

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FITASE SOBRE O
DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO
ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO
DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM
RAÇÕES CONTENDO INGREDIENTES ALTERNATIVOS**

Elaine Cristina Ligeiro

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FITASE SOBRE O
DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO
ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO
DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM
RAÇÕES CONTENDO INGREDIENTES ALTERNATIVOS**

Elaine Cristina Ligeiro

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO

Fevereiro de 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Elaine Cristina Ligeiro - nascida na cidade de Jaboticabal, em 12 de julho de 1979, filha de Isabel Aparecida Pinelli Ligeiro e Luiz Ligeiro. Em 2000, ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - SP, onde, em 2005, obteve o título de Zootecnista. Em 2005, ingressou no curso de Mestrado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - Área de Concentração em Zootecnia.

"A grandeza de uma nação pode ser julgada pelo modo com que os seus animais são tratados"

Mahatma Gandhi

Dedico

Aos meus pais, Luiz e Isabel, cujo amor incondicional sempre iluminou o meu caminho.

Ao meu marido, Hamilton, por significar o “porto seguro da minh’alma”.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde e coragem para enfrentar este desafio.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, pela oportunidade em realizar o curso de mestrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e à FAPESP pela liberação dos recursos financeiros.

Ao Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, pela orientação, atenção e, acima de tudo, por acreditar em mim.

À Prof. Dra. Rosemeire da Silva Filardi pela enorme contribuição a este trabalho.

Ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros pela intensa colaboração nas análises estatísticas.

Aos Profs. Drs. Antônio Carlos de Laurentiz, Hirasilva Borba Alves de Souza e Silvana Martinez Baraldi Artoni pelas sugestões apresentadas na defesa e no exame geral de qualificação.

À todos os professores da FCAV, por todos os ensinamentos.

Aos funcionários da FCAV, que colaboram para realização deste trabalho, em especial ao Sr. Manduca "in memorian".

Aos amigos que trabalharam com muita atenção e disposição durante o experimento: Elenice, Fernanda, Jeanine, Ramiro, Reginaldo, Sara e Vinícius.

Aos amigos: Aline, Dayane, Karina e Marcel pela satisfação de poder conviver com vocês.

Aos familiares pelo carinho e incentivo constantes.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão De Literatura.....	2
3. Objetivos Gerais.....	17
4. Referências.....	18
CAPÍTULO 2 – EFEITO DA FITASE SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO FARELO DE GIRASSOL.....	28
1. Introdução.....	29
2. Material e Métodos.....	31
3. Resultados e Discussão.....	36
4. Conclusões.....	48
5. Referências.....	48
CAPÍTULO 3 – EFEITO DA FITASE SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SORGO.....	53
1. Introdução.....	54
2. Material e Métodos.....	56
3. Resultados e Discussão.....	62
4. Conclusões.....	73
5. Referências.....	73
APÊNDICE A.....	78
APÊNDICE B.....	80

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FITASE SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO INGREDIENTES ALTERNATIVOS

RESUMO – Avaliou-se os efeitos da adição da fitase em rações formuladas com alimentos alternativos sobre o desempenho, qualidade dos ovos e características químicas das excretas de poedeiras comerciais. Em cada experimento foram utilizadas 180 aves, distribuídas em um DIC com cinco tratamentos e seis repetições de seis aves cada. O tratamento 1, controle, constituiu-se em uma ração de milho e farelo de soja, sem fitase e alimentos alternativos, e os demais foram arrançados em esquema fatorial 2x2, com 2 níveis de adição de fitase (0 e 500 FTU/kg de ração) e, respectivamente, 2 níveis de inclusão do farelo de girassol (4% e 8%) e 2 níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%) nos experimentos 1 e 2. O período experimental foi dividido em quatro períodos de 28 dias, e ao final de cada período foram avaliados índices de desempenho e qualidade dos ovos. Foi realizado um ensaio para verificar a quantidade de fósforo (P) e nitrogênio nas excretas, além disso, foi realizada a análise econômica de cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A matriz nutricional da fitase permitiu o atendimento das exigências das aves, onde mesmo alimentadas com dietas com níveis nutricionais reduzidos não tiveram o desempenho e qualidade dos ovos comprometidos. A adição de fitase nas rações possibilitou decréscimo na excreção do P e redução de todos os parâmetros econômicos avaliados. A produção de ovos foi afetada negativamente quando utilizado o nível 8% de inclusão do farelo de girassol. O sorgo pode ser utilizado como o único grão energético da dieta.

Palavras-chave: alimentos alternativos, análise econômica, aves, excretas, matriz nutricional

EFFECT OF UTILIZAÇÃO OF PHYTASE ON THE PERFORMANCE, EGG QUALITY, ECONOMICAL EVALUATION AND EXCRETION OF PHOSPHORUS AND NITROGEN IN LAYING HENS FED WITH ALTERNATIVE INGREDIENTS

ABSTRACT – The aim of the study was to evaluate the effects of adding phytase to feeds formulated with alternative ingredients on the performance, egg quality, and feces chemical composition of laying hens. Each experiment analyzed 180 hens. Experiments were arranged in completely randomized design with five treatments and six replications of six hens. Treatment 1 (control), consisted of a regular feed of corn and soybean meal, without phytase and alternative ingredients, and the other treatments were arranged in a 2x2 factorial with 2 levels of phytase (0 and 500 FTU/kg of feed), and, respectively, 2 levels of sunflower meal (4% e 8%) and 2 levels of corn replacement with sorghum (50 and 100%) in the experiments 1 and 2. The experiment was divided in 4 periods of 28 days. Performance indices and egg quality parameters were determined. After this experiment, a trial was conducted to determine the quantity of phosphorus and nitrogen in feces. An economical evaluation was also performed. Data were subjected to an ANOVA and means were compared by TUKEY test at 5% of probability. The nutritional matrix with phytase completely met the requirements of hens, and even in diets with lower nutritional levels the performance and egg quality were not compromised. Adding phytase to feeds decreased phosphorus levels in feces and all economical parameters were reduced. Egg production was negatively affected when 8% of sunflower was added. Sorghum can be used to partially or totally replace corn, and can be the only energy grain in the diet.

Key Words: alternative foods, economical analysis, poultry, feces, nutritional matrix

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a avicultura de postura evoluiu muito se adequando às técnicas que possibilitam melhoria da eficiência produtiva. A alimentação é o fator de maior influência no custo de produção representando cerca de 60 a 75 %, com isso, pequenas melhorias na eficiência de utilização dos nutrientes e o uso de alimentos alternativos, muitas vezes erroneamente considerados de qualidade inferior, podem resultar em grandes economias.

Neste contexto, tem sido objeto de estudo o uso de enzimas exógenas desenvolvidas com finalidades específicas de auxiliar no processo de aproveitamento de nutrientes pelos animais monogástricos, devido à ausência ou à produção ineficiente de algumas enzimas endógenas capazes de atuar na digestão de certos componentes encontrados nos alimentos de origem vegetal.

A enzima mais estudada e que tem demonstrado maior eficácia é a fitase, produzida principalmente por microorganismos do gênero *Aspergillus*, com capacidade de hidrolisar o fitato, uma molécula de baixa disponibilidade biológica para aves e suínos (SOUZA & LÓPEZ, 1994) disponibilizando fósforo (P), alguns cátions, aminoácidos e energia.

Geralmente, 2/3 do fósforo contido nos grãos de cereais e oleaginosas estão sobre a forma de fitato, portanto o uso da enzima fitase melhora o aproveitamento do P orgânico, reduzindo assim a necessidade de suplementação de P inorgânico na dieta dos animais. A redução da suplementação de P inorgânico proporciona redução significativa dos custos de alimentação, pois este representa o ingrediente com o terceiro maior custo nas dietas para aves, além disso, pode ocorrer diminuição de 20 a 30% na excreção do fósforo.

A quantidade de fósforo nas excretas dos animais vem se tornando um problema nas regiões de intensa produção avícola e suinícola, pois as excretas com alto teor de

fósforo quando lançadas ao meio ambiente podem provocar a poluição do solo e dos mananciais.

Outra preocupação crescente na produção animal é a busca por alimentos alternativos, principalmente em função dos preços dos ingredientes convencionais utilizados nas rações estarem constantemente em ascensão.

Grãos alternativos ao milho, o sorgo, e subprodutos de grãos e sementes de oleaginosas, os farelos oriundos da retirada de óleos, representam alternativas a serem adotadas em rações para aves, os quais, dependendo de suas disponibilidades nas diversas regiões do Brasil, podem ser uma opção economicamente viável. Ao se formular rações com tais ingredientes, a utilização da enzima fitase pode apresentar um custo/benefício favorável, porém, há a necessidade de maiores pesquisas nesse sentido, pois a maior parte dos trabalhos existentes na literatura refere-se a sua inclusão em rações formuladas com milho e farelo de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ácido fítico

O ácido fítico ou hexafosfato de inositol é um complexo orgânico que ocorre em abundância nos grãos de cereais e oleaginosas, e sua principal função fisiológica nos vegetais é o armazenamento de nutrientes, principalmente de fósforo, que serão liberados pela ação de fitases endógenas à medida que ocorre a germinação (CONSUEGRO, 1999). Em média, 70% do fósforo total contido nos grãos de cereais e oleaginosas estão sobre a forma de fitato.

A quantidade de fitato é variável em função da espécie, idade e estágio de maturação, cultivar, clima, disponibilidade de água, grau de processamento e quantidade de fósforo no solo, o qual a planta absorve e armazena complexando-o com o inositol para formar o ácido fítico (ASADA & KASAI, 1962).

O ácido fítico é uma estrutura de baixo peso molecular, formada por seis grupos fosfatos ligados a uma molécula com seis carbonos. Segundo SILVA (2004), em pH neutro cada grupo fosfato apresenta um ou dois átomos de oxigênio carregados negativamente, conseqüentemente, vários cátions podem ser fortemente quelatados entre dois grupos fosfatos ou fracamente com um grupo fosfato. Estes cátions, uma vez ligados à molécula do ácido fítico, tornam-se indisponíveis para serem absorvidos no intestino de aves e suínos.

O ácido fítico, além de se ligar com minerais, tem a habilidade de se ligar à proteína. A interação com a proteína é dependente das condições de pH, pois esta se dá por uma ligação iônica. Em condições de acidez, o ácido fítico possui carga negativa podendo se ligar a resíduos básicos através de uma forte interação eletrostática, resultando em um complexo insolúvel. Em pH neutro a proteína não irá se ligar ao ácido fítico, pois sua carga é neutra. Com o pH básico, o ácido fítico forma complexo com a proteína na presença de cátions divalentes, os quais irão agir como ponte entre o grupo carboxila carregado negativamente e o ácido fítico (COUSINS, 1999).

Complexos ácido fítico-mineral-proteína são de difícil digestão, reduzindo assim a utilização de proteínas. Estes complexos ocorrem naturalmente em ingredientes de origem vegetal e podem ser formados na porção inicial do trato gastrointestinal. Vários estudos demonstraram que proteínas da soja, milho, trigo, semente de colza, farelo de girassol e de arroz formam complexos com ácido fítico (RAVINDRAN et al. 1999).

Outra possível interação do ácido fítico é com as enzimas endógenas, como a tripsina, quimiotripsina e amilase do trato gastrointestinal, inibindo a atividade dessas enzimas com conseqüente decréscimo da digestibilidade de carboidratos e proteínas. Segundo COUSINS (1999), a inibição das enzimas pode ser atribuída ao efeito quelatante dos íons de cálcio necessários para atividade destas enzimas endógenas.

Geralmente as rações para aves são constituídas em sua maior parte por alimentos de origem vegetal, portanto o fitato pode ser considerado como um dos principais fatores antinutricionais para animais monogástricos, principalmente, pelo fato desses não apresentarem fitase endógena suficiente para a disponibilização do fósforo

fítico e outros nutrientes complexados ao ácido fítico, o que poderá ser refletido no desempenho animal.

2.2. Enzima fitase

As técnicas de biologia molecular tornaram o uso de enzimas exógenas economicamente viável, com isso sua utilização nas rações avícolas tem sido considerada uma alternativa para redução de custos e aumento da eficiência da produção.

O uso de enzimas exógenas pode melhorar a digestão e absorção de ingredientes, reduzir os efeitos antinutricionais ou fornecer a ave uma nova capacidade de digerir certos componentes da ração (LESSON, 1999), principalmente quando utilizados ingredientes alternativos.

As enzimas são proteínas que catalisam reações químicas nos sistemas biológicos, ou seja, participam de reações de síntese e degradação do metabolismo animal, sem serem elas próprias alteradas neste processo (CHAMPE, 1989). As enzimas exógenas atuam da mesma forma que as endógenas, apresentando um sítio ativo com capacidade de atuar sobre um substrato específico e hidrolisando-o, sob condições favoráveis de temperatura, umidade e pH (PENZ Jr., 1998).

A fitase é uma enzima pertencente ao grupo das fosfatases ácidas, hidrolisa o fitato e liberando o fósforo, inositol e outros nutrientes essenciais para serem convertidos à forma de absorção.

As fitases ocorrem naturalmente nos ingredientes de origem vegetal como: trigo, triticale, centeio e cevada, em menores concentrações em ingredientes como, milho, sorgo e soja, entretanto as fitases presentes nos vegetais não são consideradas na formulação das dietas porque, além de estarem presentes em pequenas quantidades, há uma grande variação dos teores até mesmo dentro de uma mesma espécie vegetal (BARRIER-GUILLOT et al. 1996), além disso, a fitase das plantas é ativa em pH

variando de 5 a 6,5, sendo inativa em pH abaixo de 3, portanto o baixo pH no proventrículo e na moela, em média 2,7, pode levar a inativação da enzima.

A enzima fitase também pode ser produzida por microorganismos como fungos (*Saccharomyces cerevisiae*, linhagens do gênero *Aspergillus*, principalmente os fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficuum*), bactérias (*Pseudomonas* e *Bacillus subtilis*), leveduras, e por alguns microorganismos do rúmen e do solo (SEBASTIAN et al. 1998).

A fitase microbiana é muito mais potente e estável em uma faixa de pH (2,5 a 5,5) muito maior do que a fitase que ocorre nas plantas (5 a 6,5). A atividade da fitase é expressa em unidade fitase (U) ou FTU, que é a quantidade de enzima que hidrolisa 1 micromol de fitato de fósforo inorgânico por minuto, proveniente de 1,5 mM de fitato de sódio em pH 5,5 à temperatura de 37°C. Sua atividade máxima, segundo JONGBLOED et al. (1992), ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado.

A produção comercial de fitase para o uso como suplemento de enzima exógena em dietas é mais facilmente obtido usando cultura de microorganismos, principalmente fungo do gênero *Aspergillus* (SEBASTIAN et al. 1998), através de técnicas de recombinação de DNA. Este processo envolve fermentação, extração, separação e purificação do produto.

A eficácia da fitase microbiana é afetada por fatores como a temperatura, pH, umidade, vitaminas, minerais, relação cálcio: fósforo da dieta, metais pesados e por agentes oxidantes, a maioria encontrada nos suplementos minerais e vitamínicos. O cálcio tanto pode exercer uma ação inibidora como ativadora dessa enzima. Em pH 6,0 elevadas quantidades de cálcio (> 7 g/kg) formam o fitato de cálcio, que se precipita e, portanto, não pode ser hidrolisado pela fitase. Portanto, para se obter um bom efeito da fitase é preciso limitar a suplementação de fósforo e cálcio a uma quantidade necessária.

As enzimas, quando armazenadas com produtos de características inócuas, podem continuar estáveis e serem armazenadas por até seis meses, mesmo em condições ambientais instáveis (CLASSEN, 1996).

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, em dietas de frango

de corte, obtendo um 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. Apesar disso, somente no final da década de 80 a produção de fitase atingiu escala comercial, reduzindo seu custo e tornando viável sua utilização nas dietas para monogástricos (CONTE et al. 2002).

Atualmente, diversos estudos demonstram a eficácia da enzima fitase microbiana sobre o desempenho de aves e suínos.

2.3. Efeito da fitase sobre a biodisponibilidade do P e N.

O fósforo é um mineral de importância considerável por estar relacionado com a produção e a qualidade da casca dos ovos e por participar de funções metabólicas essenciais no organismo das aves, como: síntese de ácidos nucleicos, formação de fosfolípidios e atuação no equilíbrio ácido-base. Sua deficiência provoca anormalidades nos ovos, redução no tamanho e produção de ovos e má qualidade da casca, o que gera altos índices de quebra. Portanto, torna-se de vital importância fornecer quantidades adequadas desse mineral na ração, sempre considerando a proporção Ca:P:vitamina D (LAURENTIZ, 2005).

Os níveis de fósforo recomendados para poedeiras comerciais leves e semipesadas são 0,375 e 0,350 g/ave/dia de fósforo disponível segundo ROSTAGNO et al. (2005) e NRC (1994), respectivamente.

As rações de aves e suínos são compostas basicamente de ingredientes de origem vegetal, sendo que a maior parte do fósforo contido nestes ingredientes apresenta uma disponibilidade de apenas 30%. A indisponibilidade de quase 2/3 do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal ocorre porque ele se encontra na forma de fitato, o que é indisponível para monogástricos. Assim, nas formulações de rações para aves, o fornecimento de fósforo disponível pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender as exigências nutricionais a fim de proporcionar adequado desempenho, havendo a necessidade de suplementação com fontes de fósforo na

forma inorgânica, que geralmente apresentam diferentes valores de disponibilidade biológica (ROSTAGNO & SILVA, 1998).

A suplementação do fósforo nas rações geralmente é realizada com o fosfato bicálcico, que tem um custo elevado, 2,5 a 3,0% do custo total de uma ração (BORGES, 1997). A suplementação de fósforo representa o terceiro maior custo nas rações de aves, ficando atrás apenas da proteína e energia (TEICHMANN et al. 1998). Além disso, o fósforo é um mineral não renovável na natureza e, em longo prazo, as fontes de fósforo inorgânico disponíveis estarão esgotadas se continuar sua utilização extensiva na produção agropecuária (PENZ Jr., 1998). A farinha de carne e ossos é outra fonte de fósforo utilizada para suplementação, entretanto podem possuir problemas de contaminação microbiológica, níveis de cálcio e fósforo muito variáveis, além de ser disponível em quantidades insuficientes para abastecer o mercado (BORRMANN, 1999).

Outro fator importante, além do fósforo estar relacionado a problemas econômicos, também está relacionado a problemas ambientais. Com a adição de fósforo inorgânico na ração, uma grande quantidade do fósforo consumido é eliminado nas excretas, podendo contaminar o solo e a água, quando os mesmos são utilizados como adubo, principalmente em regiões de alta densidade de produção de aves e suínos (CARLOS & EDWARDS, 1998).

A produção animal moderna, principalmente na Europa, vem sofrendo pressões crescentes no seu efeito ao meio-ambiente. No ano de 2000 a comunidade Européia implementou o conselho diretivo 96/61/EC, que regulamenta o controle integrado de prevenção e controle da poluição ambiental. A partir deste conselho, as grandes integrações de aves e suínos só poderão emitir poluentes na água e no solo dentro de um limite máximo. Esta condição muitas vezes limita a expansão de uma empresa em determinadas regiões. Com isto, quanto menor a emissão de nutrientes não digeridos pelos animais, mais animais por m² poderão ser alojados. No Brasil, por ser um país de amplo território, esta preocupação ainda não chega a estes níveis, mas já existem regiões de alta densidade de produção de aves e suínos, como o Oeste do estado de

Santa Catarina, onde a densidade de poluentes produzidos chega ao nível Europeu (SUIDA, 2001).

Desse modo, reduzir a suplementação de fósforo inorgânico e aumentar o uso do fósforo fítico pelo animal, através do uso da enzima fitase, proporciona redução significativa dos custos de alimentação e pode resultar na diminuição de 20 a 30% na excreção do fósforo (SIMONS et al. 1990).

Frente ao exposto, nos últimos anos diversos trabalhos têm demonstrado a eficácia da enzima fitase microbiana sobre a disponibilidade do fósforo em dietas formuladas com baixos níveis de fósforo disponível, principalmente, à base de milho e farelo de soja, reduzindo os requerimentos de fósforo não fítico, conseqüentemente, reduzindo a excreção de fósforo, estudos estes com frangos de corte (BROZ et al. 1994; SEBASTIAN et al. 1996; TEICHMANN et al. 1998; TEJEDOR et al. 2001; CONTE et al. 2003; DILGER et al. 2004; RUTHERFURD et al. 2004; SNOW et al. 2004), suínos (YOUNG et al. 1993), perus (LEDOUX et al. 1995; QIAN et al. 1996) e poedeiras (VAN DER KLIS et al. 1994; CARLOS & EDWARDS, 1998; LESKE & COON, 1998, 1999; SCOTT et al. 1999; BOLING et al. 2000; JALAL & SCHEIDELER 2001; KESHAVARZ 2003 e LIM et al. 2003).

Geralmente a digestibilidade ou retenção do fósforo fítico da dieta com ou sem adição da fitase tem sido calculada mediante mensuração do teor do fósforo na dieta e na excreta, e também, através da quantificação do fósforo presente nos ossos da perna, mais especificamente no tíbio-tarso, parâmetro este mais utilizado em estudos com frangos de corte.

A concentração de fósforo excretado decresceu em aproximadamente 50% em poedeiras de 20 a 70 de semanas de idade, alimentadas com dietas contendo 0,10% Pd e 300 FTU de fitase/kg de ração, quando comparadas com aves que consumiram 0,45% Pd sem suplementação de fitase (BOLING et al., 2000). Da mesma forma, KESHAVARZ (2003) utilizou 4 diferentes linhagens de poedeiras comerciais para avaliar o efeito de diferentes níveis de Pd (0,25; 0,20; 0,15 e 0,10%) e 3 níveis de suplementação da enzima fitase (0, 150 e 300 FTU de fitase/kg de ração), tendo como controle uma dieta com 0,45% de Pd sem fitase. O autor observou que a adição de 300

FTU de fitase/kg de ração nos níveis de 0,25; 0,20 e 0,15 determinaram redução de 55,6% na quantidade de fósforo excretado em todas as linhagens em relação à dieta controle.

O fitato além de se ligar com minerais tem a habilidade de se ligar à proteína levando a um decréscimo da sua solubilidade, e conseqüentemente, redução na disponibilidade, e maior excreção de nitrogênio no meio ambiente, lembrando que o nitrogênio juntamente com o fósforo são considerados os principais elementos poluidores presentes nas excretas. Além disso, o fitato pode se ligar com proteases endógenas, como a tripsina e a quimiotripsina do trato gastrointestinal, inibindo a atividade dessas enzimas com conseqüente decréscimo da digestibilidade de aminoácidos e proteínas.

Neste contexto, alguns trabalhos foram realizados testando a eficácia da enzima fitase em hidrolisar a ligação entre o fitato e a proteína, em sua maior parte com frangos de corte (YI et al. 1994; SEBASTIAN et al. 1997; NAMKUNG & LEESON 1999; ZHANG et al. 1999; TEJEDOR 2000; RAVINDRAN et al. 2001; PETER & BAKER 2001; RUTHERFURD et al. 2004), os quais muitas vezes apresentam resultados controversos. A literatura a respeito dos efeitos da fitase sobre a digestibilidade da proteína em poedeiras é muito escassa, necessitando de maiores investigações para garantir o potencial econômico da utilização desta enzima.

Em experimentos com frangos de corte, YI et al. (1994) observaram melhoras na absorção de nitrogênio quando as rações eram suplementadas com fitase. Também com frangos de corte, SEBASTIAN et al. (1997), NAMKUNG & LESSON (1999) e RUTHERFURD et al. (2004) observaram que quando a fitase microbiana foi adicionada nas rações ocorreu melhora na digestibilidade para alguns aminoácidos essenciais e não essenciais. Entretanto, resultados de outros experimentos com dietas similares (ZHANG et al. 1999, 2000; PETER & BAKER 2001), não evidenciaram melhora na digestibilidade ileal para nenhum aminoácido testado.

Por sua vez, TEJEDOR (2000), avaliando o efeito da enzima fitase em dietas à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal aparente de nutrientes em frangos, utilizando óxido crômico 0,5% como indicador, aos 18 dias de idade, observou

diferenças significativas na digestibilidade da proteína, sendo os valores de 79,05% e 77,23% com e sem adição de fitase, respectivamente.

Com relação a poedeiras, NAHASHON et al. (1994), utilizando culturas microbianas contendo fitase ativa em dietas com 0,25% de Pd, observaram que a adição da enzima possibilitou aumentar a retenção de N em 25% em relação ao grupo testemunha. Por outro lado, SNOW et al. (2003), avaliando o efeito da enzima fitase na digestibilidade de aminoácidos em aves de 78 semanas de idade alimentadas com três diferentes dietas baseadas em: milho e farelo de soja; milho, farelo de soja e farinha de osso e milho, farelo de soja e trigo, observaram que o efeito significativo sobre a digestibilidade ileal de aminoácidos dependeu do tipo da dieta e não da suplementação de 300 FTU de fitase/kg de ração.

Desse modo, os experimentos relacionados aos efeitos da fitase sobre a digestibilidade de aminoácidos, devem verificar o ponto chave que está afetando os resultados, como os ingredientes, os animais ou outros fatores (RUTHERFURD et al. 2004).

2.4. Efeito da suplementação da enzima fitase sobre o desempenho das aves.

Nos últimos anos, a principal forma de utilização das enzimas tem sido com intuito de reduzir os custos das dietas, por melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Com isso, as dietas teriam os níveis reduzidos de minerais, proteínas e/ou aminoácidos e energia, e seriam suplementadas com fitase, buscando obter o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais (ZANELLA, 1998).

Neste contexto, diversos estudos demonstram, embora com algumas exceções, os efeitos benéficos da enzima fitase sobre o desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo níveis reduzidos de fonte inorgânica de fósforo, (GORDON & ROLAND 1997; SCOTT et al. 1999; UM & PAIK 1999; BOLING et al.

2000; BERRY et al. 2003; KESHAVARZ 2003; FRANCESCH et al. 2005; BESS et al. 2006).

Conduzindo um estudo para determinar a influência da suplementação de fitase no desempenho de poedeiras alimentadas com vários níveis de suplementação de fosfato inorgânico, GORDON & ROLAND (1997) observaram uma diminuição no peso dos ovos e aumento da mortalidade de poedeiras consumindo 0,10% de fósforo disponível (Pd) sem suplementação de fitase, porém quando adicionada 300 FTU de fitase/kg de ração estes efeitos adversos foram corrigidos.

Por outro lado, CARLOS & EDWARDS (1998) não verificaram efeitos positivos no peso dos ovos produzidos por poedeiras entre 24 a 32 semanas de idade alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,10% de Pd e suplementadas com 600 FTU de fitase/kg de ração.

Em um outro experimento realizado por UM & PAIK (1999), utilizando poedeiras de 21 a 40 semanas de idade e fornecendo rações à base de milho e farelo de soja, com níveis de Pd de 0,24 a 0,37% e suplementadas ou não com 500 FTU de fitase/kg de ração, observaram que nas dietas suplementadas com fitase a produção dos ovos e a conversão alimentar não foram afetadas com a redução da fonte inorgânica de fósforo, o fosfato tricálcio.

Por sua vez, BOLING et al. (2000) não encontraram diferenças significativas na produção de ovos de poedeiras de 20 a 60 semanas de idade alimentadas com dietas contendo 0,10% de Pd e 300 FTU de fitase/kg de ração, quando comparadas com aves que foram alimentadas com dieta controle contendo 0,45% de Pd e sem suplementação de fitase.

Efeito positivo da adição de 300 FTU de fitase/kg de ração contendo 0,10% de Pd também foi observado por BERRY et al. (2003), em um estudo com matrizes de frango de corte com idade de 27 a 60 semanas de idade. A adição de 300 FTU de fitase/kg de ração na dieta com 0,10% de Pd promoveu um aumento de 8,9% na produção de ovos em relação à dieta com o mesmo nível de Pd e sem adição da enzima. Além disso, a suplementação de fitase proporcionou queda na mortalidade, porém, não determinou diferença significativa no peso dos ovos.

Em um experimento realizado por FRANCESCH et al. (2005), avaliando poedeiras de 22 a 46 semanas de idade alimentadas com dietas à base de milho ou cevada, contendo três níveis de Pd (0,32; 0,13 e 0,11%), sendo as dietas com menores níveis de Pd suplementadas com 0, 150, 300 e 450 FTU de fitase/ kg de ração, verificaram que o nível de 0,11%, principalmente em dietas à base de milho, ocasionou baixa produção de ovos e baixa conversão alimentar, porém quando suplementadas com fitase (150, 300 e 450 FTU de fitase/ kg de ração) estes parâmetros foram melhorados. Além disso, observaram melhor produção de ovos em aves alimentadas com o menor nível de Pd e suplementadas com fitase (150, 300 e 450 FTU de fitase/kg de ração) quando comparadas com aves alimentadas com 0,32% de Pd.

KESHAVARZ (2003), avaliando o efeito da fitase sobre o desempenho de quatro diferentes linhagens de poedeiras recebendo rações com diferentes níveis de Pd (0,45; 0,25; 0,20; 0,15 e 0,10%) e suplementadas com 150 e 300 FTU de fitase/kg de ração verificou que os tratamentos que proporcionaram melhores parâmetros de desempenho, foram os tratamentos utilizando 0,25; 0,20; e 0,15% de Pd com o nível de 300 FTU de fitase/kg de ração quando comparado com o controle (0,45% de Pd e sem suplementação de fitase).

Por outro lado, CEYLAN et al. (2003) não observaram efeito positivo sobre a produção de ovos em poedeiras de 20 a 40 semanas de idade alimentadas com rações contendo baixo nível de Pd (0,20%) e suplementadas com o nível de 300 FTU de fitase/kg de ração.

SCOTT et al. (1999), utilizando poedeiras de 18 a 67 semanas de idade, alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja, contendo 2 níveis de cálcio Ca (3,7 e 4,0%), 3 níveis de fitase (0, 250 e 500 FTU de fitase/kg de ração) e Pd nos níveis de 0,2 e 0,4% até 55 semanas de idade e após este período os níveis de Pd utilizados foram de 0,11 e 0,22%, verificaram que quando as aves receberam dietas com baixos níveis de Pd apresentaram redução na produção de ovos, porém a adição da enzima fitase (250 e 500 FTU de fitase/kg de ração) compensou os baixos níveis de Pd melhorando a produção de ovos, porém o nível ótimo de suplementação dependeu do nível de Ca utilizado, sendo que em dietas limitantes em Ca a adição de fitase não

proporcionou benefícios na utilização do fósforo, podendo até ter prejudicado o desempenho das aves.

Quando a fitase for incluída na formulação de rações, os níveis de cálcio e fósforo devem ser inferiores aos normalmente utilizados, isso para que não ocorra uma redução acentuada do efeito da fitase (LESSON, 2000).

Para a garantia da adequada relação Ca: P na dieta é necessário o controle de qualidade dos ingredientes, a adequação da matriz de composição dos ingredientes e o uso adequado da matriz nutricional da fitase adicionada à dieta (DARI, 2004).

Os trabalhos que avaliaram a matriz nutricional da fitase são bastante escassos na literatura. A matriz nutricional da fitase é a quantidade de nutrientes liberados do ácido fítico contido nos ingredientes de origem vegetal quando a mesma é adicionada à dieta, pois as enzimas não possuem valor por si só, na verdade, elas atuam sobre os componentes da dieta (DARI, 2004).

Conduzindo um experimento com frangos de corte na fase de 1 a 49 dias de idade, FERNANDES et al. (2003) adotaram a matriz nutricional da fitase recomendada pelo fabricante no nível de 500 FTU de fitase/kg de ração em rações à base de milho e sorgo e constataram que os níveis nutricionais adotados nas dietas com fitase, dentro da equivalência nutricional proposta, proporcionaram resultados de desempenhos iguais aos do tratamento controle. Resultados similares foram obtidos por SHELTON et al. (2004), que trabalhando com frangos de corte alimentados com três dietas, uma dieta controle e outras duas reduzindo os níveis nutricionais conforme a matriz da enzima recomendada pelo fabricante no nível de 600 FTU de fitase/kg de ração, verificaram que o desempenho, porcentagem de cinzas na tíbia e qualidade da carne foram similares às aves que foram alimentadas com a dieta controle.

Da mesma forma, BESS et al. (2006), avaliando o efeito da matriz fítica sobre a produção de ovos em matrizes de corte, constataram que a valorização plena da matriz nutricional atendeu satisfatoriamente as exigências das aves. Os autores não observaram diferenças significativas na produção de ovos para aves alimentadas com dietas contendo níveis nutricionais reduzidos com suplementação de fitase comparada com aves alimentadas com a dieta convencional sem suplementação de fitase.

Frente ao exposto, é de total importância a quantificação dos nutrientes que a matriz da fitase disponibiliza, pois o conhecimento dos seus valores permite melhor precisão na formulação de rações que incluem a enzima, possibilitando melhor aproveitamento do Ca, P, aminoácidos e energia dos ingredientes, reduzindo o custo da ração, obtendo ótimo desempenho e, além disso, atenuando o impacto ambiental, com a melhor utilização dos nutrientes e menor uso de fontes inorgânicas (SHELTON et al. 2004).

2.5. Efeito da suplementação da enzima fitase sobre a qualidade dos ovos

A qualidade dos ovos, em especial a qualidade da casca, pode ser influenciada ou determinada por fatores de manejo, genéticos, ambientais, patológicos, fisiológicos, como a idade e, ainda, por vários fatores de natureza nutricional (FARIA, 1996).

Um dos principais minerais relacionados à qualidade da casca dos ovos é o fósforo, apesar da casca conter apenas 20 mg de fósforo na forma de fosfato de cálcio, comparado com 2100 mg de cálcio (HARMS, 1982), o consumo de quantidades inadequadas pode provocar má qualidade de casca com altos índices de quebra.

Por muitos anos a suplementação de baixos níveis de fósforo nas rações de poedeiras vem sendo estudada com objetivos de melhoria da qualidade da casca do ovo sem prejudicar o desempenho de poedeiras comerciais e, além disso, redução dos custos com alimentação, porém há inúmeras controvérsias em relação ao nível nutricional adequado e o economicamente viável.

Os benefícios decorrentes de uma dieta com baixos níveis de fósforo é a redução do fósforo plasmático, conseqüentemente ocorre um aumento da concentração do paratormônio, ativando o rim para hidroxilar mais vitamina D, aumentando a atividade do $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, o qual induz uma série de efeitos positivos, tais como aumento da absorção intestinal de cálcio e de reabsorção óssea de cálcio com conseqüente aumento da concentração de cálcio no útero para a formação da casca. Por outro lado, é necessário avaliar o período de tempo em que as aves suportariam

uma dieta com baixo nível de fósforo sem induzir a osteoporose, considerando também outros fatores como estresse calórico, comprometimento renal e idade das aves (SCHEIDELER & AL-BATSHAN, 1994).

Outro fator importante a se considerar quanto à redução dos níveis de fósforo dietético é a disponibilidade do fósforo presente nos ingredientes incluídos na dieta, desde fontes inorgânicas até ingredientes de origem vegetal com quantidades variáveis de fósforo disponível. Portanto, torna-se necessário o adequado fornecimento de fósforo atendendo as exigências das poedeiras comerciais, pois além da economia nos custos com alimentação e boa produtividade, é possível reduzir a excreção de fósforo diminuindo os problemas de poluição (SUMMERS, 1995).

Alguns estudos demonstram, embora com algumas exceções, os efeitos benéficos da enzima fitase sobre a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, alimentadas com dietas contendo reduzidos níveis de fonte inorgânica de fósforo, (GORDON & ROLAND 1997; CARLOS & EDWARDS 1998; PUNNA & ROLAND 1999; SCOTT et al. 1999; VIEIRA, 1999; BOLING et al. 2000; JALAL & SCHEIDELER 2001; BERRY et al. 2003; KESHAVARZ 2003; LIM et al. 2003; FRANCESCH et al. 2005; BESS et al. 2006).

GORDON & ROLAND (1997), conduzindo um experimento para determinar a influência da suplementação de fitase na qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com vários níveis de suplementação de fosfato inorgânico, observaram que o nível de 0,10% de Pd determinou os piores valores para qualidade da casca, porém quando adicionada 300 FTU de fitase/kg de ração ocorreu melhora na qualidade da casca, medida através da gravidade específica.

Da mesma forma, BESS et al. (2006), avaliando o efeito da matriz fítica sobre a qualidade externa dos ovos em matrizes de corte, constataram que a valorização plena da matriz nutricional atendeu satisfatoriamente os requerimentos das aves. Para a gravidade específica dos ovos os autores não observaram diferenças quando foram comparadas aves recebendo dietas com níveis nutricionais reduzidos e suplementação de fitase com aves alimentadas com uma dieta convencional.

Por outro lado, CARLOS & EDWARDS (1998) não verificaram efeitos positivos na gravidade específica dos ovos produzidos por poedeiras entre 24 a 32 semanas de idade alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja, contendo 0,10% de Pd e suplementadas com 600 FTU de fitase/kg de ração.

Por sua vez, FIREMAN et al. (1999), utilizando poedeiras de 25 semanas de idade alimentadas com três níveis de inclusão do farelo de arroz (0, 20 e 40%) e três níveis de suplementação da enzima fitase (0, 300 e 600 FTU de fitase/kg de ração), verificaram que o aumento da inclusão de farelo de arroz reduziu a gravidade específica dos ovos, deposição de cálcio na casca e peso da casca do ovo. Entretanto, quando utilizaram suplementação da fitase nos níveis de 300 e 600 FTU de fitase/kg de ração observaram que a gravidade específica e a deposição de cálcio na casca do ovo foram melhoradas, o mesmo não ocorreu para o peso da casca. Portanto, segundo os autores, a fitase corrigiu os efeitos adversos na qualidade da casca provocados pelo aumento do uso do farelo de arroz, o qual determinou elevação na concentração de fósforo fítico.

Em um outro experimento BOLING et al. (2000) não encontraram diferenças significativas na gravidade específica dos ovos de poedeiras de 20 a 60 semanas de idade alimentadas com dietas contendo 0,10% de Pd e 300 FTU de fitase/kg de ração, quando comparadas com aves que foram alimentadas com a dieta controle contendo 0,45% de Pd e sem suplementação de fitase. Resultado similar foi obtido por KESHAVARZ (2003), que avaliando o efeito da fitase sobre a qualidade dos ovos de quatro diferentes linhagens de poedeiras com diferentes níveis de Pd (0,45; 0,25; 0,20; 0,15 e 0,10%) e suplementadas com 150 e 300 FTU de fitase/kg de ração, verificou que mesmo no nível de 0,10% de Pd não ocorreu diferença significativa na gravidade específica em relação à dieta controle (0,45% de Pd), porém observou melhora na gravidade específica quando utilizou o nível de 0,20% de Pd em ambos os níveis de fitase para todas as linhagens testadas.

Entretanto, JALAL & SCHEIDELER (2001), utilizando poedeiras de 40 a 60 semanas de idade alimentadas com rações contendo 0,35; 0,25; 0,15; e 0,10% de Pd e suplementadas ou não com fitase nos níveis de 250 e 300 FTU de fitase/kg de ração,

observaram que os níveis de fitase e Pd não afetaram a qualidade interna e externa dos ovos.

Por outro lado, VIEIRA (1999), avaliando poedeiras de 2° ciclo alimentadas com dietas contendo 8% de inclusão de farelo de arroz integral e fitase nos níveis 100, 200, 300 e 400 FTU/kg de ração, verificou que à medida que aumentou o nível de fitase ocorreu um decréscimo na gravidade específica dos ovos. Da mesma forma BORMANN (1999) também avaliando poedeiras de 2° ciclo, constatou que à medida que o nível de fitase aumentou nas dietas diminuiu a espessura da casca, fato este explicado por ambos autores devido a maior disponibilização de fósforo fítico, prejudicando a qualidade dos ovos, pois poedeiras de 2° ciclo possuem menor exigência de fósforo.

Com poedeiras de 21 a 41 semanas de idade, LIM et al. (2003) verificaram que a suplementação de 300 FTU de fitase/kg de ração determinou melhora na qualidade externa dos ovos devido à redução do número de ovos quebrados e com casca mole. Os autores observaram também que o efeito da suplementação com fitase é significativamente modificado por meio dos níveis de Ca e Pd, obtendo nos mais baixos níveis de cálcio a melhor eficácia da enzima fitase.

Por outro lado, CEYLAN et al. (2003) não observaram efeito positivo sobre a gravidade específica dos ovos de poedeiras de 20 a 40 semanas de idade alimentadas com rações suplementadas com o nível de 300 FTU de fitase/kg de ração e com vários níveis de Pd (0,40; 0,35; 0,30; 0,25 e 20%). O mesmo foi observado por BERRY et al. (2003), que utilizando matrizes de frango de corte com idade de 27 a 60 semanas de idade alimentadas com níveis de fósforo de 0,10 e 0,30% de Pd, com ou sem suplementação de fitase (0 ou 300 FTU de fitase/kg de ração), não observaram efeito positivo sobre a gravidade específica.

3. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão da enzima fitase em rações formuladas com alimentos alternativos ao farelo de soja e milho, sobre os

parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos e características químicas das excretas de poedeiras comerciais, além disso, a análise econômica.

4. REFERÊNCIAS

ASADA, K.; KASAI, Z. Formation of myo-inositol and phytin in ripening rice grain. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 3, p.397, 1962.

BARRIER-GUILLOT, B.; CASADO, P.; MAUPETIT, P.; JONDREVILLE, C.; GATEL, F. Wheat phosphorus availability. 1. In vitro study; factors affecting endogenous phytase activity and phytic phosphorus content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Essex, v. 70, p. 62-68, 1996.

BERRY, W. D.; HESS, J. B.; LIEN, R. J.; ROLAND, D. A. Egg production, fertility, and hatchability of breeder hens receiving dietary phytase. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 12, n. 3, p. 264-270, 2003.

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

BOLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M.; KOELKEBECK, K. W. The effects of various dietary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 3-4, p.535-538, 2000.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. In: **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, 1997.

BORRMANN, M. S. L. **Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo.** 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

BROZ, J.; OLDALE, P.; PERRIN-VOLTZ, A. H.; RYCHEN, G.; SCHULZE, J.; SIMOES NUNES, C. Effect of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 1- 2, p. 273-280, 1994.

CARLOS, A. B.; EDWARDS Jr., H. M. The effects of 1,25-Dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytase phosphorus utilization by laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 850-858, 1998.

CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S. E.; STILBOM, H. L. High available phosphorus corn and phytase in layer diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 5, p. 789-795, 2003.

CHAMPE, B. C. Enzimas. In: CHAMPE, B. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada.** 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, p. 53-66, 1989.

CLASSEN, H.L. Enzymes in action. **Feed Mix**, Catalunya, v.4, n.2, 1996.

CONSUEGRO, J.P. Uso da fitasa microbiana em dietas para avicultura. *Industria Avícola*, v. 46, n. 5, p. 27-28, 1999.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIGUEIREDO, A. V.; VITTI, D. M. S. S.; SILVA FILHO, J. C.. Efeito da fitase na biodisponibilidade de fósforo do farelo de arroz em frango de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**; Brasília, v. 37, n. 4, p. 547-552, 2002.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIALHO, E. T.; NEUDI, A. S.; BERTECHINI, A. G. Efeito da fitase e xilase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de

corde alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV – SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. 1999. Concórdia. SC. **Anais...** Concórdia: 1999 p. 118-130.

DARI, R.L. A utilização de fitase na alimentação de aves. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, Campinas, p.127-143, 2004.

DILGER, R. N.; ONYANGO, E. M.; SANDS, J. S.; ADEOLA, O. Evaluation of Microbial Phytase in Broiler Diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 962–970, 2004.

FARIA, D.E. **Avaliação de determinados fatores nutricionais e de alimentação sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais.** 1996. 153 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

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

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**, Edinburgh, v. 46, n.3, p. 340-348, 2005.

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

HARMS, R. H. The influence of nutrition on eggshell quality. Part 2: Phosphorus. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 54, n. 19, p. 25-26, 1982.

JALAL, M. A.; SHEIDELER, S. E. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 9-10, p. 1463-1471, 2001.

JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z.; KEMME, P.A. The effect of supplementary *Aspergillus Niger* phytase in diet for pigs on P, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 4, p. 1159-1168, 1992.

KESHAVARZ, K. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 71-91, 2003.

LAURENTIZ, A. C. **Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental**. 2005. 131 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LEDOUX, R.; ZYLA, K. ; VEUM, T. L. Substitution of phytase for inorganic phosphorus for turkey hens. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 4, n. 1-2, p. 157-163, 1995.

LESKE, L. K.; COON, C. N. Effect of phytase on total and phytate phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. **Official journal of the Poultry Science Association**. V. 77. Suppl. 1. p. 54, 1998.

LESKE, L. K.; COON, C. N. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 7-8, p. 1151-1157, 1999.

LESSON, S. Enzimas para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO PARA AVES, 1999. Campinas. Anais... Campinas, FACTA, p. 173-185, 1999.

LESSON, S.; NAMKUNG, H.; COTTRILL, M.; FORSBERG, C. M. Efficacy of new bacterial phytase in poultry diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 80, n. 3, p. 527-528, 2000.

LIM, H. S.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Effects of Phytase Supplementation on the Performance, Egg Quality, and Phosphorous Excretion of Laying Hens Fed Different Levels of Dietary Calcium and Nonphytate Phosphorous. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1-2, p. 92-99, 2003.

NAHASHON, S. N.; NAKAUE, H. S. MIROSH, L. W. Phytase activity phosphorus and calcium retention, and performance of single comb White Leghorn layers fed diets containing two levels of available phosphorus and supplemented with direct-feed microbials. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 1552-1562, 1994.

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broilers chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 9, p.1317-1319, 1999.

NRC. National Research Council. Nutrient requirements of Poultry. 9 th ed. Washington National Academy Press, 1994.

NELSON, T. S.; SHICH, T. R.; WODZINSKI, R. J.; WARE, J. H. The availability of phytase phosphorus in soybean meal before and after treatment with mold phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 4-5, p. 1842-1848, 1968.

PENZ Jr, A. M. Enzimas em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, p. 165-178, 1998.

PETER, C. M.; BAKER, D. H. Microbial phytase does not improve protein-amino acid utilization in soybean meal fed to young chickens. **Journal of Nutrition**, v. 131. p. 1792-1797, 2001.

PUNNA, S.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental microbial phytase on first cycle laying hens fed phosphorus-deficient diets from day one of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 9-10, p. 1407-1411, 1999.

QIAN, H.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M.; Phosphorus equivalence of microbial phytase in turkey diets as influence by calcium to phosphorus ratios and phosphorus levels. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 1-2, p. 69-81, 1996.

RAVINDRAN, V.; CABAUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 699-706, 1999.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable

energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 3-4, p. 338-344, 2001.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 1-27, 1998.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: tabelas brasileiras, Viçosa, MG: UFV, 186p., 2005.

RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOREL, P. C. H.; MOUGHAN, D. P. J. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytate phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 61-68, 2004.

SCHEIDELER, S.A.; AL-BATSHAN, H. Basics of calcium, phosphorus nutrition in layers studied. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 66, n. 14, p. 6-15, 1994.

SCOTT, T. A.; KAMPEN, R.; SILVERSIDES, F. G. The effect of phosphorus, phytase enzyme, and calcium on the performance of layers fed corn-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 11-12, p. 1742-1749, 1999.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, E. R.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. The Effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p.729-736, 1996.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n. 12, p. 1760-1769, 1997.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implication of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 54, n. 1, p. 27-47, 1998.

SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; GASTON, L. A.; FOSTER, A. Evaluation of the nutrient matrix values for phytase in broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, n. 3, p. 213-221, 2004.

SILVA, Y.L. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes**. 2004. 210f Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SIMONS, P. C. M.; VERSTEEGH, H. A. V.; JONGLOED, A. W.; KEMME, P. A.; SLUMP, P.; BOS, K. D.; WOLTERS, M.G. E.; BEUDEKER, R. F.; VERSHOOR, G. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal Nutrition**, v. 64, n. 2-3, p. 525-540, 1990.

SNOW, J. L.; BAKER, D. H.; PARSONS, C. M. Phytase, Citric Acid, and 1- α -Hydroxycholecalciferol Improve Phytate Phosphorus utilization in Chicks Fed a Corn-soybean Meal Diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p. 1187–1192, 2004.

SNOW, J. L.; DOUGLAS, M. W.; PARSONS, C. M. Phytase Effects on Amino Acid Digestibility in Molted Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 7, p. 474–477, 2003.

SOUZA, G. A., LÓPEZ, J. Farelo de arroz integral como fonte de fósforo em rações para frangos de corte: 1. Desempenho e produtividade animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 73-84, 1994.

SUIDA, D. Formulação pr proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: Proteína ideal, energia líquida e modelagem. 1., 2001. Santa Maria. Disponível em: < www.lisina.com.br>. Acesso em: 12 fev. 2006.

SUMMERS, J. D. Reduced dietary phosphorus levels for layers. **Poultry Science**, Champaign, v.74, n.12, p.1977-1983, 1995.

TEICHMANN, H. F.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S. E. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 338-344, 1998.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. CARDOSO, C. C.; NEME, R.; QUIRINO, B. C.; CARVALHO, D. C. O. Efeito da adição da enzima fitase em dietas de frangos de corte sobre o desempenho e digestibilidade ileal de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: p.273, 2000.

TEJEDOR, A. A., ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; LIMA, C. A. R.; VIEITES, F. M. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 809-816, 2001.

UM, J. S.; PAIK, I. K. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 1-2, p. 75-79, 1999.

VAN DER KLIS, J. D.; VERSTEEGH, H. A. J.; SCHEELE, C. W. **Practical enzyme use in poultry diets: phytase and NSP enzymes**. In: BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, Charlotte, NC. p.113-128, 1994.

VIEIRA, R. S. A. **Desempenho e Qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase.** 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; RAVINDRAN, V.; DENBOW, D. M. Improving availability of corn and soybean meal P for broilers using Natuphos[®] phytase and calculation of replacement values of inorganic P by phytase. **Poultry Science**, Champaign, 73, Suppl.1, p. 89, 1994.

YOUNG, L. G.; LEUNISSEN M.; ATKINSON, J. L. Addition of microbial phytase to diets of young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 7-8, p. 2147-2150, 1993.

ZANELLA, I. **Efeito da suplementação de enzimas em dietas a base de milho e sojas processadas sobre a digestibilidade e desempenho de frangos de corte.** 1998 179 f. Tese (Doutorado em Zootecnia): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

ZHANG, X.; ROLAND, D. A.; MCDANIEL, G. R.; RAO, S. K. Effect of Natuphos[®] phytase supplementation to feed on performance and ileal digestibility of protein and amino acids of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 1567-1572, 1999.

ZHANG, X.; MARQUARDT, R. R.; GUENTER, W.; CHENG, J.; HAN, Z. Prediction of the effect of enzymes on chick performance when added to cereal-based diets: use of a modified log-linear model. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 12, p. 1757-1766, 2000.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DA FITASE SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO FARELO DE GIRASSOL.

RESUMO – Avaliou-se os efeitos da adição da fitase em rações formuladas com farelo de girassol sobre o desempenho, qualidade dos ovos, características químicas das excretas e parâmetros econômicos.. Foram distribuídas 180 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown em um DIC com cinco tratamentos e seis repetições de seis aves cada. O tratamento 1, (testemunha), foi uma ração convencional com milho e farelo de soja, sem adição de fitase e farelo de girassol, e os demais foram arranjados em esquema fatorial 2x2, com 2 níveis de adição da enzima fitase (0 e 500 FTU/kg de ração) e 2 níveis de inclusão do farelo de girassol (4% e 8%). O período experimental foi dividido em quatro períodos de 28 dias, e ao final de cada período foram avaliados índices de desempenho e qualidade dos ovos. Foi realizado um ensaio de metabolismo para verificar a quantidade de fósforo (P) e nitrogênio nas excretas, além disso, foi realizada a análise econômica de cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento pleno das exigências das aves, mesmo quando as rações foram formuladas com níveis nutricionais reduzidos. A adição de fitase nas rações possibilitou decréscimo na excreção do P pelas aves, e além disso, redução de todos os parâmetros econômicos avaliados. A produção de ovos foi afetada negativamente pela inclusão de 8% de farelo de girassol, entretanto os demais parâmetros de desempenho e os de qualidade dos ovos não foram afetados.

Palavras-chave: alimentos alternativos, análise econômica, excretas, matriz nutricional

1. INTRODUÇÃO

O farelo de soja, em função do seu elevado valor biológico, é a principal fonte de proteína nas rações de aves, no entanto, em função de constantes aumentos nos preços e a crescente utilização da soja na alimentação humana, alimentos alternativos ao farelo de soja têm sido objeto de estudo visando principalmente à redução de custos com alimentação.

Os subprodutos da indústria de óleo vegetal se apresentam como fontes protéicas alternativas a serem utilizados nas rações para aves, e dependendo de suas disponibilidades nas diversas regiões do Brasil, podem ser uma opção economicamente viável. Dentre estes, podemos citar o farelo de girassol, que é caracterizado por apresentar elevados teores de proteína bruta, oscilando entre 28 a 44%, dependendo da forma de processamento utilizado para extração do óleo e da quantidade de cascas presente no farelo. Entretanto, apesar de possuir uma proteína rica em aminoácidos sulfurados, para as rações de aves apresenta algumas limitações, como baixos teores de lisina e treonina.

A alta concentração de fibra no farelo de girassol, provenientes das cascas das sementes, é outro fator limitante. De acordo com STRINGHININ et al. (2000), o baixo valor de energia metabolizável do farelo de girassol (1.777 kcal EM/kg) é devido aos seus altos níveis de fibra em detergente ácido (31,68 %) e de fibra em detergente neutro (42,15%), além disso, a fibra em alta concentração diminui o aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, acarreta queda no desempenho e piora da conversão alimentar das aves (CAFÉ, 1993).

Outro fator importante a ser considerado quanto ao uso do farelo de girassol, é a grande variação existente em sua composição física e química, principalmente em relação aos teores de proteína e fibra bruta (KARUNAJEEWA et al., 1989), o que se dá em função do cultivar utilizado. Conseqüentemente, altera o valor nutritivo e recomendações de uso, justificando, portanto, a avaliação de cultivares que vêm sendo produzidos na região (FURLAN et al., 2001).

Diversos estudos foram desenvolvidos com o intuito de otimizar a inclusão do farelo de girassol nas rações de frangos, entretanto, trabalhos com o uso de farelo de girassol em rações para poedeiras em fase de produção são escassos.

KARUNAJEEWA et al. (1989), avaliando o desempenho de poedeiras comerciais de 24 a 64 semanas de idade, alimentadas com dietas contendo resíduos da extração do óleo de girassol, entre eles o farelo de girassol, concluíram que desde que haja suplementação adequada com aminoácidos e energia, o farelo de girassol pode substituir em até 75% a fonte protéica da ração. Da mesma forma, SERMAN et al. (1997) concluíram que é possível incluir 24,80% de farelo de girassol nas rações de poedeiras comerciais em fase de produção sem comprometer o desempenho, desde que haja adequada suplementação de lisina e energia.

Por outro lado, PINHEIRO et al. (1999), avaliando frangas de 12 a 20 semanas de idade, observaram que até o nível de 21% de inclusão do farelo de girassol, mesmo sem a adição de lisina, o desempenho das aves não foi afetado negativamente.

Por sua vez, CASARTELLI (2004), avaliando alimentos alternativos em rações para poedeiras comerciais em fase de produção, concluiu que o farelo de girassol pode ser incluído em até 12% nas rações formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis, sem prejuízo ao desempenho das aves.

Ao se formular rações com alimentos alternativos, como o farelo de girassol, a utilização da enzima fitase pode apresentar um custo/benefício favorável, porém existe necessidade de maiores pesquisas nesse sentido, pois a maior parte dos trabalhos existentes na literatura referem-se a sua inclusão em rações formuladas principalmente com milho e farelo de soja (KESHAVARZ, 2003; LIM et al., 2003; BESS et al., 2006).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão da enzima fitase em rações formuladas com farelo de girassol, sobre os parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos, características químicas das excretas de poedeiras comerciais e análise econômica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Considerações gerais

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, composto por quatro períodos de 28 dias cada, perfazendo um total de 112 dias.

2.2. Instalações, aves e manejo

As instalações utilizadas foram galpões convencionais de postura (3 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas, e o bebedouro do tipo copo plástico.

Foram utilizadas 180 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 60 semanas de idade, distribuídas em 30 parcelas de 6 aves cada. Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal para uniformização do lote e por um período de 4 semanas a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas para equalização da produção.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração à vontade, sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz/dia.

2.3. Delineamento Experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 6 repetições de 6 aves cada, totalizando 180 aves em 30 parcelas. Dentro do

delineamento, o tratamento 1 foi a testemunha e os tratamentos 2 a 5 foram um fatorial 2x2, sendo os fatores 2 níveis de inclusão da enzima fitase (0 e 500 FTU kg/ração) e 2 níveis de inclusão de farelo de girassol (4 e 8%).

2.4. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS® (SAS Institute, 2002) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de Liberdade
Fatorial x Testemunha	1
Níveis de fitase	1
Níveis de girassol	1
Interação fitase x girassol	1
Resíduo	25
Total	29

2.5. Rações Experimentais

As rações experimentais foram formuladas para atender as recomendações mínimas de acordo com ROSTAGNO et al. (2005), definindo os tratamentos:

- Tratamento 1: Ração testemunha formulada com milho e soja e sem adição de fitase;
- Tratamento 2: 4% de inclusão do farelo de girassol sem adição da enzima fitase;
- Tratamento 3: 8% de inclusão do farelo de girassol sem adição da enzima fitase;
- Tratamento 4: 4% de inclusão do farelo de girassol com adição de 500 FTU/kg de ração da enzima fitase;
- Tratamento 5: 8% de inclusão do farelo de girassol com adição de 500 FTU/kg de ração da enzima fitase;

A enzima fitase utilizada foi a NATUPHOS 10.000G, marca registrada da fitase da empresa BASF, obtida por intermédio da fermentação com fungos do grupo *Aspergillus niger*, contendo atividade inicial mínima, declarada pelo fabricante, de 10.000 FTU/g. Uma unidade de fitase (FTU) é definida como sendo a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo inorgânico em um minuto num substrato de sódio-fitato, à temperatura de 37°C e pH 5,5. A matriz nutricional da fitase utilizada apresenta 2959% de proteína bruta (158% de lisina, 53% de metionina+cistina e 171% de treonina), 697.056 kcal/kg de energia metabolizável aparente, 2192% de cálcio e 2521% de fósforo disponível.

Foram utilizadas rações isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas e isoprotéicas. A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

2.6. Parâmetros Avaliados

2.6.1. Desempenho

Ao final de cada período o desempenho das aves foi avaliado através dos dados de consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso dos ovos (g) e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo).

2.6.2. Qualidade dos ovos

Os parâmetros relativos à qualidade dos ovos foram avaliados durante os dois últimos dias de cada período, onde foram coletados aleatoriamente três ovos por repetição para determinação de espessura de casca (mm), Unidades Haugh e porcentagem de casca. A gravidade específica (g/cm^3) foi determinada com todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas dos dois dias de avaliação, adotando-se o procedimento de soluções de NaCl, de acordo com recomendação de MORENG & AVENS (1990), sendo

Tabela 1. Composição percentual das rações, custo dos ingredientes e valores calculados dos níveis nutricionais para os cinco tratamentos utilizados.

Ingredientes (%)	Custo (R\$/kg)	T1	T2	T3	T4	T5
milho grão	0,28	64,98	62,50	60,02	64,94	62,45
farelo de soja	0,43	21,69	19,25	16,80	18,46	16,00
calcário calcítico	0,15	8,85	8,85	8,85	9,01	9,01
farelo de girassol c/ casca	0,55	0,00	4,00	8,00	4,00	8,00
óleo de soja	2,45	2,11	2,98	3,85	1,84	2,71
fosfato bicálcico	1,65	1,35	1,37	1,41	0,70	0,72
cloreto de sódio	0,30	0,44	0,45	0,45	0,44	0,45
suplemento vitam. min. adit.*	5,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
l-lisina hcl (78%)	8,95	0,08	0,11	0,14	0,12	0,15
dl-metionina (98%)	13,20	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06
BHT	6,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
fitase	75,00	0,00	0,00	0,00	0,005	0,005
total	-	100	100	100	100	100
níveis calculados						
energia met. (mcal/kg)	-	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
proteína bruta (%)	-	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
cálcio (%)	-	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
fósforo total (%)	-	0,53	0,52	0,50	0,39	0,37
fósforo disponível (%)	-	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
fibra bruta (%)	-	2,55	2,35	2,16	2,35	2,16
lisina total (%)	-	0,82	0,78	0,73	0,77	0,73
met. + cistina total (%)	-	0,74	0,68	0,63	0,68	0,63
metionina total (%)	-	0,47	0,44	0,41	0,44	0,41
treonina total (%)	-	0,60	0,55	0,50	0,55	0,50
triptofano total (%)	-	0,18	0,16	0,15	0,16	0,15
lisina dig. (%)	-	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
met. + cist. dig. (%)	-	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
metionina dig. (%)	-	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
treonina dig. (%)	-	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
triptofano dig. (%)	-	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
sódio (%)	-	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

* enriquecido por quilograma de ração: vitamina a – 6.250ui; vitamina d3 – 2.500ui; vitamina e – 13mg; vitamina k3 – 1mg; vitamina b1 – 1,5mg; vitamina b2 – 3,4mg; vitamina b6 – 1mg; vitamina b12 – 20mcg; ácido fólico – 0,25mg; ácido pantotênico 2,85mg; niacina – 10mg; biotina – 0,1mg; colina – 0,24mg; cobre – 7,5mg; zinco – 60mg; manganês – 46mg; iodo – 1mg; selênio – 0,2mg; antioxidante - 0,4mg; metionina – 1,4g.

que entre soluções a densidade foi variou de 1,065 a 1,100 g/cm³ com gradiente de 0,005 entre as medidas.

2.6.3. Ensaio de metabolismo

Ao final do experimento foi realizado um ensaio de metabolismo para quantificar os teores de fósforo (P) e nitrogênio (N) nas excretas de poedeiras comerciais e estimar a biodisponibilidade de P e N.

Foi mantido o mesmo delineamento dos experimentos, contudo, com 5 repetições de 4 aves cada, totalizando 100 aves.

O método utilizado foi o de coleta total de excretas. O ensaio teve duração de 5 dias. Foi adicionado 1,0% de óxido férrico, em todas as rações, no primeiro e no último dia, como marcador do início e do término da coleta das excretas.

A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As excretas coletadas foram armazenadas em congelador a -10 °C até o final do período de coleta, quando então, foram descongeladas, devidamente homogeneizadas por repetição, pesadas e colocadas em estufa ventiladas por 72 horas a 55 °C, para ser efetuada a pré-secagem. Posteriormente foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas para as análises posteriores.

Foram anotadas as quantidades de rações consumidas e de excretas produzidas. As análises laboratoriais de matéria seca, nitrogênio e fósforo, das rações e das excretas foram feitas pelos métodos descritos por SILVA (1990).

Os parâmetros avaliados foram: médias de ingestão (mg/ave/dia), excreção (mg/ave/dia) e % retenção de P e ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e % retenção de N.

2.6.4. Análise econômica

O custo das rações foi determinado considerando-se a composição das rações e o preço dos ingredientes obtidos em outubro de 2006 (Tabela 1).

Para os custos de produção foi considerado apenas o custo com a ração, uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todos os tratamentos experimentais. O custo por ave foi obtido considerando-se o consumo de ração mensal e o custo por kg de ração. O custo da ração para produzir uma dúzia de ovos ou um

quilograma de ovos, foi determinado levando-se em conta a quantidade de ração necessária para a produção de uma dúzia ou de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho

O resumo da análise de variância com os valores de F e coeficientes de variação para os dados de desempenho – consumo de ração (CR – g/ave/dia), porcentagem de postura (PR - %), peso dos ovos (PO – g), massa de ovos (MO - g) e conversão alimentar (CA – kg/kg) – encontram-se no Apêndice A (Tabela 1A). As médias das variáveis de desempenho são apresentadas na Tabela 2.

Para as todas variáveis de desempenho analisadas não ocorreram interações significativas entre o Fatorial vs Testemunha ($P > 0,05$). Entretanto, quando analisada a interação entre os níveis de inclusão do farelo de girassol e níveis de adição de fitase, ocorreu interação significativa para a massa de ovos ($P < 0,05$). Dentro dos níveis de inclusão do farelo de girassol observa-se que só ocorreu diferença entre os níveis de adição de fitase quando a inclusão do farelo de girassol foi de 8%, sendo que a adição

de fitase (500 FTU de fitase/kg de ração) determinou maior massa de ovos em relação à ausência da enzima. Dentro dos níveis de adição de fitase ocorreu diferença entre os níveis de inclusão do farelo de girassol apenas na ausência de fitase, de maneira que no nível de 4% de inclusão de farelo de girassol a massa de ovos foi maior em relação à inclusão de 8%. Estes resultados demonstram que a adição de fitase beneficiou a utilização do nível mais alto de inclusão do farelo de girassol (8%) utilizado no experimento, podendo ter disponibilizado nutrientes contidos no milho e/ou farelo de girassol anteriormente não disponíveis para as aves.

Para os níveis de inclusão do farelo de girassol pode ser observada diferença significativa apenas para a produção de ovos ($P < 0,05$). As aves que receberam as rações contendo 4% de farelo de girassol apresentaram uma porcentagem de postura maior em relação às que receberam ração com 8% de inclusão do ingrediente, correspondendo a uma produção de 82,38 e 79%, respectivamente. A diminuição na produção de ovos, observada no presente estudo, quando se utilizou a inclusão de 8% de farelo de girassol, contraria os resultados obtidos por CASARTELLI (2004), SERMAN et al. (1997) e KARANAJEEWA et al (1989) para este parâmetro. Por outro lado, a ausência de efeito dos níveis de farelo de girassol sobre os demais parâmetros de desempenho está de acordo com o observado pelos autores anteriormente citados. CASARTELLI (2004), trabalhando com farelo de girassol nos níveis de 0, 4, 8 e 12% não observou efeito negativo para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados em poedeiras de 41 semanas de idade. Da mesma forma, SERMAN et al. (1997), avaliando poedeiras alimentadas com 24% de inclusão do farelo de girassol e suplementadas com lisina e energia, não observaram efeito negativo sobre o desempenho das aves, pelo contrário, observaram que estas até se mantinham superiores em relação ao desempenho das aves que receberam ração isenta de farelo de girassol. KARANAJEEWA et al. (1989) também não encontraram diferenças significativas sobre os parâmetros de desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis crescentes de inclusão do farelo de girassol 0; 5,79; 12,19 e 18,97%.

Tabela 2. Médias de consumo de ração (CR – g/ave/dia), porcentagem de postura (PR - %), peso dos ovos (PO – g), massa de ovos (MO- g) e conversão alimentar (CA – kg/kg) em poedeiras comerciais alimentadas com dois níveis de inclusão de girassol (4 e 8%) e dois níveis da enzima fitase (0 e 500 FTU/kg de ração).

Variáveis	Girassol				MÉDIA	Testemunha
	Fitase	4%	8%	MÉDIA		
CR (g/ave/dia) CV% = 2,46	500	101,20	102,12	101,66 ^a	101,72 ^{NS}	
	0	100,50	97,96	99,22B		
	MÉDIA	100,84	100,04	100,44		
PR (%) CV% = 4,83	500	82,15	81,83	81,99	80,10 ^{NS}	
	0	82,62	76,18	79,4		
	MÉDIA	82,38a	79,00b	80,70		
PO (g) CV% = 2,97	500	66,4	67,60	67,00	66,70 ^{NS}	
	0	66,80	66,43	66,61		
	MÉDIA	66,59	67,01	66,80		
MO (g/ave/dia) CV% = 4,85	500	54,44aA	55,27aA	54,86	53,38 ^{NS}	
	0	55,15aA	50,55bB	52,85		
	MÉDIA	54,80	52,91	53,85		
CA (kg/kg) CV% = 4,61	500	1,864	1,852	1,858	1,909 ^{NS}	
	0	1,827	1,951	1,889		
	MÉDIA	1,845	1,901	1,873		

Letras distintas, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). São apresentadas também a comparação das médias entre fatorial e testemunhas, ns = $P > 0,05$.

Para os níveis de adição de fitase a única variável que apresentou diferença significativa foi o consumo de ração ($P < 0,05$). O consumo de ração das aves que receberam rações com adição de fitase foram superiores em relação ao das aves que receberam ração isenta de fitase (0 FTU de fitase/kg de ração), correspondendo a um consumo de 101,66 e 99,22 g/ave/dia, respectivamente. Resultado similar foi obtido por BORRMANN (1999), que observou que as aves que receberam rações com baixo nível de fósforo disponível (0,18% Pd) e com fitase tiveram o consumo de ração foi superior em relação às aves que receberam a ração controle (0,36% Pd e sem adição de fitase). Entretanto, KESHAVARZ (2003) verificou menor consumo de ração em poedeiras alimentadas com diferentes níveis de fósforo disponível (0,25; 0,20; e 0,15%) e com fitase (300 FTU de fitase/kg de ração) quando comparado com a ração controle (0,45%

de Pd e sem adição de fitase). Este resultado pode ser devido a menor disponibilização de energia do que a considerada na formulação das dietas quando valorizada a matriz fítica, onde as aves apresentaram maior consumo de ração para satisfazer suas exigências energéticas.

Apesar da fitase ter afetado o consumo de ração, o mesmo não ocorreu para a conversão alimentar, pois a produção de ovos, apesar de não diferir estatisticamente, foi numericamente superior para poedeiras alimentadas com rações suplementadas com fitase (81,99%) quando comparadas com aves que receberam ração com os níveis nutricionais normais e sem fitase (79,40%).

Para as demais variáveis de desempenho analisadas também não ocorreram diferenças significativas para o fator fitase ($P > 0,05$). Os resultados obtidos no presente experimento estão de acordo com FERNANDES et al. (2003), SHELTON et al. (2004) e BESS et al. (2006), em que os autores consideraram a matriz nutricional da fitase na formulação das rações.

Conduzindo experimentos com frangos de corte, FERNANDES et al. (2003) e SHELTON et al. (2004) adotaram a matriz nutricional da fitase recomendada pelo fabricante no nível de 500 FTU de fitase/kg de ração e 600 FTU de fitase/kg de ração, respectivamente, em rações à base de milho, sorgo e farelo de soja; milho e farelo de soja, respectivamente, constataram que os níveis nutricionais adotados nas rações com fitase, dentro da equivalência nutricional proposta pela empresa, proporcionaram resultados de desempenhos iguais aos do tratamento controle composto por níveis nutricionais adequados e sem inclusão de fitase.

Da mesma forma, BESS et al. (2006) não constataram diferenças significativas na porcentagem de postura em matrizes de corte alimentadas com rações com valorização plena da matriz nutricional da fitase, ou seja, com níveis nutricionais reduzidos, em comparação com as aves que receberam ração convencional com níveis nutricionais adequados e sem fitase.

Nos estudos dos três autores acima citados, assim como no presente experimento, a matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento das

exigências das aves, onde mesmo recebendo rações com níveis nutricionais reduzidos, não tiveram o desempenho comprometido.

Diferenças não significativas para a porcentagem de postura também foram observadas por GORDON & ROLAND (1997) e BOLING et al. (2000), que avaliando poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis reduzidos de Pd em até 78% (0,10% de Pd) e com fitase, obtiveram produção de ovos similar às das aves alimentadas com ração controle com níveis de Pd adequado (0,45% de Pd).

Por outro lado, FRANCESCH et al. (2005) observaram melhor porcentagem de postura em poedeiras alimentadas com rações à base de milho ou cevada contendo 0,11% de Pd e suplementadas com fitase (150, 300 e 450 FTU de fitase/kg de ração) em comparação com aves alimentadas com 0,32% de Pd. Resultados similares foram obtidos por KESHAVARZ (2003) e LIM et al. (2003), que observaram melhora na porcentagem de postura quando poedeiras comerciais foram alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,25 ou 0,15% de fósforo não fítico e suplementadas com 300 FTU de fitase/kg de ração comparadas com as aves alimentadas com a ração controle (0,45% de Pd). Além disso, KESHAVARZ (2003) verificou melhora nos parâmetros peso de ovos, massa de ovos e conversão alimentar.

Da mesma forma, JALAL & SCHEIDELER (2001) verificaram melhora na conversão alimentar e massa de ovos em poedeiras alimentadas com rações à base de milho e do farelo de soja contendo 0,10% de Pd e suplementadas com a enzima fitase nos níveis de 250 e 300 FTU de fitase/kg de ração.

CARLOS & EDWARDS (1998) também não verificaram efeitos positivos no peso dos ovos produzidos por poedeiras entre 24 a 32 semanas de idade alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,10% de Pd e 600 FTU de fitase/kg de ração.

3.2. Qualidade dos ovos

O resumo da análise de variância com os valores de F e coeficientes de variação para os dados de qualidade dos ovos – Unidades Haugh (UH), porcentagem de casca (PC - %), espessura de casca (EC – mm) e gravidade específica (GE – g/cm³) – encontram-se no Apêndice A (Tabela 2A). As médias das variáveis de qualidade dos ovos são apresentadas na Tabela 3.

Para as variáveis de qualidade dos ovos não ocorreram interações significativas ($P > 0,05$) entre o Fatorial vs Testemunha. Da mesma forma, para os fatores níveis de inclusão de farelo de girassol e níveis de adição de fitase não ocorreram diferenças significativas ($P > 0,05$) para todos os parâmetros de qualidade dos ovos avaliados. O mesmo foi observado para a interação entre estes fatores (níveis de inclusão de farelo de girassol vs níveis de inclusão de fitase).

Com relação ao fator níveis de inclusão do farelo de girassol os resultados obtidos para a Unidade Haugh e a espessura de casca estão de acordo com os obtidos por CASARTELLI (2004), que também não encontrou efeito negativo com a inclusão de até 12% de farelo de girassol para poedeiras de 41 semanas de idade. Entretanto, o mesmo autor, avaliando os parâmetros de porcentagem de casca e gravidade específica verificou efeito cúbico dos níveis de inclusão do farelo de girassol (0, 4, 8 e 12%), de maneira que o aumento da inclusão do farelo de girassol até o nível de 8% determinou uma tendência em aumentar os valores, e com o nível de 12%, uma tendência de declínio dos mesmos. O autor explica que apesar de não ter ocorrido diferença significativa foi observada uma tendência de diminuição no peso dos ovos até o nível de 8% de inclusão do farelo de girassol. Por outro lado, KARANAJEEWA et al. (1989), ao avaliarem aumento na inclusão de farelo de girassol (até 18,97%) nas rações de poedeiras, não observaram efeito sobre a gravidade específica, entretanto, o aumento na inclusão determinou diminuição na Unidade Haugh.

Para o fator níveis de adição de fitase, os resultados obtidos para qualidade externa da casca do ovo, medida através da gravidade específica, estão de acordo com BESS et al. (2006), que avaliando o efeito da matriz fítica sobre a qualidade externa dos

ovos em matrizes de corte, não observaram efeito negativo sobre a gravidade específica dos ovos quando comparou o efeito das rações contendo níveis nutricionais reduzidos e suplementadas com fitase, com a ração com níveis nutricionais adequados e sem suplementação de fitase, demonstrando assim que a matriz nutricional preconizada para fitase atendeu plenamente as exigências das aves.

Tabela 3. Médias de Unidades Haugh (UH), porcentagem de casca (PC - %), espessura de casca (EC – mm) e gravidade específica (GE – g/cm³) em poedeiras comerciais alimentadas com dois níveis de inclusão de girassol (4 e 8%) e dois níveis de fitase (0 e 500 FTU/kg de ração).

Girassol					
Variáveis	FITASE	4%	8%	MÉDIA	Testemunha
UH CV% = 3,75	500	88,05	88,85	88,45	87,75 ^{NS}
	0	86,51	86,75	86,63	
	MÉDIA	87,28	87,80	87,60	
PC (%) CV% = 2,89	500	8,98	8,82	8,90	8,84 ^{NS}
	0	8,70	8,70	8,70	
	MÉDIA	8,84	8,76	8,80	
EC (mm) CV% = 3,18	500	0,354	0,353	0,353	0,359 ^{NS}
	0	0,350	0,351	0,350	
	MÉDIA	0,352	0,352	0,352	
GE CV% = 0,17	500	1,0855	1,0855	1,0855	1,0848 ^{NS}
	0	1,0842	1,0850	1,0846	
	MÉDIA	1,0848	1,0852	1,0850	

Letras distintas, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). São apresentadas também à comparação das médias entre fatoriais e testemunhas, ns = P>0,05).

Embora não tenham avaliado a matriz nutricional da fitase, BOLING et al. (2000) e KESHAVARZ (2003) também não encontraram diferenças significativas na gravidade específica dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo 0,10% de Pd e 300 FTU de fitase/kg de ração quando comparadas com aves que foram alimentadas com a ração controle, contendo 0,45% de Pd e sem suplementação de fitase. Da mesma forma, o efeito positivo da fitase também foi observado por FIREMAN et al. (1999), que

avaliando poedeiras de 25 semanas de idade alimentadas com rações contendo 300 e 600 FTU de fitase/kg de ração, verificaram que a fitase corrigiu os efeitos adversos na qualidade externa do ovo (gravidade específica e a deposição de cálcio na casca) provocados pelo aumento da inclusão do farelo de arroz (0, 20 e 40%). Por outro lado, VIEIRA (1999), avaliando poedeiras de segundo ciclo alimentadas com rações à base de farelo de soja, milho e farelo de arroz (8%), contendo 0,16% de Pd e com fitase (100, 200, 300 e 400 FTU/kg de ração), verificou efeito positivo da fitase sobre a qualidade da casca apenas com o nível de 100 FTU de fitase/kg de ração, pois à medida que aumentou o nível de fitase ocorreu um decréscimo na gravidade específica dos ovos, fato este explicado pelo autor em função da maior disponibilização de fósforo fítico, o que prejudicou a qualidade dos ovos, isso devido a menor exigência de fósforo em poedeiras de segundo ciclo, porém o mesmo não foi observado para os parâmetros de espessura de casca e porcentagem de casca.

BORMANN (1999), também avaliando poedeiras de segundo ciclo alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de Pd (0,18%; 0,24%; 0,30% e 0,36%) e dois níveis de fitase (0 e 300 FTU/kg de ração), observou efeito negativo da fitase sobre a espessura de casca, porém o mesmo não foi observado para gravidade específica e porcentagem de casca.

Com relação ao parâmetro de qualidade interna o resultado obtido está de acordo com o obtido por JALAL & SCHEIDELER (2001), os quais não observaram diferenças significativas para Unidade Haugh, quando avaliaram poedeiras de 40 a 60 semanas de idade alimentadas com rações contendo diferentes níveis de Pd (0,25; 0,15; e 0,10%) e com fitase (250 e 300 FTU de fitase/kg de ração), comparadas com aves que receberam a ração convencional com 0,35% de Pd.

Portanto, torna-se necessário o conhecimento pleno da matriz nutricional que a fitase poderá disponibilizar para a ave, evitando assim o fornecimento em excesso ou déficit de nutrientes, obtendo ótimo desempenho e qualidade dos ovos.

3.3. Biodisponibilidade de nitrogênio e fósforo

O resumo da análise de variância com os valores de F e coeficientes de variação para os dados de ingestão, excreção e porcentagem de retenção do fósforo (P) e do nitrogênio (N) encontram-se no Apêndice A (Tabela 3A e 4A). As médias e os coeficientes de variação das variáveis: ingestão, excreção e % retenção do P e do N são apresentadas na Tabela 4.

Para as variáveis ingestão e porcentagem de retenção de P ocorreram interações significativas entre o Fatorial vs Testemunha ($P < 0,01$). Observa-se que as aves que foram alimentadas com a ração testemunha apresentaram maior ingestão de P e maior porcentagem de retenção do mesmo.

Para o fator níveis de adição de fitase, as variáveis: ingestão, excreção e porcentagem de retenção de P apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$). Observa-se que as aves alimentadas com rações contendo níveis nutricionais reduzidos e com fitase ingeriram menor quantidade de P (357,50g) em relação às aves que foram alimentadas com dietas com níveis nutricionais normais e isentas de fitase (495,16g), conseqüentemente, o menor teor de P excretado (338,16mg) foi observado para as aves alimentadas com rações contendo fitase, em relação às aves alimentadas com rações sem fitase (406,33mg), apresentando uma redução de 17% no teor de P excretado. Este resultado se deve, principalmente, a diminuição de 48% de inclusão do fosfato bicálcico na formulação das dietas quando valorizada a matriz fítica, ou seja, a quantidade de fósforo fítico que a fitase disponibiliza dos ingredientes de origem vegetal. Por outro lado, as aves que receberam ração sem fitase apresentaram maior porcentagem de retenção de P que as aves alimentadas com rações contendo fitase, demonstrando assim maior disponibilidade do P nas rações com os níveis nutricionais normais e isentas de fitase.

Os resultados obtidos para excreção do P estão de acordo com os obtidos por BOLING et al. (2000) e KESHAVARZ (2003), porém estes autores observaram um decréscimo mais expressivo na excreção de P (50 e 56%, respectivamente), quando forneceram rações com níveis de fosfato bicálcico reduzidos em até 67 e 78%,

respectivamente, e suplementadas com 300 FTU de fitase/kg de ração, sem comprometimento do desempenho das aves.

Tabela 4. Médias de ingestão (mg/ave/dia), excreção (mg/ave/dia) e % retenção de fósforo (P) e ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e % retenção de nitrogênio (N) em poedeiras comerciais alimentadas com dois níveis de inclusão do farelo de girassol (4 e 8%) e dois níveis de fitase (0 e 500 FTU/kg de ração).

Girassol					
Variáveis	FITASE	4%	8%	MÉDIA	Testemunha
Ingestão P (mg/ave/dia) CV%=2,86	500	326,66	388,33	357,50b	467,00**
	0	457,33	533,00	495,16a	
	MÉDIA	392,00b	460,66a	426,33	
Excreção P (mg/ave/dia) CV%=3,32	500	305,66	370,66	338,16b	375,00 ^{NS}
	0	369,00	443,66	406,33a	
	MÉDIA	337,33b	407,16a	372,24	
% P retido CV%=13,26	500	6,44	4,66	5,55b	19,75**
	0	19,32	16,74	18,03a	
	MÉDIA	12,88	10,70	11,79	
Ingestão N (g/ave/dia) CV%=3,55	500	1,93Ab	2,23Aa	2,08	2,11 ^{NS}
	0	2,13Aa	2,21Aa	2,17	
	MÉDIA	2,03b	2,22a	2,12	
Excreção N (g/ave/dia) CV%=4,25	500	1,17	1,32	1,24	1,17 ^{NS}
	0	1,23	1,25	1,24	
	MÉDIA	1,20b	1,28a	1,24	
% N retido CV%=7,12	500	39,32	40,64	39,98	44,31 ^{NS}
	0	41,91	43,19	42,55	
	MÉDIA	40,61	41,91	41,26	

Letras distintas, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). São apresentadas também a comparação das médias entre fatoriais e testemunhas, sendo ** = $P < 0,01$, ns = $P > 0,05$.

De acordo com SIMONS et al. (1990), a redução da suplementação de fósforo inorgânico e o aumento do uso do fósforo fítico pelo animal, através do uso da enzima

fitase, além de resultar na diminuição de 20 a 30% na excreção do fósforo proporciona ainda uma redução significativa dos custos de alimentação.

Com relação aos níveis de inclusão do farelo de girassol, ocorreu diferença significativa para ingestão de P, excreção de P e ingestão de N ($P < 0,01$), e, além disso, para a excreção de N ($P < 0,05$). Observa-se que o nível mais alto de inclusão do farelo de girassol proporcionou às aves o maior teor de ingestão de P e N (460,66mg e 2,22 g, respectivamente), e conseqüentemente o maior teor de P e N nas excretas (407,16mg e 1,28g, respectivamente). Provavelmente isto pode ter ocorrido pelo fato do farelo de girassol possuir um valor nutricional maior em Pd e proteína do que o considerado na formulação da ração.

Não foram observadas interações significativas entre os fatores níveis de inclusão do farelo de girassol e níveis de inclusão de fitase para nenhuma variável analisada, exceto para ingestão de N ($P < 0,05$). Observa-se que as aves alimentadas com o menor nível de inclusão do farelo de girassol e sem suplementação de fitase apresentaram menor ingestão de N que aves alimentadas com as demais rações.

3.4. Avaliação econômica

A apreciação econômica refere-se aos alimentos utilizados, já que estes representam o maior custo na produção, atingindo cerca de 60 a 75% na produção de poedeiras comerciais. A discussão foi feita em função do nível de inclusão do farelo de girassol e da adição da enzima fitase nas dietas.

Os resultados obtidos para alguns parâmetros econômicos que possam auxiliar na decisão pela inclusão do farelo de girassol e a utilização da fitase nas rações encontram-se na Tabela 5. Observa-se que o menor nível de inclusão (4%), independentemente da inclusão da fitase, apresentou menores custos que o nível de 8% de inclusão do farelo de girassol. A utilização de 4% de farelo de girassol representa uma redução de 11,77% no custo da ração quando comparada a utilização de 8%, sendo considerada neste caso, a ausência de fitase. O aumento no custo,

quando utilizado o nível mais alto de inclusão do farelo de girassol, como pode ser observado na Tabela 1, está relacionado diretamente ao aumento na inclusão do óleo de soja e da lisina sintética, devido aos baixos teores de energia metabolizável e lisina presentes na composição bromatológica do farelo de girassol. Segundo o NRC (1994), o farelo de girassol com casca possui 1.543 kcal EM/kg e 1,00% de lisina em 90% de matéria seca.

Tabela 5. Parâmetros de custo de rações formuladas com dois níveis de inclusão do farelo de girassol (4 e 8%) e sem/com adição da enzima fitase.

Variáveis	Girassol			Testemunha
	FITASE	4%	8%	
Custo da ração (R\$/kg)	500	0,403	0,430	0,406
	0	0,434	0,462	
Custo/kg de ovo (R\$/kg)	500	0,754	0,797	0,777
	0	0,794	0,900	
Custo/dz de ovos (R\$/dz)	500	0,601	0,646	0,622
	0	0,636	0,717	

Com relação à adição fitase nas rações, observa-se que a adição da mesma, dentro dos mesmos níveis de inclusão do farelo de girassol, reduziu todos os custos avaliados. No nível de 4% de inclusão do farelo de girassol a adição da enzima fitase determinou redução de 7,14%; 5,04% e 5,50% nos custos de ração, custo de produção por kg e custo de produção por dúzia, respectivamente. Este resultado se deve principalmente a menor inclusão de fosfato bicálcico e óleo de soja à dieta devido à valorização da matriz da enzima fitase (Tabela 1). Com relação ao maior nível de inclusão do farelo de girassol, a adição de fitase na ração reduziu em 6,93%; 11,44% e 9,90% o custo de ração, custo de produção por kg e custo de produção por dúzia, respectivamente. Da mesma forma que para o nível de 4% de farelo de girassol, os menores custos se devem ao fato da menor quantidade de fosfato bicálcico e óleo de

soja adicionados à ração, quando considerado o valor da matriz da fitase na formulação das rações.

Ainda analisando a Tabela 5, observa-se que apenas o tratamento utilizando 4% de farelo de girassol e a adição de fitase apresentou redução em todos os parâmetros econômicos em relação ao tratamento testemunha, apresentando o custo de ração, custo de produção por kg e custo de produção por dúzia, 0,74%; 2,96% e 3,38%, respectivamente, menos dispendioso que a testemunha, isso em função da menor inclusão de óleo de soja, fosfato bicálcico e metionina na ração. A menor inclusão do óleo de soja e fosfato bicálcico é devido à valorização da matriz fítica na ração, enquanto que a menor quantidade de metionina sintética se deve, principalmente, ao fato do farelo de girassol possuir uma proteína rica em aminoácidos sulfurados.

4. CONCLUSÕES

A matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento pleno das exigências das aves, garantindo o desempenho e qualidade dos ovos mesmo quando se utilizou rações onde os níveis nutricionais foram reduzidos.

A inclusão de 4% de farelo de girassol, além de não afetar negativamente o desempenho e qualidade dos ovos, independentemente da inclusão da fitase, proporcionou menores custos que a inclusão de 8%. A adição de fitase nas rações possibilitou decréscimo de 17% na excreção do P pelas aves, e, além disso, redução de todos os parâmetros econômicos avaliados.

5. REFERÊNCIAS

BESS, F; ROSA, A. P; KRABBE, E. L; SOUZA, T. B. S; FAVERO, A. Efeito da adição de fitase sobre a percentagem de postura e densidade de ovos em matrizes de corte. **REVISTA BRASILEIRA DE CIENCIA AVÍCOLA**, Santos, supl.8, p. 106, 2006.

BOLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M.; KOELKEBECK, K. W. The effects of various dietary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 3-4, p.535-538, 2000.

BORRMANN, M. S. L. **Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

CAFÉ, M. B. **Estudo do valor nutricional da soja integral processada para aves**. 1993. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

CARLOS, A.B.; EDWARDS Jr., H. M. The effects of 1,25-Dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytase phosphorus utilization by laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 850-858, 1998.

CASARTELLI, E. M. **Alimentos alternativos ao milho e farelo de soja em rações de poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis**. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

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

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**, Edinburgh, v. 46, n.3, p. 340-348, 2005.

FURLAN, A. C.; FARIA, H. G.; SCAPINELLO, M. I.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; SANTOLIN, M. L. R. Farelo de girassol para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 1023-1027, 2001

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

JALAL, M. A.; SHEIDELER, S. E. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 9-10, p. 1463-1471, 2001.

KARANAJEEWA, H.; THAM, S. H.; ABU-SEREWA, S. Sunflower seed meal, sunflower oil and full-fat sunflower seeds, hulls and kernels for laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 45-49, 1989.

KESHAVARZ, K. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 71-91, 2003.

LIM, H. S.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Effects of Phytase Supplementation on the Performance, Egg Quality, and Phosphorous Excretion of Laying Hens Fed Different

Levels of Dietary Calcium and Nonphytate Phosphorous. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1-2, p. 92–99, 2003.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 380 p., 1990.

NRC. National Research Council. Nutrient requirements of Poultry. 9 th ed. Washington National Academy Press, 1994.

PINHEIRO, J. W. FONSECA, N. A. N.; CABRERA, L.; SUGETA, S. M.; OTUTUMI, L. K.; UENO, P. M. Uso de rações contendo diferentes níveis de farelo de girassol e lisina na alimentação de frangas de postura de 6 a 18 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 36, 1999, PORTO ALEGRE, RS. **Anais...** CD- ROM.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: tabelas brasileiras, Viçosa, MG: UFV, 186p., 2005.

SAS. **INSTITUTE SAS® user' guide**: statistics. Cary, NC, 2002.

SERMAN, V.; MAS, N.; MELENJUK, V.; DUMANOVSKI, F.; MIKULEC, Z. Use of sunflower meal in feed mixtures for laying hens. **Acta Veterinária Brno**, Brno, v. 66, n. 4, p. 219-227, 1997.

SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; GASTON, L. A.; FOSTER, A. Evaluation of the nutrient Matrix Values for phytase in broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, n. 2, p. 213-221, 2004.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: UFV, 166p., 1990.

SIMONS, P. C. M.; VERSTEEGH, H. A. V.; JONGLOED, A. W.; KEMME, P. A.; SLUMP, P.; BOS, K. D.; WOLTERS, M.G. E.; BEUDEKER, R. F.; VERSHOOR, G. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal Nutrition**, v. 64, n. 2-3, p. 525-540, 1990.

STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B. ; FERNANDES, C.M. Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **REVISTA BRASILEIRA DE CIENCIA AVÍCOLA**, Campinas, supl. 2, p. 41, 2000.

VIEIRA, R. S. A. **Desempenho e Qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase**. 1999. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

CAPÍTULO 3 – EFEITO DA FITASE SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DOS OVOS, AVALIAÇÃO ECONÔMICA E EXCREÇÃO DE FÓSFORO E NITROGÊNIO DE POEDEIRAS COMERCIAIS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO SORGO.

RESUMO – Avaliou-se os efeitos da adição da enzima fitase em rações formuladas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo sobre o desempenho, qualidade dos ovos, características químicas das excretas e parâmetros econômicos. Foram distribuídas 180 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições de seis aves cada. O tratamento 1, testemunha, foi uma ração com milho e farelo de soja, sem adição de fitase e sorgo, e os demais foram arrançados em esquema fatorial 2x2, com 2 níveis de inclusão da enzima fitase (0 e 500 FTU/kg de ração) e 2 níveis de substituição do milho pelo sorgo (50% e 100%). O período experimental foi dividido em quatro períodos de 28 dias, e ao final de cada período foram avaliados índices de desempenho e qualidade dos ovos. Ao final do experimento foi realizado um ensaio para quantificar os teores de fósforo e nitrogênio nas excretas das aves e a análise dos parâmetros econômicos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento pleno das exigências das aves, mesmo quando as rações foram formuladas com níveis nutricionais reduzidos. A adição de fitase nas rações possibilitou decréscimo na excreção de P, e além disso, redução de todos os parâmetros econômicos avaliados. O sorgo pode ser utilizado em substituição parcial ou total ao milho, porém a análise econômica indicou que a substituição parcial determinou melhores resultados.

Palavras-chave: alimentos alternativos, análise econômica, excretas, matriz nutricional

1. INTRODUÇÃO

Na avicultura moderna a alimentação responde por cerca de 65% do custo de produção e, o milho e o farelo de soja constituem em torno de 92% das rações e 88% do seu custo total, sendo que apenas o milho corresponde a 60% desse valor.

A ocorrência de produção limitada de milho e políticas reguladoras de estoque em determinados anos, aliadas à crescente procura deste cereal para alimentação humana, tem levado diversos pesquisadores ao estudo de alimentos alternativos ao milho que possibilitem reduzir o custo de produção sem afetar o desempenho animal.

Há vários anos no Brasil a utilização do sorgo como substituto parcial ou total do milho em rações para animais, sobretudo não-ruminantes, é alvo de estudo, pois este cereal apresenta bom valor nutricional, ótima adaptabilidade aos diversos solos e climas brasileiros e, além disso, possui um preço ao redor de 80% do milho.

Apesar do sorgo possuir um bom valor nutricional, 95% daquele do milho (FIALHO & BARBOSA, 1997), existem diferenças nutricionais entre o milho e o sorgo que devem ser consideradas na substituição parcial ou total na ração. O milho contém mais óleo e energia que o sorgo, porém menor conteúdo protéico que o mesmo. Já em relação ao conteúdo de vitaminas e minerais, o milho e o sorgo são equivalentes.

A maior parte do sorgo produzido hoje no Brasil possui baixo tanino, contudo os estudos para avaliação da utilização do sorgo na alimentação de poedeiras, considerando o sorgo de baixo tanino, ainda não são expressivos (CASARTELLI, 2004). O sorgo com alto tanino pode resultar em problemas no trato digestivo e na própria digestibilidade dos nutrientes da dieta, o que pode causar a diminuição no desempenho das aves (GARCIA et al. 2005). Entretanto, os mesmos autores avaliando sorgo com alto tanino (1,89 g/kg) e sorgo com baixo tanino (0,49 g/kg) em substituição ao milho nas rações de frangos de corte, não verificaram a ocorrência de alterações dos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça, porcentagem das vísceras e intestinos ou medidas dos intestinos que possam comprometer tal substituição.

A baixa presença de carotenóides no sorgo é um dos principais obstáculos à sua utilização em rações para poedeiras, pois as gemas dos ovos de aves alimentadas com

rações contendo sorgo em substituição ao milho apresentam coloração muito clara, o que determina a rejeição pelo mercado consumidor. Entretanto, com a adição de pigmentantes na ração este problema pode ser contornado.

Avaliando o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com rações com substituição parcial do milho pelo sorgo (40%), e formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis, SILVA et al. (2000) verificaram que não houve efeito das rações sobre o consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovo, Unidade Haugh e os índices de gema e de albúmen, porém, rações contendo sorgo necessitam de adição de pigmentantes para não comprometer o índice de pigmentação das gemas.

Em experimento com poedeiras comerciais com 41 semanas de idade, CASARTELLI (2004) não observou efeito da substituição do milho pelo sorgo sobre os parâmetros de desempenho (consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, peso dos ovos e conversão alimentar), sendo possível à substituição em até 100% do milho pelo sorgo, contudo é necessária a adição de pigmentantes para obtenção de ovos com índice de pigmentação de gema aceitável pelo mercado consumidor.

Da mesma forma, ASSUENA (2005), utilizando a substituição do milho pelo sorgo (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em rações de poedeiras, não observou efeito negativo da substituição parcial ou total sobre os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos.

Ao se formular rações com alimentos alternativos, como o sorgo, a utilização da enzima fitase pode apresentar um custo/benefício favorável, porém existe a necessidade de maiores pesquisas nesse sentido, pois a maior parte dos trabalhos existentes na literatura referem-se principalmente a sua inclusão em rações formuladas, com milho e farelo de soja (KESHAVARZ, 2003; LIM et al., 2003; BESS et al., 2006).

RAVINDRAN et al. (2001), avaliando o efeito da adição da enzima fitase em rações a base de sorgo, trigo e farelo de soja sobre o desempenho e digestibilidade de aminoácido em frangos de corte, observaram que, independente da ração fornecida, a adição da fitase determinou melhor desempenho para as aves, o que foi atribuído à maior disponibilidade dos aminoácidos e energia. Da mesma forma, BESS et al. (2006),

avaliando o efeito da matriz fítica sobre a produção de ovos em matrizes de corte, constataram que a valorização plena da matriz nutricional atendeu satisfatoriamente as exigências das aves. Os autores não observaram diferenças significativas na produção de ovos para aves alimentadas com dietas contendo níveis nutricionais reduzidos com suplementação de fitase comparada com aves alimentadas com a dieta convencional sem suplementação de fitase.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão da enzima fitase em rações formuladas com substituição parcial ou total do milho pelo sorgo, sobre os parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos, características químicas das excretas de poedeiras comerciais e análise econômica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Considerações gerais

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, composto por quatro períodos de 28 dias cada, perfazendo um total de 112 dias.

2.2. Instalações, aves e manejo

As instalações utilizadas foram galpões convencionais de postura (3 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas e o bebedouro do tipo copo plástico.

Foram utilizadas 180 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 60 semanas de idade, distribuídas em 30 parcelas de 6 aves cada. Inicialmente as aves

foram selecionadas de acordo com o peso corporal para uniformização do lote e por um período de 4 semanas a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas para equalização da produção.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração à vontade, sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz/dia.

2.3. Delineamento Experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 6 repetições de 6 aves cada, totalizando 180 aves em 30 parcelas. Dentro do delineamento, o tratamento 1 foi à testemunha e os tratamentos 2 a 5 foram um fatorial 2x2, sendo os fatores 2 níveis de suplementação da enzima fitase (0 e 500 FTU kg/ração) e 2 níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%).

2.4. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS[®] (SAS Institute, 2002), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de Liberdade
Fatorial x Testemunha	1
Níveis de fitase	1
Níveis de sorgo	1
Interação fitase x sorgo	1
Resíduo	25
Total	29

2.5. Rações Experimentais

As rações experimentais foram formuladas para atender as recomendações mínimas de acordo com ROSTAGNO et al. (2005), definindo os tratamentos:

- Tratamento 1: Ração testemunha formulada com milho e soja e sem adição de fitase;
- Tratamento 2: 50% de substituição do milho por sorgo sem adição da enzima fitase;
- Tratamento 3: 100% de substituição do milho por sorgo sem adição da enzima fitase;
- Tratamento 4: 50% de substituição do milho por sorgo com adição de 500 FTU/kg de ração da enzima fitase;
- Tratamento 5: 100% de substituição do milho por sorgo com adição de 500 FTU/kg de ração da enzima fitase;

A enzima fitase utilizada foi a NATUPHOS 10.000G, marca registrada da fitase da empresa BASF, obtida por intermédio da fermentação com fungos do grupo *Aspergillus niger*, contendo atividade inicial mínima, declarada pelo fabricante, de 10.000 FTU/g. Uma unidade de fitase (FTU) é definida como sendo a quantidade de enzima necessária para liberar um micromol de fósforo inorgânico em um minuto num substrato de sódio-fitado, à temperatura de 37°C e pH 5,5. A matriz nutricional da fitase utilizada apresenta 2959% de proteína bruta (158% de lisina, 53% de metionina+cistina e 171% de treonina), 697.056 kcal/kg de energia metabolizável aparente, 2192% de cálcio e 2521% de fósforo disponível.

Foram utilizadas rações isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas. A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição percentual das rações e valores calculados dos níveis nutricionais para os cinco tratamentos utilizados.

Ingredientes (%)	Custo (R\$/kg)	T1	T2	T3	T4	T5
milho grão	0,28	64,98	30,95	0,00	32,58	0,00
farelo de soja	0,43	21,69	23,12	22,00	21,54	21,23
calcário calcítico	0,15	8,85	8,84	8,85	9,00	9,01
sorgo	0,22	0,00	30,95	61,69	32,58	64,00
óleo de soja	2,45	2,11	3,80	5,04	2,60	4,01
fosfato bicálcico	1,65	1,35	1,32	1,32	0,64	0,63
cloreto de sódio	0,30	0,44	0,45	0,45	0,49	0,46
suplemento vitam. min. adit.*	5,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
l-lisina hcl (78%)	8,95	0,08	0,05	0,09	0,08	0,10
dl-metionina (98%)	13,20	0,08	0,09	0,12	0,09	0,12
BHT	6,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
fitase	75,00	0,00	0,00	0,00	0,005	0,005
total	-	100	100	100	100	100
níveis calculados						
energia met. (Mcal/kg)	-	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
proteína bruta (%)	-	15,45	15,90	15,45	15,61	15,45
cálcio (%)	-	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82
fósforo total (%)	-	0,53	0,54	0,54	0,41	0,41
fósforo disponível (%)	-	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
lisina total (%)	-	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
met. + cistina total (%)	-	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
metionina total (%)	-	0,47	0,47	0,49	0,50	0,48
treonina total (%)	-	0,60	0,60	0,61	0,60	0,60
triptofano total (%)	-	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19
lisina dig. (%)	-	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
met. + cist. dig. (%)	-	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
metionina dig. (%)	-	0,45	0,45	0,45	0,47	0,45
treonina dig. (%)	-	0,52	0,52	0,53	0,51	0,52
triptofano dig. (%)	-	0,16	0,16	0,17	0,18	0,17
sódio (%)	-	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

* enriquecido por quilograma de ração: vitamina a – 6.250ui; vitamina d3 – 2.500ui; vitamina e – 13mg; vitamina k3 – 1mg; vitamina b1 – 1,5mg; vitamina b2 – 3,4mg; vitamina b6 – 1mg; vitamina b12 – 20mcg; ácido fólico – 0,25mg; ácido pantotênico 2,85mg; niacina – 10mg; biotina – 0,1mg; colina – 0,24mg; cobre – 7,5mg; zinco – 60mg; manganês – 46mg; iodo – 1mg; selênio – 0,2mg; antioxidante - 0,4mg; metionina – 1,4g.

2.6. Parâmetros avaliados

2.6.1. Desempenho

Ao final de cada período o desempenho das aves foi avaliado através dos dados de consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso dos ovos (g) e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo).

2.6.2. Qualidade dos ovos

Os parâmetros relativos à qualidade dos ovos foram avaliados durante os dois últimos dias de cada período, onde foram coletados aleatoriamente três ovos por repetição para determinação de espessura de casca (mm), Unidades Haugh, porcentagem de casca e índice de pigmentação da gema. A gravidade específica (g/cm^3) foi determinada com todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas dos dois dias de avaliação adotando-se o procedimento de soluções de NaCl, de acordo com recomendação de MORENG & AVENS (1990), sendo que entre as soluções a densidade variou de 1,065 a 1,100 g/cm^3 com gradiente de 0,005 entre as medidas.

2.6.3. Ensaio de metabolismo

Ao final do experimento foi realizado um ensaio de metabolismo para quantificar os teores de fósforo (P) e nitrogênio (N) nas excretas de poedeiras comerciais e estimar a biodisponibilidade de P e N.

Foi mantido o mesmo delineamento dos experimentos, contudo, com 5 repetições de 4 aves cada, totalizando 100 aves.

O método utilizado foi o de coleta total de excretas. O ensaio teve duração de 5 dias. Foi adicionado 1,0% de óxido férrico, em todas as rações, no primeiro e no último dia, como marcador do início e do término da coleta das excretas.

A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As excretas coletadas foram armazenadas em congelador a -10°C até o final do período de coleta, quando então, foram descongeladas, devidamente homogeneizadas por repetição, pesadas e colocadas em estufa ventiladas por 72 horas a 55°C, para ser efetuada a pré-secagem. Posteriormente foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas para as análises posteriores.

Foram anotadas as quantidades de ração consumida e de excretas produzidas. As análises laboratoriais de matéria seca, nitrogênio e fósforo, das rações e das excretas, foram feitas pelos métodos descritos por SILVA (1990).

Os parâmetros avaliados foram: médias de ingestão (mg/ave/dia), excreção (mg/ave/dia) e % retenção P e ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e % retenção de N.

6.4. Análise econômica

O custo das rações foi determinado considerando-se a composição das rações e o preço dos ingredientes obtidos em outubro de 2006.

Para o custo de produção foi considerado apenas o custo com a ração, uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todos os tratamentos experimentais. O custo por ave foi obtido considerando-se o consumo de ração mensal e o custo por kg de ração. O custo da ração para produzir uma dúzia de ovos ou um quilograma de ovos, foi determinado levando-se em conta a quantidade de ração necessária para a produção de uma dúzia ou de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho

O resumo da análise de variância com os valores de F e coeficientes de variação para os dados de desempenho – consumo de ração (CR – g/ave/dia), porcentagem de postura (PR - %), peso dos ovos (PO – g), massa de ovos (MO - g) e conversão alimentar (CA – kg/kg) – encontram-se no Apêndice B (Tabela 1B). As médias das variáveis de desempenho são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias de consumo de ração (CR – g/ave/dia), porcentagem de postura (PR - %), peso dos ovos (PO – g), massa de ovos (MO - g) e conversão alimentar (CA – kg/kg) em poedeiras comerciais alimentadas com dois níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%) e dois níveis de fitase (0 e 500 FTU/kg de ração).

Variável	FITASE	Sorgo			MÉDIA	Testemunha
		50%	100%			
CR (g/ave/dia) CV%=3,29	500	100,01	98,24	99,12	101,72 ^{NS}	
	0	103,07	99,36	101,22		
	MÉDIA	101,54	98,80	100,17		
PR (%) CV%=5,34	500	81,40	80,40	80,90	80,10 ^{NS}	
	0	82,80	82,40	82,60		
	MÉDIA	82,08	81,40	81,75		
PO (g) CV%=2,79	500	65,81	66,60	66,20B	66,70 ^{NS}	
	0	67,64	68,00	67,82A		
	MÉDIA	66,72	67,30	67,01		
MO (g/ave/dia) CV%=5,73	500	53,54	53,54	53,54	53,38 ^{NS}	
	0	56,00	55,60	55,98		
	MÉDIA	54,76	54,76	54,76		
CA (kg/kg) CV%=6,39	500	1,88	1,84	1,86	1,91 ^{NS}	
	0	1,82	1,78	1,80		
	MÉDIA	1,85	1,81	1,83		

Letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal distintas diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). São apresentadas também a comparação das médias entre fatoriais e testemunhas.

Para todas as variáveis de desempenho analisadas não ocorreram interações significativas entre o Fatorial vs Testemunha ($P > 0,05$) e entre os fatores níveis de substituição de sorgo e níveis de inclusão de fitase ($P > 0,05$).

Os níveis de substituição do milho pelo sorgo não afetaram significativamente ($P > 0,05$) os parâmetros de desempenho avaliados. Esses resultados estão de acordo com os relatados por CASARTELLI (2004) e ASSUENA (2005), os quais avaliando diferentes formas de atendimento das exigências de aminoácidos e substituição parcial ou total do milho pelo sorgo em rações de poedeiras comerciais, também não observaram nenhum efeito negativo para a substituição total do milho pelo sorgo sobre o desempenho das aves.

DINIZ et al. (2002) e GARCIA et al. (2004) também não encontraram diferenças significativas nos parâmetros de desempenho de frangos de corte (1-42 dias) alimentados com rações contendo substituição total do milho pelo sorgo.

Entre as variáveis de desempenho, os níveis de adição de fitase só afetaram significativamente ($P > 0,05$) o peso dos ovos. As aves que receberam rações com níveis nutricionais reduzidos e suplementadas com fitase produziram ovos mais leves (66,20g) em relação às aves que receberam rações com níveis nutricionais normais e sem fitase (67,82g). Da mesma forma, CARLOS & EDWARDS (1998) não verificaram efeito positivo no peso dos ovos produzidos por poedeiras entre 24 a 32 semanas de idade alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,10% de fósforo não fítico e 600 FTU de fitase/kg de ração.

Por outro lado, GORDON & ROLAND (1997) observaram uma diminuição no peso dos ovos das aves que consumiram rações com 0,10% de fósforo disponível e isentas de fitase, porém quando adicionada 300 FTU de fitase/kg de ração este efeito adverso foi corrigido.

A diminuição do peso dos ovos no presente experimento poderia ser explicada pela redução dos níveis de aminoácidos da ração, devido à valorização plena da matriz nutricional da enzima fitase na formulação das rações, porém esta valorização pode ter sido inadequada, não ocorrendo a disponibilização esperada destes aminoácidos

contido nos ingredientes vegetais que poderiam estar ligados ao fitato, principalmente a metionina que afeta diretamente o peso dos ovos, além disso, o fitato pode ter se ligado com proteases endógenas, como a tripsina e a quimiotripsina do trato gastrointestinal, inibindo a atividade dessas enzimas com conseqüente decréscimo da digestibilidade dos aminoácidos. Entretanto, para os demais parâmetros que também poderiam ser afetados, como produção de ovos, não foram observadas diferenças significativas, indicando que a matriz nutricional preconizada para fitase atendeu plenamente as exigências das aves, mesmo quando foram utilizadas rações com níveis nutricionais reduzidos.

O mesmo foi observado por FERNANDES et al. (2003) e SHELTON et al. (2004) em experimentos com frangos de corte, que ao utilizarem a matriz nutricional da fitase recomendada pelo fabricante, verificaram que a redução dos níveis nutricionais adotados nas rações com fitase proporcionaram resultados de desempenho semelhantes aos do tratamento controle, composto por níveis nutricionais adequados e sem inclusão de fitase.

Da mesma forma BESS et al. (2006) não encontraram diferenças significativas na porcentagem de postura em matrizes de frango de corte alimentadas com rações com valorização plena da matriz nutricional da fitase, onde os níveis nutricionais foram reduzidos, em comparação com as aves que receberam a ração testemunha, com níveis nutricionais adequados e sem adição da fitase.

Apesar de GORDON & ROLAND (1997) e BOLING et al. (2000) não terem considerado a matriz nutricional da fitase, os mesmos também não observaram diferenças significativas para a porcentagem de postura avaliando poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis reduzidos de fósforo disponível em até 78% (0,10% de Pd) e com fitase em relação às aves alimentadas com a ração testemunha (0,45% de Pd).

Por outro lado, KESHAVARZ (2003) e LIM et al. (2003) observaram melhora na porcentagem de postura em poedeiras comerciais alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,25 ou 0,15% de Pd e 300 FTU de fitase/kg de ração quando comparadas com as aves alimentadas com a ração controle (0,45% de Pd).

Além disso, KESHAVARZ (2003) verificou melhora no peso de ovos, massa de ovos e conversão alimentar. Da mesma forma, JALAL & SCHEIDELER, (2001) verificaram melhora na conversão alimentar e massa de ovos em poedeiras alimentadas com dietas à base de milho e do farelo de soja contendo 0,10% de fósforo disponível 250 e 300 FTU de fitase/kg de ração.

3.2. Qualidade dos ovos

O resumo da análise de variância com os valores de F e coeficientes de variação para os dados de qualidade dos ovos – Unidades Haugh (UH), porcentagem de casca (PC - %), espessura de casca (EC – mm), gravidade específica (GE – g/cm³) e índice de pigmentação de gema (IPG) – encontram-se no Apêndice B (Tabela 2B). As médias das variáveis de qualidades dos ovos são apresentadas na Tabela 3.

Para as variáveis de qualidade dos ovos não ocorreram interações significativas ($P > 0,05$) entre o Fatorial vs Testemunha, exceto para o parâmetro índice de pigmentação de gema ($P < 0,01$). A média para coloração da gema dos ovos produzidos pelas aves alimentadas com a ração testemunha foi superior em relação àquela das aves alimentadas com as rações contendo dois níveis de substituição de milho pelo sorgo (50 e 100%) e dois níveis de fitase (0 e 500 FTU de fitase/kg de ração), correspondendo a um valor de 8,37 e 4,41, respectivamente. Este resultado se deve principalmente aos níveis de substituição do milho pelo sorgo, pois este possui menor quantidade de carotenóides responsáveis pela pigmentação da gema comparada à quantidade presente no milho.

Para todas as variáveis de qualidade dos ovos analisados não ocorreram interações significativas entre os níveis de substituição do milho pelo sorgo e os níveis de adição de fitase ($P > 0,05$). Entretanto, para os níveis de substituição do milho pelo sorgo, ocorreu diferença significativa para o índice de pigmentação de gema ($P > 0,01$) e para espessura de casca ($P < 0,05$).

Tabela 3. Médias de Unidades Haugh (UH), porcentagem de casca (PC - %), espessura de casca (EC – mm), gravidade específica (GE – g/cm³) e índice de pigmentação de gema (IPG) em poedeiras comerciais alimentadas com dois níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%) e dois níveis de fitase (0 e 500 FTU/kg de ração).

Sorgo					
Variável	FITASE	50%	100%	MÉDIA	Testemunha
UH CV% = 2,99	500	88,17	86,40	87,29	87,68 ^{NS}
	0	86,35	88,31	87,33	
	MÉDIA	87,26	87,36	87,31	
PC (%) CV% = 3,08	500	8,95	8,64	8,80	8,84 ^{NS}
	0	8,76	8,68	8,72	
	MÉDIA	8,85	8,66	8,76	
EC (mm) CV% = 2,89	500	0,360	0,350	0,350	0,36 ^{NS}
	0	0,360	0,350	0,360	
	MÉDIA	0,360 ^a	0,350 ^b	0,350	
GE CV% = 0,17	500	1,0862	1,0851	1,0856	1,0848 ^{NS}
	0	1,0850	1,0845	1,0847	
	MÉDIA	1,0856	1,0848	1,0851	
IPG CV% = 4,80	500	6,10	2,48	4,29B	8,37 ^{**}
	0	6,50	2,55	4,52A	
	MÉDIA	6,30 ^a	2,52 ^b	4,41	

Letras distintas, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). São apresentadas também a comparação das médias entre fatoriais e testemunhas, em que ** = P<0,01 e ns = P>0,05.

Para o índice de pigmentação de gema foi observado que as aves alimentadas com rações contendo o menor nível de substituição do milho pelo sorgo (50%) produziram ovos com gemas com maiores índices de pigmentação (6,30) em relação às aves alimentadas com rações cuja substituição do milho pelo sorgo foi total (2,52). Este resultado está de acordo com PINTO (2003), que avaliando diferentes níveis de substituição do milho pelo sorgo (0, 25, 50, 75 e 100 %) em rações para poedeiras comerciais, verificou que o aumento no nível de substituição do milho pelo sorgo causou redução linear no índice de pigmentação de gema. A diminuição do índice de pigmentação das gemas com o aumento da inclusão do sorgo nas rações de poedeiras

também foi relatado por CASARTELLI (2004) e ASSUENA (2005), os quais destacam a necessidade de ser adicionado às rações pigmentantes artificiais.

Os ovos produzidos pelas aves alimentadas com ração contendo o menor nível de substituição de sorgo apresentaram maior espessura de casca (0,360mm) em relação às que foram alimentadas com o maior nível de substituição (0,350mm). Essa diminuição na espessura de casca com o aumento da substituição do milho pelo sorgo, não foram relatadas nos estudos de CASARTELLI (2004) e ASSUENA (2005) ao avaliarem níveis crescentes da substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. Entretanto, os mesmos autores não observaram demais alterações na qualidade externa dos ovos.

Para os níveis de adição de fitase todas as variáveis de qualidade dos ovos não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$), exceto o índice de pigmentação de gema ($P < 0,05$). Observa-se que a média da pigmentação de gema dos ovos produzidos por aves alimentadas com rações suplementadas com fitase foi inferior à média das aves alimentadas com dietas isentas de fitase, sendo os valores 4,29 e 4,52, respectivamente.

A ausência do efeito dos níveis de adição de fitase sobre a Unidade Haugh, observada no presente estudo, está de acordo com os resultados de JALAL & SCHEIDLER (2001), os quais não observaram diferenças significativas para Unidade Haugh avaliando poedeiras de 40 a 60 semanas de idade alimentadas com rações contendo diferentes níveis de Pd (0,25; 0,15; e 0,10%) e com fitase (250 e 300 FTU de fitase/kg de ração) quando comparada com aves que receberam a ração convencional com 0,35% de Pd.

No presente estudo a utilização da matriz da fitase preconizada pelo fabricante se mostrou eficiente em garantir a qualidade externa dos ovos, o que foi relatado por BESS et al. (2006), que avaliando o efeito da matriz fítica sobre a qualidade externa dos ovos em matrizes de frango de corte, não observaram diferenças significativas para a gravidade específica dos ovos de aves alimentadas com dietas contendo níveis nutricionais reduzidos e suplementadas com fitase comparada com aves alimentadas com a dieta convencional com níveis nutricionais adequados e sem suplementação de

fitase, demonstrando assim que a matriz nutricional preconizada para fitase atendeu plenamente as exigências das aves.

O efeito positivo da fitase também foi observado FIREMAN et al. (1999), que verificaram que a fitase (300 e 600 FTU de fitase/kg de ração) corrigiu os efeitos adversos na qualidade externa do ovo (gravidade específica e a deposição de cálcio na casca) provocados pelo aumento da inclusão do farelo de arroz (0, 20 e 40%), com elevada concentração de fósforo fítico, em dietas de poedeiras com 25 semanas de idade.

Por outro lado, VIEIRA (1999) verificou efeito positivo da fitase sobre a qualidade da casca em poedeiras de segundo ciclo alimentadas com dietas à base de farelo de soja, milho e farelo de arroz (8%), contendo 0,16% de Pd apenas com o nível de 100 FTU de fitase/kg de ração, pois à medida que aumentou o nível de fitase (200, 300 e 400 FTU/kg de ração) ocorreu um decréscimo na gravidade específica dos ovos, fato este explicado pelo autor em função da maior disponibilização de fósforo fítico, o que determinou um excesso de fósforo em relação a menor exigência de fósforo em poedeiras de segundo ciclo, porém o mesmo não foi observado para a espessura a porcentagem de casca.

Também trabalhando com poedeiras de 2º ciclo, BORMANN (1999) observou diminuição na espessura de casca dos ovos quando as aves receberam rações à base de milho e farelo de soja, contendo quatro níveis de Pd (0,18%; 0,24%; 0,30% e 0,36%) e fitase (300 FTU/ kg de ração), porém o mesmo não foi observado para gravidade específica e porcentagem de casca.

Desta maneira, torna-se necessário o conhecimento pleno da matriz nutricional que a fitase poderá disponibilizar dos ingredientes de origem vegetal para a ave, evitando o fornecimento em excesso ou em déficit de nutrientes, obtendo ótimo desempenho e qualidade dos ovos.

3.3. Biodisponibilidade de nitrogênio e fósforo

O resumo da análise de variância com os valores de F e coeficientes de variação para os dados de ingestão, excreção e porcentagem de retenção de fósforo (P) e de nitrogênio (N) encontram-se no Apêndice B (Tabela 3B e 4B). As médias e os coeficientes de variação das variáveis: ingestão, excreção e % retenção do P e do N são apresentados na Tabela 4.

Para as variáveis ingestão e excreção de P ocorreram interações significativas entre o Fatorial vs Testemunha ($P < 0,01$). Observa-se que as aves que foram alimentadas com a ração testemunha apresentaram maior ingestão de P e conseqüentemente maior excreção do mesmo.

Da mesma forma, a ingestão e a excreção de P foram afetadas significativamente ($P < 0,01$) pelos níveis de fitase. As aves que receberam rações com níveis nutricionais reduzidos e suplementadas com fitase ingeriram menor quantidade de P (315,00g) em relação às aves que receberam rações com níveis nutricionais normais e sem fitase (408,66g), conseqüentemente, as aves alimentadas com rações contendo fitase apresentaram redução de 27% na excreção de P em relação às aves alimentadas com dietas sem fitase. Este fato se deve, principalmente, a diminuição de 51% na quantidade de inclusão do fosfato bicálcico na formulação das dietas quando valorizada a matriz fítica, ou seja, a quantidade de fósforo fítico que a fitase teoricamente disponibilizará dos ingredientes de origem vegetal aos animais.

BOLING et al. (2000) e KESHAVARZ (2003) também observaram decréscimo na excreção de P (50 e 56%, respectivamente), e ausência de efeito negativo sobre o desempenho de poedeiras quando forneceram dietas com níveis de fosfato bicálcico reduzidos em até 67 e 78%, respectivamente, e suplementadas com 300 FTU de fitase/kg de ração.

De acordo com SIMONS et al. (1990), reduzir a suplementação de fósforo inorgânico e aumentar o uso do fósforo fítico pelo animal, através do uso da enzima fitase, pode proporcionar diminuição de 20 a 30% na excreção do fósforo, e, além disso, redução significativa nos custos com alimentação.

Tabela 4. Médias de ingestão (mg/ave/dia), excreção (mg/ave/dia) e retenção de fósforo (P) e ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção de nitrogênio (N) em poedeiras comerciais alimentadas com dois níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%) e dois níveis de fitase (0 e 500 FTU/kg de ração).

SORGO					
VARIAVEL	FITASE	50%	100%	MÉDIA	TESTEMUNHA
Ingestão P (mg/ave/dia) CV%=4,03	500	326,00	304,00	315,00b	456,66**
	0	412,00	405,33	408,66a	
	MÉDIA	369,00	354,66	361,83	
Excreção P (mg/ave/dia) CV%=8,81	500	252,33	217,00	234,66b	375,00**
	0	321,00	321,66	321,33a	
	MÉDIA	286,66	269,33	277,99	
% P retido CV%=28,99	500	22,84	28,61	25,72	17,79 ^{NS}
	0	21,96	20,75	21,35	
	MÉDIA	22,40	24,68	23,54	
Ingestão N (g/ave/dia) CV%=4,74	500	2,06	2,16	2,11	2,11 ^{NS}
	0	2,17	2,23	2,20	
	MÉDIA	2,11	2,19	2,15	
Excreção N (g/ave/dia) CV%=8,15	500	1,08	1,18	1,13	1,17 ^{NS}
	0	1,20	1,17	1,18	
	MÉDIA	1,14	1,17	1,16	
% N retido CV%=7,31	500	47,26	44,98	46,12	44,31 ^{NS}
	0	44,53	47,40	45,96	
	MÉDIA	45,89	46,19	46,04	

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). São apresentadas também a comparação das médias entre fatoriais e testemunhas, sendo ** = $P < 0,01$ e ns = $P > 0,05$.

Para a ingestão, excreção e retenção de N foi observado ausência de efeito dos níveis de fitase ($P > 0,05$). Estes resultados não estão de acordo com os obtidos por NAHASHON et al. (1994), que observaram que a adição de fitase em dietas de poedeiras com 0,25% de Pd promoveu aumento de 25% na retenção de N em relação ao grupo testemunha, evidenciando a eficácia da enzima fitase em hidrolisar a ligação

entre o fitato e a proteína. Por outro lado, SNOW et al. (2003), avaliando o efeito da enzima fitase na digestibilidade de aminoácidos em poedeiras alimentadas com três diferentes dietas baseadas em: milho e farelo de soja; milho, farelo de soja e farinha de osso e milho, farelo de soja e trigo, observaram que o efeito significativo sobre a digestibilidade ileal de aminoácidos dependeu do tipo da dieta e não da suplementação de 300 FTU de fitase/kg de ração.

Para o fator níveis de substituição do milho pelo sorgo não foi observada diferença significativa para nenhuma variável analisada ($P>0,05$), provavelmente devido a semelhança nos teores de fósforo desses dois ingredientes. Da mesma forma, não foi observada interação entre os fatores níveis de substituição de sorgo e níveis de inclusão de fitase ($P>0,05$).

3.4. Avaliação econômica

Os valores para alguns parâmetros econômicos, que podem auxiliar na decisão pela substituição do milho pelo sorgo e a utilização da fitase nas dietas, encontram-se na Tabela 5. Com relação à substituição do milho pelo sorgo, observa-se que a substituição parcial, independentemente da inclusão da fitase, apresentou menores valores numéricos para os parâmetros econômicos avaliados em relação à substituição total, exceto para o custo de produção por dúzia quando não adicionada à enzima fitase. O parâmetro que apresentou maior redução foi o custo da ração quando foram comparados os níveis de substituição total e substituição parcial com a utilização de fitase, apresentando uma redução de 3,91%. Este aumento no custo, quando utilizado o sorgo como única fonte de energia, está relacionado diretamente ao aumento na inclusão do óleo de soja e aminoácidos sintéticos – lisina e metionina (Tabela 1), devido ao fato do sorgo possuir menor teor de energia metabolizável e, além disso, apesar de possuir maior conteúdo protéico a quantidades de lisina e metionina são inferiores às do milho.

Tabela 5. Parâmetros de custo de rações formuladas com dois níveis de substituição do milho pelo sorgo (50 e 100%) e sem/com adição da enzima fitase.

Variáveis	FITASE	Sorgo		
		50%	100%	Testemunha
Custo da ração (R\$/kg)	500	0,393	0,409	0,406
	0	0,425	0,439	
Custo/kg de ovo (R\$/kg)	500	0,737	0,754	0,777
	0	0,755	0,780	
Custo/dz de ovos (R\$/dz)	500	0,582	0,603	0,622
	0	0,639	0,636	

Para a utilização da enzima fitase nas dietas, observa-se que a adição desta, dentro dos mesmos níveis de substituição do milho, reduziu todos os parâmetros econômicos avaliados. Quando foi utilizada a substituição parcial do milho pelo sorgo, com adição da enzima fitase, ocorreu redução de 7,53%; 2,38% e 8,92% no custo de ração, custo de produção por kg e custo de produção por dúzia, respectivamente, em relação à substituição parcial sem a adição da fitase. Estes resultados se devem principalmente à menor inclusão do farelo de soja, óleo de soja e fosfato bicálcico à dieta (Tabela 1), isso em função da valorização da matriz da enzima fitase. Com relação à substituição total do milho pelo sorgo, observa-se que quando adicionada a fitase na dieta ocorreu redução de 6,83%; 3,33% e 5,18% no custo de ração, custo de produção por kg e custo de produção por dúzia, respectivamente, em relação ao mesmo nível de substituição do milho, porém sem fitase. Da mesma forma que para a substituição parcial, o menor custo destes parâmetros se deve ao fato da menor inclusão do farelo de soja, óleo de soja e fosfato bicálcico à dieta, quando foi considerado o valor da matriz da fitase na formulação das dietas.

Avaliando todos os tratamentos o que apresentou os menores valores para todos os parâmetros econômicos avaliados foi a substituição parcial do milho pelo sorgo com

adição da fitase, sendo 10,48% menos dispendioso em relação ao tratamento com maior custo de ração, o tratamento da substituição total do milho pelo sorgo e sem adição de fitase. Esta redução no custo de ração se deve, principalmente, à redução na inclusão do óleo de soja e do fosfato bicálcico, sendo a diminuição do óleo de soja determinada pela menor quantidade de sorgo utilizada na dieta, e a do fosfato bicálcico, pela valorização da matriz da fitase na formulação.

4. CONCLUSÕES

A matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento pleno das exigências das aves, onde mesmo alimentadas com dietas com níveis nutricionais reduzidos não tiveram o desempenho e qualidade dos ovos comprometidos.

O sorgo pode ser utilizado em substituição parcial ou total ao milho, podendo ser o único grão energético da dieta, entretanto, é necessária a adição adequada de pigmentantes naturais ou artificiais para obtenção de ovos com índice de pigmentação aceitável pelo mercado, entretanto de acordo com a avaliação econômica, a substituição parcial permitiu melhores resultados.

A adição de fitase nas rações possibilitou decréscimo de 27% na excreção do P pelas aves, e, além disso, redução de todos os parâmetros econômicos avaliados.

5. REFERÊNCIAS

ASSUENA, V. Níveis de substituição do milho pelo sorgo em ração de poedeiras comerciais formuladas com base em perfis de aminoácidos digestíveis e totais. 2005. 41 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

BESS, F.; ROSA, A. P.; KRABBE, E. L.; SOUZA, T. B. S.; FAVERO, A. Efeito da adição de fitase sobre a percentagem de postura e densidade de ovos em matrizes de corte. **REVISTA BRASILEIRA DE CIENCIA AVÍCOLA**, Santos, supl.8, p. 106, 2006.

BOLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M.; KOELKEBECK, K. W. The effects of various dietary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 3-4, p.535-538, 2000.

BORRMANN, M. S. L. **Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

CARLOS, A. B.; EDWARDS Jr., H. M. The effects of 1,25-Dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytase phosphorus utilization by laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 850-858, 1998.

CASARTELLI, E. M. **Alimentos alternativos ao milho e farelo de soja em rações de poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis**. 2004. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

DINIZ, F. V.; FERNANDES, E. A. Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas formuladas a base de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Suplemento, n.4, p. 60, 2002.

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

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: FAEPE., p.228., 1997.

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.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; ANDRADE, C.; PAZ, I. C. L. A.; SARTORI, J. R.; TAKAHASHI, S. E.; KOMIYAMA, C. M.; PELÍCIA, K.; OLIVEIRA, R. P.; QUINTEIRO, R. R. Influência da substituição do milho pelo sorgo sobre parâmetros produtivos e fisiológicos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Santos, supl. 6, p. 20, 2004.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; ANDRADE, C.; PAZ, I. C. L. A.; TAKAHASHI, S. E.; PELÍCIA, K.; KOMIYAMA, C. M.; QUINTEIRO, R. R. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1248-1257, 2005.

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

JALAL, M. A.; SHEIDELER, S. E. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 9-10, p. 1463-1471, 2001.

KESHAVARZ, K. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 71-91, 2003.

LIM, H. S.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Effects of Phytase Supplementation on the Performance, Egg Quality, and Phosphorous Excretion of Laying Hens Fed Different Levels of Dietary Calcium and Nonphytate Phosphorous. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 1-2, p. 92–99, 2003.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 380 p. 1990.

NAHASHON, S. N.; NAKAUE, H. S. MIROSH, L. W. Phytase activity phosphorus and calcium retention, and performance of single comb White Leghorn layers fed diets containing two levels of available phosphorus and supplemented with direct-feed microbials. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 1552-1562, 1994.

PINTO, M. M. T. **Uso do sorgo na alimentação de poedeiras**. 2003.31 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 3-4, p. 338-344, 2001.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: tabelas brasileiras, Viçosa, MG: UFV, 186p., 2005.

SAS. **INSTITUTE SAS® user' guide**: statistics. Cary, NC, 2002.

SHELTON, J. L.; SOUTHERN, L. L.; GASTON, L. A.; FOSTER, A. Evaluation of the nutrient Matrix Values for phytase in broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, n. 2, p. 213-221, 2004.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: UFV, 166p., 1990.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F.; GODÓI, M. J. S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação de gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1435-1439, 2000.

SIMONS, P. C. M.; VERSTEEGH, H. A. V.; JONGLOED, A. W.; KEMME, P. A.; SLUMP, P.; BOS, K. D.; WOLTERS, M.G. E.; BEUDEKER, R. F.; VERSHOOR, G. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal Nutrition**, v. 64, n. 2-3, p. 525-540, 1990.

SNOW, J. L.; DOUGLAS, M. W.; PARSONS, C. M. Phytase Effects on Amino Acid Digestibility in Molted Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 7, p.474–477, 2003.

VIEIRA, R. S. A. **Desempenho e Qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase**. 1999. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

APÊNDICE A

A Tabela 1A apresenta o resumo da análise de variância dos dados do consumo de ração (CR), porcentagem de postura (PR), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA).

Tabela 1A - Valores de F e coeficientes de variação para as variáveis de desempenho das aves.

Fontes de variação	Variáveis				
	CR	PR	PO	MO	CAkg
Fatorial X Testemunha	1,28 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,82 ^{NS}
Girassol	0,63 ^{NS}	4,50 [*]	0,26 ^{NS}	3,13 ^{NS}	2,50 ^{NS}
Fitase	5,80 [*]	2,64 ^{NS}	0,22 ^{NS}	3,55 ^{NS}	0,77 ^{NS}
Girassol x Fitase	2,90 ^{NS}	3,69 ^{NS}	0,94 ^{NS}	6,49 [*]	3,65 ^{NS}
CV (%)	2,46	4,83	2,97	4,85	4,61

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

A Tabela 2A apresenta o resumo da análise de variância para Unidade Haugh (UH), porcentagem de casca (PC), espessura de casca (EC) e gravidade específica (GE).

Tabela 2 A - Valores de F e coeficientes de variação para as variáveis de qualidade dos ovos.

Fontes de variação	Variáveis			
	UH	PC	EC	GE
Fatorial X Testemunha	0,02 ^{NS}	0,16 ^{NS}	1,93 ^{NS}	0,07 ^{NS}
Girassol	0,15 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,20 ^{NS}
Fitase	1,83 ^{NS}	3,74 ^{NS}	0,71 ^{NS}	1,30 ^{NS}
Girassol x Fitase	0,04 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,26 ^{NS}
CV (%)	3,75	2,89	3,18	0,17

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

A Tabela 3A apresenta o resumo da análise de variância dos dados de ingestão, excreção e % retenção do fósforo.

Tabela 3A - Valores de F e coeficientes de variação para médias de ingestão (g/dia/ave), excreção (g/dia/ave) e % de fósforo retido.

Fontes de variação	Variáveis		
	Fósforo		
	Ingestão	Excreção	%P retido
Fatorial X Testemunha	25,57 ^{**}	0,12 ^{NS}	48,28 ^{**}
Girassol	91,14 ^{**}	95,50 ^{**}	4,52 ^{NS}
Fitase	366,34 ^{**}	90,99 ^{**}	148,30 ^{**}
Girassol x Fitase	0,95 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,15 ^{NS}
CV (%)	2,86	3,32	13,26

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

A Tabela 4A apresenta o resumo da análise de variância dos dados de ingestão, excreção e % retenção do nitrogênio.

Tabela 4A - Valores de F e coeficientes de variação para médias de ingestão (g/dia/ave), excreção (g/dia/ave) e % de nitrogênio retido.

Fontes de variação	Variáveis		
	Nitrogênio		
	Ingestão	Excreção	%N retido
Fatorial X Testemunha	0,12 ^{NS}	4,75 ^{NS}	2,50 ^{NS}
Girassol	18,99 ^{**}	8,04 [*]	0,57 ^{NS}
Fitase	3,94 ^{NS}	0,01 ^{NS}	2,22 ^{NS}
Girassol x Fitase	6,40 [*]	4,63 ^{NS}	0,01 ^{NS}
CV (%)	3,55	4,25	7,12

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

APÊNDICE B

A Tabela 1B apresenta o resumo da análise de variância dos dados do consumo de ração (CR), porcentagem de postura (PR), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA).

Tabela 1B - Valores de F e coeficientes de variação para as variáveis de desempenho das aves.

Fontes de variação	Variáveis				
	CR	PR	PO	MO	CAkg
Fatorial X Testemunha	1,05 ^{NS}	0,68 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,94 ^{NS}	2,07 ^{NS}
Sorgo	4,10 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,65 ^{NS}
Fitase	2,39 ^{NS}	0,91 ^{NS}	4,47 [*]	3,65 ^{NS}	1,62 ^{NS}
Sorgo x Fitase	0,52 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,01 ^{NS}
CV (%)	3,29	5,34	2,79	5,73	6,39

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

A Tabela 2B apresenta o resumo da análise de variância para Unidade Haugh (UH), porcentagem de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema.

Tabela 2 B - Valores de F e coeficientes de variação para as variáveis de qualidade dos ovos.

Fontes de variação	Variáveis				
	UH	PC	EC	GE	IPG
Fatorial X Testemunha	0,10 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,19 ^{NS}	1208,48 ^{**}
Sorgo	0,01 ^{NS}	3,06 ^{NS}	5,68 [*]	1,05 ^{NS}	1369,35 ^{**}
Fitase	0,01 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,24 ^{NS}	5,43 [*]
Sorgo x Fitase	3,03 ^{NS}	1,05 ^{NS}	0,52 ^{NS}	0,17 ^{NS}	2,50
CV (%)	2,99	3,08	2,89	0,17	4,80

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

A Tabela 3B apresenta o resumo da análise de variância dos dados de ingestão, excreção e % retenção do fósforo.

Tabela 3B - Valores de F e coeficientes de variação para médias de ingestão (g/dia/ave), excreção (g/dia/ave) e % de fósforo retido.

Fontes de variação	Variáveis		
	Fósforo		
	Ingestão	Excreção	%P retido
Fatorial X Testemunha	91,48 ^{**}	32,91 ^{**}	1,88 ^{NS}
Sorgo	2,61 ^{NS}	1,31 ^{NS}	0,37 ^{NS}
Fitase	111,56 ^{**}	32,84 ^{**}	1,36 ^{NS}
Sorgo x Fitase	0,75 ^{NS}	1,42 ^{NS}	0,87 ^{NS}
CV (%)	4,03	8,81	28,99

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)

A Tabela 4B apresenta o resumo da análise de variância dos dados de ingestão, excreção e % retenção do nitrogênio.

Tabela 4B - Valores de F e coeficientes de variação para médias de ingestão (g/dia/ave), excreção (g/dia/ave) e % de nitrogênio retido.

Fontes de variação	Variáveis		
	Nitrogênio		
	Ingestão	Excreção	%N retido
Fatorial X Testemunha	0,50 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,65 ^{NS}
Sorgo	1,85 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,02 ^{NS}
Fitase	2,50 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,01 ^{NS}
Sorgo x Fitase	0,10 ^{NS}	1,34 ^{NS}	1,78 ^{NS}
CV (%)	4,74	8,15	7,31

**P<0,01; *P<0,05; ^{NS} = não significativo (P>0,05)