

Métodos de incorporação da enzima fitase em rações para poedeiras

Methods of incorporation of the enzyme phytase in diets for laying hens

Patrícia Diniz Ebling^{I*} Irineo Zanella^{II} Ana Kátia Karkow^I Débora Aline Alves^{III}
João Paulo Aquino Santos^{III} Julio Cesar Pigozzo^{III}

RESUMO

Objetivou-se com o estudo avaliar duas metodologias de incorporação da enzima fitase comparando-as a uma dieta basal e ao método de aumentar a suplementação de Fósforo inorgânico na dieta, em busca de uma forma mais eficaz de atenuar o fator antinutricional ácido fítico. Foram observadas características de desempenho de poedeiras Isa Brown, durante 63 dias de período experimental. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições de seis aves. As aves foram submetidas aos tratamentos (dietas): dieta basal (DB), dieta com farelo de arroz desengordurado tratado com fitase (FADFI), método tradicional de incorporação de fitase na dieta sem tratamento prévio do farelo de arroz desengordurado com fitase (MTFI) e dieta com farelo de arroz desengordurado e sem fitase (SEMFI). Os métodos de incorporação da fitase nas rações não influenciaram significativamente ($P>0,05$) o desempenho das aves, ambos equivalendo-se à dieta basal. O tratamento prévio do farelo de arroz desengordurado com fitase a nível de 300 FTU kg⁻¹ é eficiente, ou seja, tratar somente um ingrediente da dieta com fitase permite incorporar uma quantidade menor de fitase, mantendo bom desempenho. Portanto, os métodos que envolveram fitase, independentemente da metodologia de incorporação, são indicados na alimentação de poedeiras.

Palavras-chave: atividade enzimática, desempenho, farelo de arroz desengordurado, fósforo inorgânico.

ABSTRACT

The objective of the study to evaluate two methods of incorporation of the enzyme phytase by comparing them to

a basal diet and the method of increasing the supplementation of inorganic phosphorus in the diet, in search of a more effective way to mitigate the anti-nutritional factor phytic acid. Were observed performance characteristics of Isa Brown hens for 63 days trial period. The experimental design was completely randomized design with four treatments and five replicates of six birds. The birds received the treatments (diets): basal diet (BD), diet with defatted rice bran treated with phytase (DRBF), the traditional method of incorporation of dietary phytase untreated defatted rice bran phytase (MTF) and diet with defatted rice bran and without phytase (DRB). The methods of incorporating phytase in the diets did not significantly ($P>0.05$) broiler performance, both equivalent to the basal diet. The treatment of DRBF with phytase at 300 FTU kg⁻¹ is effective, ie, treating only one ingredient of the diet with phytase onboard allows a smaller amount of phytase, while maintaining good performance. Therefore, methods involving phytase, regardless of method of incorporation, are indicated in the diet of laying hens.

Key words: enzymatic activity, inorganic phosphorus, performance, defatted rice bran.

INTRODUÇÃO

Devido à significativa participação da alimentação nos custos da produção animal, torna-se imprescindível a utilização de estratégias e técnicas que possam maximizar o aproveitamento e valor biológico dos alimentos, mantendo constante o desempenho animal ou melhorando-o.

^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: pati_sps@yahoo.com.br. *Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Curso de Zootecnia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

As dietas de aves e suínos no Brasil são formuladas à base de ingredientes de origem vegetal, sobretudo grãos de cereais, que possuem mais da metade do Fósforo sob a forma de fitato, com disponibilidade biológica variando entre 18 e 60% (CROMWELL, 1979; CORLEY et al., 1980). Dessa forma, o Fósforo orgânico torna-se indisponível para espécies animais não-ruminantes, pois estes não sintetizam enzima fitase, responsável pela hidrólise deste complexo. Além de possuir propriedade de se complexar com Fósforo e vários outros minerais (Ca, Fe, Zn, Mg, Mn, etc...), esse fator também compromete parte da proteína e energia (RAVINDRAN et al., 1999).

O Fósforo é considerado o terceiro ingrediente mais oneroso da alimentação animal, ainda podendo causar efeitos adversos no desempenho de poedeiras comerciais, se fornecido a menos ou a mais na dieta (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

A suplementação com a enzima exógena fitase, outra alternativa para melhorar o aproveitamento do Fósforo fítico, promove economia das fontes inorgânicas de Fósforo, aspecto relevante quando se considera que estas fontes não são renováveis na natureza; e se não ocorrerem mudanças em relação a sua exploração, projeta-se que estarão esgotadas em menos de 100 anos (BORGES, 1997). Além disso, a fitase melhora o aproveitamento de outros nutrientes nos vegetais por meio da hidrólise do fitato como amido, proteínas e lipídeos complexados com o ácido fítico (TORRES, 2003).

Inúmeros pesquisadores (CARLOS & EDWARDS, 1998; BORRMANN, 1999; BOLING et al., 2000; CEYLAN et al., 2003; COSTA et al., 2004; LIGEIRO, 2007 e VIANA et al., 2009), trabalhando com enzima fitase em aves, não obtiveram diferenças significativas entre o uso da enzima fitase e outros métodos para correção do fator antinutricional ácido fítico. Concomitantemente, por se tratar de enzima, é necessário um manuseio minucioso, pois quaisquer intempéries podem inativar ou diminuir a sua atividade, por isso, esses resultados podem ser indícios de que o modo de incorporação da enzima na dieta pode não ser seguro para sua plena efetividade. Segundo CROMWELL & COFFEY (1991), quando se permite atuação da fitase nas ligações do grupo fosfato do fitato, ocorre liberação do Fósforo e dos outros nutrientes que fazem parte dessa molécula.

A efetividade da fitase já foi extensivamente comprovada por meios acadêmicos e comerciais, ainda sim, sua eficácia depende de alguns fatores ligados à composição da dieta (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2007).

De acordo com QUIAN et al. (1996), há um efeito sinérgico entre fitase e vitamina D no

aproveitamento de Cálcio e Fósforo e, segundo eles, a melhor resposta à suplementação de fitase é obtida com a redução na relação Cálcio:Fósforo total de 2:1 para 1:3. Entretanto, isso é impossível em relação à nutrição de poedeiras, pois a deposição diária de Cálcio na casca do ovo corresponde a 10% do total de Cálcio estocado no organismo da ave, de modo que, para a casca se formar adequadamente, a ave deve consumir cerca de 4,1g de Cálcio por dia (ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1999).

A fitase é sensível frente a mudanças físico-químicas do ambiente em que se encontra. A eficiência desta depende de inúmeros fatores como pH, concentração de Cálcio, vitamina D e principalmente temperatura e umidade (TORRES, 2003). A mesma autora afirma que as fitases mantêm estabilidade em pH entre 3-9 e temperaturas menores que 85°C, assim como variações de pH e temperaturas de peletização, proventrículo e moela, podem diminuir a atividade enzimática. Isso explica a própria unidade internacional da fitase (FTU), que é descrita por ENGELEN et al. (1994) como sendo a quantidade de enzima que libera 1 μmol de ortofosfato inorgânico por minuto a partir de 5,1 μmol de fitato de sódio em pH 5,5 e temperatura de 37°C.

Portanto, objetivou-se com o estudo avaliar duas metodologias de incorporação da enzima fitase comparando-as a uma dieta basal e ao método de aumentar a suplementação de Fósforo inorgânico na dieta, em busca de uma forma mais eficaz de melhorar o aproveitamento do Fósforo fítico na alimentação de poedeiras comerciais, levando em consideração o desempenho das aves.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nas instalações experimentais avícolas de postura do Laboratório de Avicultura do Colégio Politécnico localizado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Foram utilizadas 120 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown, com 36 semanas de idade. As aves foram balanceadas em relação à produção de ovos e peso corporal, a fim de organizá-las uniformemente nas unidades experimentais.

O período experimental teve duração de 63 dias. O período pré-experimental foi de 15 dias, com intuito de adaptar as aves às dietas e rotina experimental. O experimento foi realizado em galpão experimental, composto por quatro fileiras de gaiolas. O comedouro era do tipo calha de canos de PVC e bebedouro tipo *nipple*.

As aves foram submetidas a quatro tratamentos: dieta basal (DB), dieta com 20% de farelo

de arroz desengordurado (FAD) tratado previamente com fitase (FADFI), método tradicional de incorporação da enzima fitase na dieta que também continha 20% de FAD (MTFI) e dieta sem fitase e com 20% de FAD (SEMFI). O tratamento SEMFI representou o emprego de maiores quantidades de Fósforo inorgânico para suprir a indisponibilidade de parte do Fósforo orgânico dos cereais.

Para o tratamento prévio do FAD com fitase, foi usado como referência o método descrito por STOREBAKKEN et al. (1998) adaptado, em que o FAD foi misturado em água morna (40°C) na proporção 1:1. Nessa mistura, sobre agitação constante, adicionou-se 300 FTU de enzima fitase (10000G) por quilo de FAD (equivalendo-se a 60 FTU por quilo de ração FADFI), sendo mantida em incubação por duas horas. Nesse momento, o pH da mistura foi medido sendo de 5,5. Após esse período, a mistura aquosa foi levada para estufa a 70°C até atingir umidade inferior a 12%, quando

amostras do FAD tratado foram enviadas e analisadas em laboratório, a fim de determinar o teor de Fósforo disponível para posterior formulação da dieta FADFI. Objetiva-se com o tratamento prévio possibilitar que a fitase atue somente em um ingrediente da ração, economizando enzima e evitando o contato com nutrientes que possam diminuir sua atividade, como quantidades elevadas de Cálcio, Fósforo e gordura provenientes do calcário calcítico, fosfato bicálcico e óleo, respectivamente.

Para incorporação de 300 FTU de enzima por quilo de ração no tratamento MTFI, foi realizada uma pré-mistura da enzima com uma porção dos ingredientes de maior proporção da dieta e, em seguida, essa pré-mistura foi incorporada às demais porções dos ingredientes de modo a realizar-se a mistura final e convencional dos ingredientes.

Foram utilizadas dietas do tipo Postura I na forma farelada (Tabela 1), formuladas com base nas

Tabela 1 – Composição percentual dos ingredientes e valores calculados das rações experimentais (kg) com diferentes métodos de inclusão de fitase.

| Ingredientes | -----Tratamentos----- | | | |
|---|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | DB ¹ | FADFI ² | MTFI ³ | SEMFI ⁴ |
| Milho | 63,6 | 44,8 | 45,1 | 44,4 |
| Farelo de soja (45%) | 23,7 | 19,4 | 19,4 | 19,4 |
| FAD | - | - | 20 | 20 |
| FAD tratado com fitase ⁵ (300 FTU kg ⁻¹) | - | 20 | - | - |
| Calcário | 9,7 | 10,1 | 10,3 | 10,0 |
| Fosfato bicálcico | 1,4 | 0,8 | 0,5 | 1,0 |
| Óleo de soja | 0,2 | 3,4 | 3,3 | 3,4 |
| Sal comum | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Premix mineral-vitamínico ⁶ | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| DL-metionina (98%) | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| L-lisina (97,6%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Fitase (300 FTU kg ⁻¹) | - | - | 0,0 | - |
| Total | 100 | 100 | 100,0 | 100 |
| Valores Calculados | | | | |
| Energia Metabolizável Aparente (kcal kg ⁻¹) | 2700 | 2700 | 2700 | 2700 |
| Proteína Bruta (%) | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Cálcio (%) | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 |
| Fósforo disponível (%) | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| Lisina (%) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Met-Cis (%) | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

¹ Dieta basal sem FAD e sem fitase.

² Dieta com FAD tratado previamente com fitase.

³ Dieta com fitase e FAD.

⁴ Dieta com FAD e sem fitase

⁵ Premix vitamínico – kg do produto. vit. A, 40.000.000 UI; vit. D3, 8.000.000 UI; vit. E, 100.000 UI; vit. K3, 6.000,0mg; vit. B1 6.000,0mg; vit. B2 20.000,0mg; vit. B6, 12.000,0mg; vit. B12, 60.000,0mg; biotina, 320,0mg; ácido fólico, 2.800mg; ácido nicotínico, 120.000,0mg; ácido pantotênico, 40.000,0mg; se, 1.000,0mg.

⁶ Premix mineral – kg do produto. Mn, 150.000mg; Zn, 100.000mg; Fe, 100.000mg; Cu, 16.000mg e I, 1.500mg.

exigências nutricionais recomendadas para a categoria (ROSTAGNO et al., 2005). O teor de fosfato bicálcico no tratamento MTFI foi corrigido levando em consideração o teor de Fósforo liberado do fitato com uso da enzima, conforme recomendação do fabricante.

A ração era fornecida às aves, a exemplo da água de beber, *ad libitum*. O programa de iluminação adotado era de 17 horas de luz (natural+artificial) por dia. Os ovos eram coletados das gaiolas duas vezes ao dia (às 8h e 17h), sendo a produção individual por ave devidamente anotada em planilhas.

Durante total período experimental, a temperatura e umidade relativa do ar (URA) foram monitoradas por meio de termohigrômetros de máxima e mínima, sendo feitas duas leituras diárias de temperatura e umidade (às 8h e 17h).

As medidas de desempenho avaliadas foram: produção de ovos (%), peso médio de ovo (g), consumo de ração (g ave⁻¹ dia⁻¹), massa de ovos (g ave⁻¹ dia⁻¹), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg dz⁻¹) e conversão alimentar por massa de ovos (kg kg⁻¹).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições de seis aves. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias que apresentaram diferenças significativas ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, por meio do pacote estatístico SAS (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura registradas no período foram de 18,53°C (mínima) e 26,14°C (máxima) e as médias de URA foram de 51,19% (mínima) e 81,22% (máxima).

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis produção de ovos, peso médio de ovos, consumo de ração e massa de ovos (Tabela 2).

Os resultados da produção de ovos concordam com os resultados encontrados por CEYLAN et al. (2003) e BOLING et al. (2000), os quais não observaram efeito significativo sobre a produção de ovos em poedeiras de 20 a 40 semanas de idade (CEYLAN et al., 2003) e 20 a 60 semanas (BOLING et al., 2000), alimentadas com rações com baixo nível de Fósforo disponível e suplementadas com também 300 FTU de fitase. COSTA et al. (2004) e VIANA et al. (2009), comparando diferentes níveis de fitase com diferentes níveis de Fósforo disponível, também não observaram diferença no consumo de poedeiras comerciais. Os resultados de peso médio e massa de ovos do presente estudo não corroboram com os obtidos por VIEIRA et al. (2001), que detectaram ovos mais pesados quando as aves foram alimentadas com rações com alto teor de fitato.

Observaram-se diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tratamentos para as variáveis conversão alimentar por dúzia de ovos e conversão alimentar por massa de ovos (Tabela 2). Para ambas as variáveis, as aves que foram alimentadas com a dieta basal apresentaram conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos semelhantes ($P>0,05$) às obtidas pelas aves dos tratamentos FADFI e MTFI e melhores ($P<0,05$) quando comparadas com a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos das aves do tratamento SEMFI. Esses resultados contestam aqueles obtidos por BORRMANN (1999), que obteve pior conversão alimentar quando usou fitase, o que não acontece com os resultados do experimento em questão, quando a

Tabela 2 – Resultados de taxa de postura (TX), consumo de ração (CR), massa de ovos (MO), conversão alimentar por dúzia (CA dz⁻¹) e por massa de ovos (kg kg⁻¹) e peso médio de ovos (PM) das aves dos diferentes tratamentos durante o período experimental.

| Variáveis observadas | -----Tratamentos----- | | | | CV (%) |
|---|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| | DB ¹ | FADFI ² | MTFI ³ | SEMPI ⁴ | |
| TX (%) | 93,219 ± 2,876 | 93,673 ± 1,884 | 92,359 ± 2,190 | 91,466 ± 2,211 | 2,502 |
| CR (g ave ⁻¹ dia ⁻¹) | 117,851 ± 0,579 | 121,889 ± 0,980 | 122,270 ± 0,805 | 122,270 ± 0,062 | 4,961 |
| MO (g ave ⁻¹ dia ⁻¹) | 59,246 ± 0,391 | 60,095 ± 0,322 | 59,413 ± 0,225 | 58,00 ± 0,367 | 4,456 |
| CA dz ⁻¹ | 1,518 ^b ± 0,072 | 1,568 ^{ab} ± 0,105 | 1,588 ^{ab} ± 0,081 | 1,614 ^a ± 0,0618 | 5,19 |
| CA (kg kg ⁻¹) | 1,993 ^b ± 0,109 | 2,030 ^{ab} ± 0,134 | 2,058 ^{ab} ± 0,098 | 2,125 ^a ± 0,110 | 5,541 |
| PM (g) | 0,064 ± 0,0018 | 0,064 ± 0,0023 | 0,064 ± 0,0015 | 0,063 ± 0,035 | 3,791 |

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

¹ Dieta basal sem FAD e sem fitase.

² Dieta com FAD tratado previamente com fitase.

³ Dieta com fitase e FAD.

⁴ Dieta com FAD e sem fitase.

conversão alimentar da dieta basal equivaleu-se ($P < 0,05$) estatisticamente às dietas com fitase nos tratamentos FADFI e MTFI.

Provavelmente, os piores resultados de conversão alimentar por dúzia de ovos e conversão alimentar por massa de ovos obtidos pelas aves do tratamento SEMFI se devem ao nível utilizado de FAD e logo pelo conteúdo de fibra existente na dieta. Pois, havendo maior conteúdo de fibra poderá ocorrer formação de complexos com minerais, prejudicando assim, a sua absorção (FERREIRA, 1994). Além disso, o aumento da velocidade da taxa de passagem dos alimentos no trato gastrointestinal pode ter reduzido a absorção de nutrientes (LÜDKE et al., 2002). A diferença significativa ($P < 0,05$) dos resultados de conversão alimentar entre o tratamento SEMFI e os demais tratamentos que também incluíram 20% de FAD (FADFI e MTFI), se deve pela ausência de fitase na dieta SEMFI, cuja atuação libera além do Fósforo do fitato também outros minerais e nutrientes.

O desempenho das aves do tratamento FADFI foi estatisticamente semelhante ($P > 0,05$) ao desempenho das aves no tratamentos MTFI, equivalendo-se também à dieta basal.

Evitando a exposição da enzima fitase pelas fontes de Cálcio, Fósforo, gordura e principalmente pelas condições de umidade e temperatura desfavoráveis, originaram-se os resultados positivos em relação ao desempenho das aves do tratamento FADFI, apesar de não apresentarem diferença significativa quando comparados ao tratamento MTFI.

CONCLUSÃO

O tratamento prévio do FAD com fitase a nível de 300 FTU kg^{-1} é eficiente, ou seja, tratar somente um ingrediente da dieta com fitase permite incorporar uma quantidade menor de fitase, mantendo bom desempenho. Os métodos que envolveram fitase como meio de atenuar o fator antinutricional ácido fítico, tratamento prévio do FAD com fitase e incorporação tradicional de fitase na ração, são indicados na alimentação de poedeiras.

AGRADECIMENTOS

Às Empresas BASF® e INGAL-ALIMENTOS S/A, pelo fornecimento da enzima e farelo de arroz desengordurado, respectivamente.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob protocolo 23081.007636/2009-71, sendo executado de acordo com normas éticas.

REFERÊNCIAS

- ALIMENTAÇÃO ANIMAL. A qualidade da casca do ovo. **Revista Alimentação Animal**, n.16, p.12-15, 1999. Online. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/aa0016.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2009.
- AVICULTURA INDUSTRIAL. O potencial da fitase na nutrição animal. **Revista Avicultura Industrial**, 2007. Online. Disponível em: <<http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/WebSite/Noticias/o-potencial-da-bfitaseb-na-nutricao-animal,30189.aspx>>. Acesso em: 26 fev. 2010.
- BOLING, S.D. et al. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. **Poultry Science**, v.79, n. 2, p.224-230, 2000. Disponível em: <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/79/2/224>>. Acesso em: 20 fev. 2010.
- BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Medicina Veterinária da UFMG**, v.20, n.35, 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. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- CARLOS, A.B.; EDWARDS, H.M. The effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol and phytase on the natural phytate phosphorus utilization by laying hens. **Poultry Science**, v.77, n.6, p. 850-858, 1998. Disponível em: <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/77/6/850>>. Acesso em: 22 jan. 2010.
- CEYLAN, N. et al. High available phosphorus corn and phytase in layer diets. **Poultry Science**, v.82, p.789-795, 2003. Disponível em: <<http://ps.fass.org/cgi/content/abstract/82/5/789>>. Acesso em: 16 mar. 2010.
- CORLEY, J.R. et al. Biological availability of phosphorus in rice bran and wheat bran as affected by pelleting. **Journal of Animal Science**, v.2, n.50, p.286-292, 1980. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/50/2/286.full.pdf+html>>. Acesso em: 15 abr. 2010.
- COSTA, F.G.P. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrons. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.2, p.73-81, 2004. Disponível em: <<http://www.doaj.org/doi/func=abstract&id=535658>>. Acesso em: 22 jan. 2010.
- CROMWELL, G.L. Availability of phosphorus in feedstuffs for swine. **Proceedings... Distillers Feed Conference**, v.34, n.40, p.40-50, 1979.
- CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D. Phosphorus - A key essential nutrient, yet a possible major pollutant - its central role in animal nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 7., 1991, Nicholasville. **Proceedings...** Nicholasville: Alltech Technical Publications, p.133-145, 1991.
- ENGELEN, A.J. et al. Simple and rapid determination of phytase activity. **JOURNAL of AOAC International**, v. 77, n. 3, p. 760-764, 1994.

- FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.85-113, 1994.
- FIREMAN, A.K.B.A.T.; FIREMAN, F.A.T. Fitase na alimentação de poedeiras. **Revista Ciência Rural**, v.28, n.3, p. 529-53, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781998000300029>. Acesso em: 24 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84781998000300029.
- LIGEIRO, E.C. **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**. 2007. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.
- LÜDKE, M.C.M.M. et al. Utilização da fitase em dieta com ou sem farelo de arroz desengordurado para suínos em crescimento/terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2002-2010, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982002000800016>. Acesso em: 24 mar. 2010.
- QUIAN, H. et al. Adverse effects of wide calcium:phosphorus ratios on supplemental phytase. Efficacy for weaning pigs fed two dietary phosphorus levels. **Journal of Animal Science**, v.74, n.6, p.1288-1297, 1996. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/74/6/1288>>. Acesso em: 24 mar. 2010.
- RAVINDRAN, V. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.699-706, 1999. Disponível em: <<http://ps.fass.org/cgi/content/abstract/78/5/699>>. Acesso em: 21 abr. 2010.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.
- SAS, Statistical Analysis System. **User'guide: Stat Version**. Ed. Cary: SAS Institute, USA, 59p. 2009.
- STOREBAKKEN, T. et al. Availability of protein, phosphorous and others elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase-treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, v.161, p.365-379, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848697002846>>. Acesso em: 25 jun. 2009. doi:10.1016/S0044-8486(97)00284-6.
- TORRES, D.M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. 2003. 172p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.
- VIANA, M.T.S. et al. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1074-1080, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000600015>. Acesso em: 01 abr. 2010. doi: 10.1590/S1516-35982009000600015.
- VIEIRA, R.S.A. at al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n.6, p.1413-142, 2001. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/revista/25-6-2001_19.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2009.