase in layer diets. **Poultry Science**, v.82, n. 5, p.789-795, 2003.
- FIREMAN, A.K.B.A.T.; FIREMAN, F.A.T.; LOPEZ, J. Efeito da fitase sobre a qualidade da casca do ovo de poedeiras alimentadas com dietas baseadas em farelo de arroz desengordurado. In: Reunião Anual da SBZ, 36, 1999, Porto alegre, RS. **Anais... CD-ROM**
- FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, 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, n.4, p.629-635, 2008.
- FUKUJI, T.S.; FERREIRA, D.L.; SOARES, A.L. et al. Ácido fítico de híbridos de milho e alguns produtos industrializados. **Acta Science Agrotécnica**. V. 30, n.1, p. 31-35, 2008.
- GARDONI, B.L.K.; SATO, M.E.O.; PONTAROLO, R. et al. Avaliação clínica e morfológica da ação da hidroquinona e do ácido fítico como agentes despigmentantes. **Acta Farmaceutica Banaerense**, v.23, n.3, p.297-303, 2004
- GORDON, R.W.; ROLAND, D.A. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. **Poultry Science**, v.77, n.1, p. 290-294, 1998.
- GODOY, S.; CHICCO,C.; MESCHY, F. et al. Efecto de la suplementación de fitasa microbial em la utilización de fósforo fítico em pollos de engarde alimentados condietas a base de maíz – soya. **Revista Científica** , v.12, n.2, p.519-523, 2002.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, n.6, p.2022-2039, 1982.
- JALAL, M.A.; SCHEIDELER, E.S. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, v.80, n. 10, p.1463-1471, 2001.
- KESHAVARZ, K. Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without on a phase feeding. **Poultry Science**, v.79, n.4, p.748-763, 2000.
- KESHAVARZ, K. The effect of different levels of nonphytate with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, v.82, n.1, p. 71-91, 2003.
- LEE, B. J.; HENDRICKS, D. G. Phytic acid protective effect against beef round muscle lipid peroxidation. **Journal of Food Science**, v.60, n.2, p.241-244, 1995.
- LIM, H.; NAMKUNG, H.; PAIK I.K. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality, and phosphorous excretion of laying hes fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorous. **Poultry Science**, v.82, n.1, p.92-99, 2003.

- LIU, N.; LIU, G.H.; LI, F.D. et al. Efficacy of phytases on egg production and nutrient digestibility in layers fed reduced phosphorus diets. **Poultry Science**, v.86, n.11, p.2337-2342, 2007.
- LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.3, p.99-110, 2007.
- LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. Efeitos da fitase microbiana na biodisponibilidade do fósforo e de outros minerais no farelo de arroz em rações para frangos de corte. I. Desempenho animal. Porto Alegre: UFRGS, 2002.
- MATEOS, G. G.; SELL, J. L. Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semi purified diets for laying hens. **Poultry Science**, v. 60, p.2114-2119, 1981.
- MATEOS, G. G.; SELL, J. L.; EASTWOOD, J.A. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. **Poultry Science**, v. 61, p.94-100, 1982.
- MOROS, E.E.; DARNOKO, D.; CHERYAN, M. et al. Analysis of xanthophylls in corn by HPLC. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, n.21, p.5787-5790, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of poultry. 9 ed. Washington D.C: National Academy Press, 1994. 155p.
- O'DELL, B.L.; BOLAND, A.R. Complexation of phytase with proteins and cations in corn germ and oilseed meals. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.24, n.4, p.804-808, 1976.
- PANDA, A.K.; RAO, S.V.R.; RAJU, M.V.L.N. et al. Effect of microbial phytase on production performance of white leghorn layers fed on a non-phytate phosphorus. **Poultry Science**, v.46, n.4, p.464-469, 2005.
- PINTAR, J.; BUJAN, M.; HOMEN, B. et al. Effects of supplemental fitase on mineral content in tibia of broilers fed cereal based diets. **Journal Animal Science**, v.50, n.2, p.68-73, 2005.
- RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.; PARTRIDGE, G. et al. Influence of an Escherichia coli derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.82-89, 2006.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 2005. 186 p.
- SAMLI, H. E.; SENKOYLU, N.; AKYUREK, H. et al. Using rice bran in laying hen diets. **Journal Central European Agriculture**, v.7, n.1, p.135-140, 2006.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Essential inorganic elements**. In: nutrition of the chicken. 3.ed. New York: M.L Scott Associates, 1982. p.287-304.
- SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.1-41, 2007.
- SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A.; KORVER, D.R. et al. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, v.85, n.2, p.297-305, 2006.
- SOARES, A.L.; RUBISON, O.; SHIMOKOMAKI, M. et al. Synergism between dietary vitamin e and exogenous phytic acid in prevention of warmed-over-flavour development in chicken *Pectoralis major*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.1, p.57-62, 2004a.
- SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D.A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, threonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. **Poultry Science**, v.81, n.7, p.1038-1044, 2002.
- SONÍ-GUILHERMO, E.; CUCA-CARCÍA, M.; GONZÁLEZ-ALCORTA, M. et al. Nivel óptimo biológico y económico de fósforo em gallinas leghorn blancas en el segundo ciclo de postura. **Revista Agrociência** v. 38, n.6, p. 593-601, 2004.

- SOTO-SALANOVA, M.F.; WATT, C.L. Uso de enzimas para alcanzar el máximo potencial de las materias primas para dietas de avicultura. **Midwest Poultry Federation Convencion**, Minneapolis, 1997.
- STADELMAN, W.J.; COTTERIL, O.J. **Egg science and technology**. 3.ed. New York: Fod Products Press, 1986. 449p.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1966. 856p.
- TANGENDJAJA, B.; CHUNG T.K.; BROZ, J. Effects of different sources of microbial phytase on production performance of brow-egg layers fed diets containing a high level of rice bran. **Journal Applied Poultry Science Research**, v.11,n.2, p.212-216, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** – SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- VIEIRA, R.S.A.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase. **Revista Ciência Agrotecnica**. v.25, n.6, p.1413-1422, 2001.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Science Animal Science**, v.29, n.3, p.267-275, 2007.
- WEAVER, C.M.; KANNAM, S. Phytate and mineral bioavailability, In: REDDY, N.R.; SATHE, S.K. **Food Phytates**, Florida: CRC Press, 2002, p. 25-51, 2002.
- WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M.M. et al. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.64-69, 2006.

Efeito da adição de fitase na ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e oxidação lipídica do músculo da coxa e do peito de frangos de corte

RESUMO: O experimento foi realizado com objetivo de avaliar o efeito da enzima fitase sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a oxidação lipídica do músculo do peito e da coxa de frangos de corte alimentados com rações à base de milho, farelo de soja e farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD), um ingrediente com alta concentração de ácido fítico. Foram utilizados 300 pintos, machos, da linhagem “Hybro”, com quatro dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos, com dez repetições e dez aves por unidade experimental. O programa alimentar foi dividido em três períodos, de acordo com a idade, sendo: inicial (4 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias) e terminação (36 a 42 dias). Foram formuladas, para cada fase, três rações com diferentes níveis de fitase (0, 750 e 1500 FTU/kg de ração). A adição da fitase não afetou o desempenho e o rendimento de carcaça dos frangos de corte. A inclusão da fitase aumentou de forma linear a oxidação lipídica do músculo do peito (0,208; 0,286 e 0,341 mg TBARS/kg) e da coxa refrigerada (0,348; 0,421 e 0,521 mg TBARS/kg) dos frangos. Os resultados sugerem que a adição de até 1500 FTU/kg de ração em dietas contendo milho, farelo de soja e FGMD não alterou as características de desempenho e de rendimento de carcaça, no entanto, diminuiu a estabilidade lipídica da carne refrigerada.

Palavras-chave: alimento alternativo, ácido fítico, enzima, TBA

Effect of Phytase Supplementation of Diets on Performance, Carcass Yield and Lipid Oxidation in Muscle of Breast and Breast of Broiler Chickens

ABSTRACT: The experiment was carried out with the objective to evaluate the effect of phytase supplementation on productive performance, carcass yield and lipid oxidation in muscle of breast and breast of broilers subjected to diets containing corn, soybean and defatted corn germ meal an ingredient with high level of phytic acid. Three hundred broilers “Hybro”, with four days of age, males, were distributed a completely randomized design with three treatments, with ten replicates and ten broilers per experimental unit. The feeding programs were divided in three periods, according the age, been: starting (4 to 21 d), growing (22 to 35 d) and finishing phases (36 to 42 d). Were formulated for each age, three different ration containing distinct levels of phytase (0, 750 and 1500 FTU g⁻¹). The inclusion of phytase did not affect the performance and carcass yield of broiler chickens. There were linear effect increasing the lipid oxidation to there frigerated muscle of breast (0,208; 0,286 and 0,341 mg TBARS/kg) and breast (0,348; 0,421 e 0,521 mg TBARS/kg), according the increase of the phytase supplementation. These data indicated that phytase supplementation at 1500 FTU g⁻¹ of diet had not effect on performance and carcass yield of the broiler chickens; however it reduced the lipid stability of broilers meat.

Key Words: alternative feed, enzyme, phytic acid, TBA

Introdução

As rações para frangos de corte são constituídas basicamente pelo milho e pelo farelo de soja, ingredientes de origem vegetal cujo fósforo está principalmente na forma de ácido fítico (AF). Para Kasim & Edwards (1998) o nível de ácido fítico determinado nestes grãos foi de 0,97% e 0,84%, respectivamente.

A molécula do ácido fítico possui elevado poder de quelação (Keshavarz, 1999) e afinidade por minerais como cálcio, ferro, zinco, cobre, potássio e manganês (Liu et al., 2005) e por aminoácidos e proteínas (Febles et al., 2002). Ao formar quelatos com os nutrientes da ração das aves, o ácido fítico é considerado um antinutriente por interferir negativamente na digestibilidade da energia metabolizável (Keshavarz, 1999), das proteínas e dos aminoácidos (Keshavarz, 1999; Selle & Ravindran, 2007) e na biodisponibilidade de certos minerais (Liu et al., 2005; Ma et al., 2005; Fredlund et al., 2006), pois o organismo destas não secretam fitase endógena em quantidade suficiente para a disponibilização do fósforo fítico e de outros nutrientes complexados ao ácido fítico, comprometendo o desenvolvimento das aves (Ravindran et al., 1999).

Todavia, devido sua habilidade de quelatar o ferro em especial, o ácido fítico é muito utilizado na indústria de alimentos como um antioxidante natural. No *Codex Alimentarius* o ácido fítico é tratado como um antioxidante (Pokorny et al., 2003). O efeito antioxidante do ácido fítico, entretanto, é pouco estudado na nutrição animal. Resultados benéficos do ácido fítico veiculado através da ração sobre o rendimento da carcaça (Gebert et al., 1999a; Shelton et al., 2004) e sobre a oxidação lipídica da carne suína foram registrados (Gebert et al., 1999b; Harbach et al., 2007), porém estas mesmas ações em frangos de corte demandam mais estudos (Pillai et al., 2006; Rezaei et al., 2007).

Neste particular, o farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) apresenta elevada concentração de ácido fítico (Brunelli et al., 2006), 2,81% segundo Fukuji et al.

(2008), podendo representar um importante ingrediente para a composição da ração de frangos de corte.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar o efeito da utilização de rações à base de milho, farelo de soja e FGMD associado à enzima fitase sobre as características de desempenho, rendimento de carcaça e oxidação lipídica dos músculos do peito e da coxa de frangos de corte.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizados 300 pintainhos machos da linhagem Hybro, com idade inicial de quatro dias, alojados em galpão convencional, dividido em 30 boxes, equipados com comedouros tubulares e bebedouros pendulares, sendo adotados os manejos tradicionalmente empregados nas granjas comerciais, com água e ração à vontade.

No início do experimento as aves foram pesadas individualmente e distribuídas aleatoriamente nos boxes. Os tratamentos experimentais foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, constituídos por rações isonutritivas, à base de milho, farelo de soja e 20% de inclusão de FGMD, suplementadas com dois níveis de fitase (750 e 1500 FTU/kg de ração). Foram estabelecidos três tratamentos com 10 repetições de 10 frangos cada, totalizando 100 aves por tratamento.

As rações foram formuladas conforme a composição bromatológica dos ingredientes e as exigências nutricionais preconizados por Rostagno (2005), à exceção do FGMD, cujos valores nutricionais considerados foram os obtidos por Brunelli et al. (2006).

Foi utilizado o produto NATUPHOS 10.000G[®] como fonte de fitase e as rações foram formuladas sem considerar a matriz nutricional da enzima.

O programa de alimentação foi dividido em três períodos: ração inicial (4 a 21 dias de idade), ração de crescimento (22 a 35 dias de idade) e ração final (36 a 42 dias de idade). A composição das rações experimentais encontra-se na Tabela 1.

Aos 21, 35 e 42 dias de idade foram realizadas pesagens para a obtenção dos dados de desempenho: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Tabela 1. Composição das rações experimentais para o período inicial, crescimento e final

Ingredientes (%)	Ração		
	Inicial	Crescimento	Final
Milho	37,00	40,49	43,31
Farelo de soja	33,50	30,13	27,84
FGMD	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	5,45	6,05	5,60
Fosfato bicálcio	0,43	0,00	0,06
Calcário	0,00	0,20	0,22
Sal	0,30	0,30	0,30
DL-Metionina (99%)	0,14	0,16	0,10
L-Lisina HCL (79%)	0,17	0,18	0,13
Núcleo vit. + mineral+ A.A ¹	3,00	2,50	2,50
Valores calculados			
EM (kcal/kg)	3.000	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	21,0	19,4	18,5
Cálcio (%)	0,99	0,82	0,83
Fósforo disponível (%)	0,44	0,46	0,45
Metionina total (%)	0,61	0,58	0,52
Metionina+Cistina total	0,89	0,85	0,78
Lisina (%)	1,27	1,18	1,08

¹Núcleo mineral vitamínico aminoácido para aves por kg de produto: Vit. A 333.330,00 UI; Vit. D3 75.000,00 UI; Vit. E 757,00 mg; Vit. K3 100,00 mg; Vit B1 67,00 mg; Vit. B2 174,00 mg; Vit. B6 140,00 mg; Vit. B12 545,00 mg; Ac. Pantotênico 545,00 mg, Ac. Nicotínico 842,00 mg; Ac. Fólico 37,90 mg; Manganês 1.819,00 mg; Zinco 1.667,00 mg; Ferro 1.669,00 mg; Cobre 200,00 mg; Iodo 13,64 mg; Selênio 5,00 mg; Cobalto 32,500 mg; Metionina 49.500,00 mg; Lisina 13.320,00 mg; Colina 910,00 mg; Biotina 5,50 mg; Fósforo 99,00 g; Cálcio 251,00 g; Fluor 979,00 mg.

Aos 43 dias de idade, após jejum de seis horas, foram abatidas 30 aves, uma de cada unidade experimental, totalizando dez aves por tratamento. As aves selecionadas

apresentavam peso médio correspondendo o peso médio da unidade experimental. Foram avaliados os pesos médios ao abate, o peso e o rendimento da carcaça, o peso do peito, coxa, perna, de carne nobre (peito+coxa), da asa e a oxidação lipídica do músculo do peito e da coxa refrigerada e congelada.

Foi considerada carcaça o frango abatido, depenado, sem sangue, eviscerado e sem pés e cabeça. O rendimento dos principais cortes foi calculado em relação à carcaça abatida. O peito e as coxas foram separados da carcaça e pesados com pele e osso. Após a avaliação das carcaças e suas partes, foi coletado o músculo do peito (*Pectoralis major*) e parte do músculo da coxa para realização das análises de oxidação lipídica. Cada músculo foi seccionado em duas amostras com aproximadamente 70 g. Uma amostra permaneceu sob refrigeração em temperatura de 4°C, protegida da luz durante sete dias, e outra foi mantida em temperatura de congelamento (-20° C), protegida da luz, durante 60 dias, para análise de oxidação lipídica. Para a análise da oxidação lipídica utilizou-se o método indicativo de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). As determinações de TBARS foram feitas em duplicata em nove amostras de cada tratamento, segundo a metodologia de Tarladgis et al. (1964), modificado por Torres et al. (1986).

As médias dos parâmetros avaliados foram submetidas à análise de variância através do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UFV (2000) e, em caso de significância, aplicou-se o teste de Dunnett a 5%. Foram realizadas análises de regressão para estudar os efeitos dos níveis de adição de fitase na ração.

Resultados e discussão

Pelos resultados encontrados (Tabela 2), verificou-se que não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de fitase sobre as características de desempenho analisadas.

Tabela 2. Efeito dos níveis de fitase na ração sobre ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte nos períodos de 4 a 21, 22 a 42 e de 4 a 42 dias de idade

Características	Níveis de fitase (FTU/kg de			C.V ¹ (%)	Dun ²	Reg ³
	0	750	1500			
Período 4 a 21 dias de idade						
Ganho de peso (kg)	0,833	0,842	0,866	5,07	NS ⁴	NS
Consumo de ração (kg)	1,172	1,159	1,190	4,31	NS	NS
Conversão alimentar	1,41	1,38	1,37	4,10	NS	NS
Período 22 a 42 dias de idade						
Ganho de peso (kg)	1,606	1,658	1,594	5,26	NS	NS
Consumo de ração (kg)	2,978	3,012	2,960	5,98	NS	NS
Conversão alimentar	1,85	1,82	1,86	4,04	NS	NS
Período 4 a 42 dias de idade						
Ganho de peso (kg)	2,440	2,500	2,460	4,82	NS	NS
Consumo de ração (kg)	4,151	4,171	4,149	3,73	NS	NS
Conversão alimentar	1,70	1,69	1,69	3,04	NS	NS

¹Coeficiente de variação; ²Teste de Dunnett; ³Análise de regressão; ⁴Não significativo.

Na fase inicial (4 a 21 dias), não foram observados diferenças ($P > 0,05$) entre os níveis de fitase sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Esses dados estão coerentes com os obtidos por López & López (2002), Rezaei et al. (2007) e Vieira et al. (2007), que também não observaram efeito da suplementação da fitase na ração sobre o desempenho de frangos de corte. No entanto, estes dados discordam dos obtidos por Tejedor et al. (2001), Ahmed et al. (2004) e Pintar et al. (2004), que observaram efeito positivo dos níveis crescentes de fitase sobre estas características. Pintar et al. (2004), ao analisarem os efeitos da suplementação de fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg de ração) em dietas com milho, trigo, cevada, triticale, sobre a performance de frangos de corte, observaram aumento de 6% no ganho de peso e 7% no consumo de ração para o grupo alimentado com dietas contendo 1000 FTU/kg de ração em relação aos tratados com dietas isentas de fitase. Segundo Tejedor et al. (2001), o aumento no ganho de peso dos

frangos pela adição de fitase na ração pode ser explicado pelo incremento na digestibilidade ileal da proteína bruta, do cálcio e do fósforo da dieta.

Para os períodos de crescimento (22 a 42 dias) e total (4 a 42 dias) não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de fitase nas rações sobre as características de desempenho.

Segundo Munaro et al. (1996), a adição de 500 e 700 FTU/kg de ração é suficiente para a enzima agir sobre o fitato das fontes vegetais, tornando o fósforo mais disponível para as aves.

A fitase, ao degradar parcialmente a parede celular do alimento, aumenta a digestibilidade de nutrientes incrementando o consumo (Naher, 2002; Aksakal & Bilal, 2002). De acordo com Qian et al. (1996), a fitase é mais eficiente quando suplementada em dietas com níveis baixo de fósforo disponível. Godoy et al. (2002) citaram que à medida que se aumenta a concentração de fósforo inorgânico na ração, até quantidades suficientes para cobrir as necessidades dos animais, a atividade da fitase é inibida.

A quantidade de fósforo disponível nas rações utilizadas neste experimento foi calculada para atender às necessidades das aves para cada período, de acordo com as recomendações de Rostagno (2005). Esta conduta pode ter diminuído a ação da fitase na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, influenciado o consumo de ração.

Não foram encontrados efeitos ($P>0,05$) dos níveis de fitase sobre as variáveis de carcaça analisadas (Tabela 3). Estes resultados identificam-se com os resultados de desempenho, pois mantendo os frangos no mesmo peso corporal, conseqüentemente, foram mantidos os pesos e os rendimentos de carcaça e partes desta. Estes resultados estão de acordo com Ramos (2005), Pillai et al. (2006), Rezaei et al. (2007) e Vieira et al. (2007), que também não observaram efeitos da fitase sobre as características de carcaça.

Tabela 3. Valores médios de peso ao abate e rendimento da carcaça, de peito, coxa, pernas, asa e de carne nobre de frangos de corte em função dos níveis de adição de fitase na ração

	Nível de fitase (FTU/kg de ração)			C.V ¹	Dun ²	Reg ³
	0	750	1500			
Peso ao abate (kg)	2,557	2,583	2,559	3,99	NS ⁴	NS
Rendimento de carcaça (%)	82,27	82,04	83,42	1,89	NS	NS
Rendimento de peito (%)	27,65	28,06	28,00	5,87	NS	NS
Rendimento de coxa (%)	15,25	14,98	14,33	7,26	NS	NS
Rendimento de perna (%)	12,51	12,52	12,81	7,49	NS	NS
Rendimento de asa (%)	10,64	10,37	10,39	5,11	NS	NS
Rendimento de carne nobre (%)	42,89	43,03	42,32	4,40	NS	NS

¹ Coeficiente de variação; ² Teste de Dunnett; ³ Análise de regressão, ⁴ Não significativo

Considerando que, quanto maior o valor de TBARS maior é a oxidação lipídica nos músculos, pode-se constatar, na Tabela 4, a influência da adição da fitase na ração sobre a estabilidade lipídica da carne refrigerada.

Tabela 4. Efeito dos níveis de fitase na ração sobre os valores de TBARS (mg/kg de carne) no músculo do peito e da coxa dos frangos

	Nível de fitase (FTU/kg de ração)			C.V ¹	Dun ²	Reg ³
	0	750	1500			
Peito refrigerado	0,208	0,286	0,341*	30,15	0,05	Linear ⁴
Coxa refrigerada	0,348	0,421	0,521*	33,36	0,05	Linear ⁵
Peito congelado	0,143	0,178	0,198	29,15	NS ⁶	NS
Coxa congelada	0,238	0,185	0,222	27,43	NS	NS

¹ Coeficiente de variação; ² Teste de Dunnett; * Valor diferente (P<0,05) em relação ao nível zero pelo teste de Dunnett; ³ Análise de regressão, ⁴ Efeito linear $Y = 0,211923 + 0,0000887637X$ ($R^2 = 0,99$); ⁵ Efeito linear $Y = 0,343545 + 0,000115149X$ ($R^2 = 0,99$); ⁶ Não significativo.

As médias de TBARS do músculo do peito e da coxa refrigerados por sete dias dos frangos alimentados com rações contendo 1500 FTU/kg foram superiores aos dos frangos alimentados com a ração sem suplementação com a enzima.

Os valores de TBARS obtidos neste experimento não ultrapassaram 0,800 mg malonaldeído/kg de amostra, o que é considerado valor baixo. Contudo, alguns indivíduos de equipes de provadores treinados podem detectar odores desagradáveis em carnes oxidadas com valores de TBARS a partir de 0,500 mg malonaldeído/kg (Racanucci et al., 2008).

Através da análise de regressão foi verificado efeito linear crescente dos níveis de fitase sobre os valores de TBARS (mg de TBARS/kg de carne) do músculo do peito ($P \leq 0,015$) e da coxa ($P \leq 0,054$) refrigerada por sete dias. (Gráfico 1).

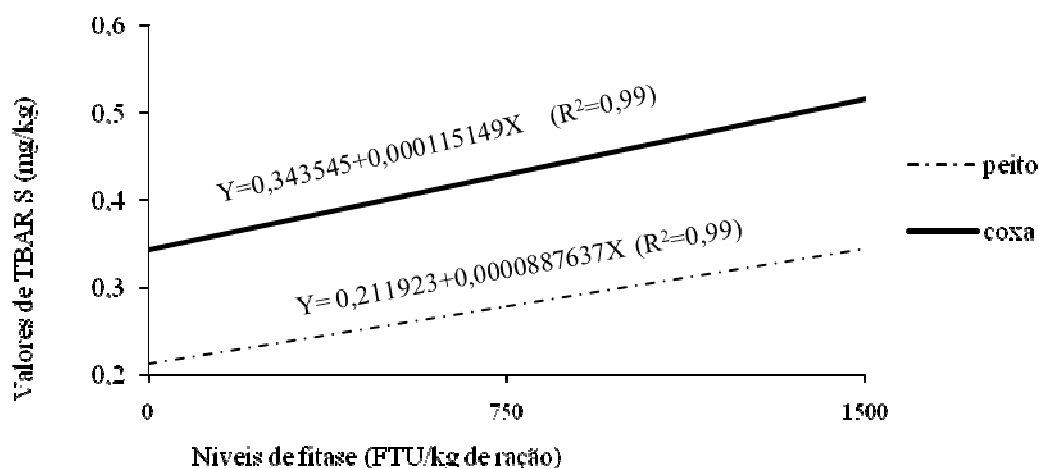


Gráfico 1. Valores de TBARS da coxa e do peito resfriado de frangos de corte em função dos níveis de fitase na ração.

Isto sugere que a enzima fitase, ao clivar a molécula de ácido fítico (mio-inositol hexafosfato), liberou para absorção os minerais que estavam quelados, reduzindo, conseqüentemente, a maior propriedade antioxidante do ácido fítico que é quelar o ferro, tornando-o cataliticamente inativo (Graf & Eaton, 1990).

O efeito da adição do ácido fítico como antioxidante natural foi observado por Lee & Hendricks (1995) e Soares et al. (2004), quando adicionaram pequenas quantidades do mesmo diretamente na carne bovina e de frangos de corte (peito), respectivamente. Harbach et al. (2007) também constataram o efeito antioxidante do ácido fítico presente no

FGMD. Estes autores, trabalhando com suínos, verificaram que os valores de TBARS diminuíram em 62,9% na carne refrigerada e 27,4% na carne congelada para os animais que ingeriram ração contendo até 40% de FGMD, em relação aos alimentados com ração à base de milho e soja.

Com relação aos valores de TBARS das carnes congeladas, verificou-se que não houve efeito ($P>0,05$) da adição de fitase às dietas. Pode-se observar que os músculos congelados apresentaram menores valores de TBARS em relação ao resfriado, e isso se deve, provavelmente, à temperatura, que foi efetiva em promover a maior estabilidade lipídica.

Conclusão

A adição de fitase na ração à base de milho, farelo de soja e FGMD não influenciou no desempenho produtivo e no rendimento de carcaça dos frangos, porém reduziu a estabilidade lipídica da carne prejudicando a vida de prateleira das carnes do peito e da coxa refrigeradas.

Literatura Citada

- AHMED, F.; RAHMAN, M.S.; AHMED, S.U. et al. Performance of broiler on supplemented soybean meal based diet. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n.4, p.266-271, 2004.
- AKSAKAL, D.H.; BILAL, T. Effects of microbial phytase and 1, 25-dihydrocholecalciferol on the absorption on minerals from mineral broiler chicken diets containing different levels of calcium. **Veterinary Journal**, n.79, p. 446-450, 2002.
- BRUNELLI, S.R.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A. et al. Inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1349-1358, 2006.
- FEBLES, C.I.; ARIAS, A.; HARDISSON, A. et al. Phytic acid level in wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v.36, n.1, p. 19-23, 2002.
- FREDLUN, K.; ISAKSSON, M.; HULTHEN, L.R. et al. Absorption of Zinc and Retention of Calcium: Dose-Dependent Inhibition by Phytate. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.20, n.1, p.49-57, 2006.
- FUKUJI, T.S.; FERREIRA, D.L.; SOARES, A.L. et al. Ácido fítico de híbridos de milho e alguns produtos industrializados. **Acta Science Agrontecnica**. v. 30, n.1, p. 31-35, 2008.
- GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: 1. Influence on growth, mineral digestibility and fatty acid in digesta. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, n.1, p.9-19, 1999a.
- GEBERT, S.; BEE, G.; PFIRTER, H.P. et al. Phytase and vitamin E in the feed of growing pigs: 2. Influence on carcass characteristics, meat and fat quality. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.81, n.1, p.20-30, 1999b.
- GRAF, E.; EATON, J. W. Effects of phytate on mineral bioavailability in mice. **The Journal of Nutrition**, v.114, n.7, p.1192-1198, 1990.
- GODOY, S.; CHICCO, C.; MESCHY, F. et al. Efecto de la suplementación de fitasa microbiana em la utilización de fósforo fítico em pollos de engorde alimentados condietas a base de maíz – soya. **Revista Científica** v.12, n.2, p.519-523, 2002.
- HARBACH, A.P.R.; COSTA, M.C.R.; SOARES, A.L.S. et al. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistry**, v.100, n.4, p. 1630-1633, 2007.
- KASIM, A.B.; EDWARDS, H.M. The analysis for inositol phosphate forms in feed ingredients. **Journal Science Food Agricultural**, v.76, n.1, p.1-9, 1998
- KESHAVARZ, K. Por qué es necessário emplear la fitase em la dieta de las ponedoras? **Industria Avícola**, v.46, n.1, p.13-14, 1999
- LEE, B. J.; HENDRICKS, D. G. Phytic acid protective effect against beef round muscle lipid peroxidation. **Journal of Food Science**, v.60, n.2, p.241-244, 1995.
- LIU, Z.; CHENG, F.; ZHANG, G. Gain phytic acid content in japonica rice as affected by cultivar end environment and its relation to protein content. **Food Chemistry**, v.89, n.1, p.49-52, 2005.
- LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. Efeitos da fitase microbiana na biodisponibilidade do fósforo e de outros minerais no farelo de arroz em rações para frangos de corte. I. Desempenho animal. Porto Alegre: UFRGS, 2002.
- MA, G.; JIN, Y.; PIAO, J. et al. Phytate, calcium, iron and zinc contents and their molar ratios in foods commonly consumed in China. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, n. 26, p. 10285-10290, 2005.

- MUNARO, F.A.; LÓPEZ, J.; TEIXEIRA, A.S. et al. Aumento da disponibilidade de fósforo fítico pela adição de fitase a rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p. 921-931, 1996.
- NAHER, B. **Utilization of parboiled rice polish diet with supplementation of carbohydrase and phytase in growing ducklings**. 2002. M.S. Thesis in Animal Science-Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, 2002.
- PILLAI, P.B.; O'CONNOR-DENNIE, T.; OWENS, C.M. et al. Efficacy of an Escherichia coli phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. **Poultry Science**, v.85, n.10, p. 1737-1745, 2006.
- PINTAR, J. HOMEN, B., GAZIC, K. et al. Effects of supplemental phytase on performance and tibia ash of broilers fed different cereals based diets. **Czech Journal Animal Science**, v.49, n.12, p. 542-548, 2004.
- POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. et al. **Antioxidants in Food: practical application**. Washington, D.C.: CRC Press, 2003.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; CONNER, D.E. Adverse effects of wide calcium: phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol diets. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.36-47, 1996.
- RACANICCI, A.M.C; MENTEN, J.F.M.; BISMARA, M.A. Efeito do uso de óleo de vísceras de aves oxidado na ração de frangos de corte sobre o desempenho, composição da carcaça e estabilidade oxidativa da carne da sobrecoxa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.443-449, 2008.
- RAMOS, M.A. **Efecto de la suplementación de fitasa a dietas com niveles reducidos de fósforo disponible sobre el desempeño productivo, contenido fecal de minerales y contenido de ceniza del hueso de pollos para engorda**. 2005. Dissertação (Mestrado) Universidade de Puerto Rico, Mayagüez, 2005.
- RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.699-706, 1999.
- REZAEI, M.; BORBOR, S.; ZAGHARI, M. et al. Effect of Phytase Supplementation on Nutrients Availability and Performance of Broiler Chicks. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n.1, p. 55-58, 2007.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Estadual de Viçosa, 2005. 186 p.
- SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.1-2, p.1-41, 2007
- SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; LeMIEUXS, F.M. et al. effects of microbial phytase, low calcium and phosphorus, and removing the dietary trace mineral premix on carcass traits, pork quality, plasma metabolites, and tissue mineral content in growing-finishig pig. **Journal Animal Science**, v.82, n.9, p.2630-2639, 2004.
- SOARES, A.L.; RUBISON, O.; SHIMOKOMAKI, M. et al. Synergism between dietary vitamin e and exogenous phytic acid in prevention of warmed-over-flavour development in chicken *Pectoralis major*. **Brazilian Archives of Biology and technology**, v.47, n.1, p.57-62, 2004.
- STAHL, C.H.; HAN, Y.M.; RONEKER, K.R. et al. Phytase improves iron bioavailability for hemoglobin synthesis in young pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, n.3, p.2135-2142, 1999.
- TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A.M.; DUGAN Jr., L.R. Chemistry of the 2-thiobarbituric test for determination of oxidative rancidity in foods. II Formation of the

- TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal of Food Science and Agriculture**, v.5, p. 602-604, 1964.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.
- TORRES, E.A.F.S.; AZEVEDO, C.H.M.; CARVALHO Jr. B.C. et al. Charque V. modificações da sua qualidade durante o processamento. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos**, 9, Programas e Resumos, Curitiba, 1986.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** – SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2005. 142p.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Science Animal Science**, v.29, n.3, p.267-275, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O farelo de gérmen de milho desengordurado pode compor até 21,2% da dieta das galinhas poedeiras leves de 28 a 44 semanas de idade.

A suplementação da enzima fitase na dieta à base de milho, farelo de soja e farelo de gérmen de milho desengordurado melhorou o índice de pigmentação da gema.

A adição de 1.500 FTU/kg de ração à base de milho, farelo de soja e FGMD não influenciou o desempenho e o rendimento de carcaça, porém aumentou a oxidação lipídica da carne do peito e da coxa refrigerada dos frangos.

ANEXOS

Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Literatura Citada. Não são aceitos cabeçalhos de terceira ordem. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

Título

Deve ser preciso e informativo. Quinze palavras são o ideal e 25, o máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos em crescimento. Deve apresentar a chamada "1" somente no caso de a pesquisa ter sido financiada. Não citar "parte da tese"

Autores

Deve-se listar até **seis autores**. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto). Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/avaliação do manuscrito devem ser mencionadas em

Agradecimentos.

Digitar o nome dos autores separados por vírgula, centralizado e em negrito, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, indicando apenas a instituição e/ou o endereço profissional dos autores. Não citar o vínculo empregatício, a profissão e a titulação dos autores. Informar o endereço eletrônico somente do responsável pelo artigo.

Resumo

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaço. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Resumos extensos serão devolvidos para adequação às normas. Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências nunca devem ser citadas no resumo.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Abstract

Deve aparecer obrigatoriamente na segunda página e ser redigido em inglês científico, evitando-se traduções de aplicativos comerciais. O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Palavras-chave e Key Words

Apresentar até seis (6) palavras-chave e Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final. A fim de prestigiar a comunidade científica nacional, é importante que os autores citem mais artigos disponíveis na literatura brasileira.

Instruções gerais

A RBZ publica artigos científicos originais nas áreas de Aquicultura, Forragicultura, Melhoramento, Genética e Reprodução, Monogástricos, Produção Animal, Ruminantes, e Sistemas de Produção e Agronegócio. O envio dos manuscritos é feito exclusivamente pela *home page* da RBZ (<http://www.sbz.org.br>), link Revista, juntamente com a carta de encaminhamento, conforme instruções no link "Envie seu manuscrito". O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores". O pagamento da taxa de tramitação (pré-requisito para emissão do número de protocolo), no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais), deverá ser realizado por meio de boleto bancário,

disponível na *home page* da SBZ (<http://www.sbz.org.br>). A taxa de publicação para 2009 é diferenciada para associados e não-associados da SBZ. Para associados, será cobrada taxa de R\$ 115,00 (até 8 páginas no formato final) e R\$ 45,00 para cada página excedente. Uma vez aprovado o manuscrito, todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ do ano corrente, exceto co-autor que não milita na área zootécnica (estatístico, químico, entre outros), desde que não seja o primeiro autor e que não publique mais de um artigo no ano corrente (reincidência). Para não-associados, serão cobrados R\$ 90,00 por página (até 8 páginas no formato final) e R\$ 180,00 para cada página excedente. No processo de publicação, os artigos técnico-científicos são avaliados por revisores *ad hoc* indicados pelo Conselho Científico, composto por especialistas com doutorado nas diferentes áreas de interesse e coordenados pela Comissão Editorial da RBZ. A política editorial da RBZ consiste em manter o alto padrão científico das publicações, por intermédio de colaboradores de renomada conduta ética e elevado nível técnico. O Editor Chefe e o Conselho Científico, em casos especiais, têm autonomia para decidir sobre a publicação do artigo. **Língua:** português ou inglês

Formatação de texto

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente. O manuscrito pode conter até 25 páginas, numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos. As páginas devem apresentar linhas numeradas (a numeração é feita da seguinte forma: MENU ARQUIVO/CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../ NUMERAR LINHAS), com

paginação contínua e centralizada no rodapé.

Estrutura do artigo

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract,

Introdução

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaço. Deve-se evitar a citação de várias referências para o mesmo assunto. Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

Material e Métodos

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

Resultados e Discussão

Os resultados devem ser combinados com discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas. Evitar parágrafos soltos e citações pouco relacionadas ao assunto.

Conclusões

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço. Não devem ser repetição de resultados. Devem ser dirigidas aos leitores que não são necessariamente profissionais ligados à ciência animal. Devem explicar claramente, sem abreviações, acrônimos ou citações, o que os resultados da pesquisa concluem para a ciência animal.

Agradecimentos

Deve iniciar logo após as Conclusões.

Abreviaturas, símbolos e unidades

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na *home page* da RBZ, link "Instruções aos autores".

- Usar **36%**, e não 36 % (sem espaço entre o no e %)
- Usar **88 kg**, e não 88Kg (com espaço entre o no e kg, que deve vir em minúsculo)
- Usar **136,22**, e não 136.22 (usar vírgula, e não ponto)
- Usar **42 mL**, e não 42 ml (litro deve vir em L maiúsculo, conforme padronização internacional)
- Usar **25°C**, e não 25 °C (sem espaço entre o no e °C)
- Usar **(P<0,05)**, e não (P < 0,05) (sem espaço antes e depois do <)
- Usar **521,79 ± 217,58**, e não 521,79±217,58 (com espaço antes e depois do ±)
- Usar **r2 = 0,95**, e não r2=0,95 (com espaço antes e depois do =)
- Usar asterisco nas tabelas apenas para probabilidade de P: (*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001)

Deve-se evitar o uso de abreviações não consagradas e de acrônimos, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

Tabelas e Figuras

É imprescindível que todas as tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação. Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto. O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, devendo-se adotar as abreviaturas divulgadas oficialmente pela RBZ. A legenda das Figuras (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses. Figuras não-originais devem conter, após o título, a

fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada. As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados. Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios). As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico. As figuras devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções. Usar linhas com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura. No caso de gráfico de barras, usar diferentes efeitos de preenchimento (linhas horizontais, verticais, diagonais, pontinhos etc). Evite os padrões de cinza porque eles dificultam a visualização quando impressos. As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas. Não usar negrito nas figuras. Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras devem conter vírgula, e não ponto.

Citações no texto

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al. **Comunicação pessoal** (ABNT-NBR 10520). Não fazem parte da lista de referências, sendo colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão "comunicação pessoal", a data da comunicação, o nome, estado e país da Instituição à qual o autor é vinculado.

Literatura Citada

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023). Devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es). Digitá-las em espaço simples, alinhamento

justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções: No menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO... RECUO ESPECIAL, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm. Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula. O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título será negrito e, para os nomes científicos, itálico. Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes. No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva

A entidade é tida como autora e deve ser escrita por extenso, acompanhada por sua respectiva abreviatura. No texto, é citada somente a abreviatura correspondente. Quando a editora é a mesma instituição responsável pela autoria e já tiver sido mencionada, não é indicada. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

Livros e capítulos de livro

Os elementos essenciais são: autor(es), título e subtítulo (se houver), seguidos da expressão "In:", e da referência completa como um todo. No final da referência, deve-se informar a paginação. Quando a editora não é identificada, deve-se indicar a expressão *sine nomine*, abreviada, entre

colchetes [s.n.]. Quando o editor e local não puderem ser indicados na publicação, utilizam-se ambas as expressões, abreviadas, e entre colchetes [S.I.: s.n.]. LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

Teses e dissertações

Deve-se evitar a citação de teses, procurando referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Entretanto, caso os artigos ainda não tenham sido publicados, devem-se citar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, área de concentração, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

Boletins e relatórios

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine**. (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Researchdivision report, 175).

Artigos

O nome do periódico deve ser escrito por extenso. Com vistas à padronização deste tipo de referência, não é necessário citar o local; somente volume, número, intervalo de páginas e ano.

RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.499-507, 2001.

Congressos, reuniões, seminários etc

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre

referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro.

Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre.

Anais...

São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999]. (CD-ROM).

Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e confiabilidade. Quando se tratar de obras consultadas *on-line*, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:" e a data de acesso do documento, precedida da expressão "Acesso em:".

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage.

Livestock Research for Rural Development, v.15, n.7, 2003.

Disponível em:

<<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28/7/2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002].

Digestión de la soja integral en rumiantes. Disponível em: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf> Acesso em: 12/10/2002.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Disponível em: <http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm> Acesso em: 21/1/2007.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)