

SUPLEMENTAÇÃO DE ENZIMAS AMILASE, FITASE E PROTEASE PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA¹

JOSIMAR SANTANA RIBEIRO^{2*}, ÉDISON JOSÉ FASSANI², LETÍCIA MAKIYAMA², ALISSON HÉLIO SAMPAIO CLEMENTE²

¹Recebido para publicação em 05/11/14. Aceito para publicação em 15/06/15.

²Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Zootecnia, Lavras, MG, Brasil.

*Autor correspondente: josimarsantrib@hotmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação das enzimas amilase, fitase e protease de formas isoladas e em associação, em dietas para codornas japonesas em postura. Foram utilizadas 300 codornas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições de dez aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: uma dieta controle e dietas formuladas com a suplementação de 300 ppm de amilase, 300 ppm de protease e 500 FTU/kg de fitase e com a associação de enzimas. Nas fórmulas com inclusão de enzimas houve aplicação de redução na exigência nutricional de um ou mais dos seguintes componentes: proteína, aminoácidos digestíveis, energia, cálcio e fósforo, valorizando o uso das enzimas. As avaliações foram realizadas em quatro períodos de 21 dias cada. Foram avaliados desempenho (produção média de ovos, consumo de ração, peso médio dos ovos e conversão alimentar), qualidade dos ovos (proporção dos constituintes do ovo e peso específico dos ovos) e digestibilidade dos nutrientes da ração (coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta). Não houve efeito significativo dos tratamentos nas variáveis analisadas ($P>0,05$), indicando que as enzimas têm efeito benéfico, isoladamente ou em associação, mantendo o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

Palavras-chave: avicultura, coturnicultura, nutrição, qualidade de ovos.

SUPPLEMENTATION OF LAYING JAPANESE QUAIL WITH AMYLASE, PHYTASE AND PROTEASE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of supplementation of diets for laying Japanese quail with amylase, phytase and protease alone or in combination. Three-hundred quail were assigned to a completely randomized design consisting of five treatments and six repetitions, with 10 animals per experimental unit. The treatments were: a control diet and diets supplemented with 300 ppm amylase, 300 ppm protease and 500 phytase units (FTU)/kg and the combination of these enzymes. In the diets containing the enzymes, the nutritional requirements of one or more of the following components were reduced: protein, digestible amino acids, energy, calcium and phosphorus, giving priority to the use of enzymes. The evaluations were performed over four periods of 21 days each. Performance (mean egg production, feed intake, mean egg weight, and feed conversion), egg quality (proportion of egg constituents and specific egg weight), and dietary nutrient digestibility (apparent digestibility coefficient of dry matter and crude protein) were evaluated. There was no significant effect of the treatments on the variables analyzed ($P>0.05$), indicating that the enzymes, alone or in combination, have beneficial effects, maintaining performance and egg quality of Japanese quail.

Keywords: poultry production, quail farming, nutrition, egg quality.

INTRODUÇÃO

A coturnicultura voltada para a produção de ovos cresceu 20,2% nos últimos anos, chegando a 342,503 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2013). O Brasil figura como um dos grandes produtores mundiais de ovos de codornas apresentando um dos maiores planteis comerciais, com cerca de 18,172 milhões de unidades dessa espécie (IBGE, 2013).

As codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) apresentam características distintas das poedeiras comerciais quanto às exigências nutricionais e de manejo (SANTOMÁ, 1989). Como a nutrição é responsável por mais de 60% dos custos de produção, estratégias nessa área constituem uma importante ferramenta para melhoria do aproveitamento dos nutrientes e da eficiência alimentar. Na coturnicultura brasileira a prioridade é incorporar na dieta das aves aditivos que contribuam para a melhor digestibilidade e absorção dos nutrientes, eliminando no ambiente uma menor quantidade de elementos potencialmente poluidores. Nesse sentido, algumas enzimas exógenas têm sido incorporadas à alimentação com o propósito de reduzir o custo das rações, melhorar a eficiência no aproveitamento de nutrientes, sem afetar o desempenho das aves.

As dietas tradicionais dos animais monogástricos no Brasil são constituídas basicamente por milho e farelo de soja. Esses ingredientes possuem aproximadamente dois terços do fósforo na forma de fitato, cuja disponibilidade é baixa para esses animais (ADEOLA e SANDS, 2003). Nesse sentido, a fitase exógena tem sido empregada com objetivo de aumentar a disponibilidade de fósforo e outros minerais (JENDZA *et al.*, 2005). A falta de fitase na alimentação dificulta o aproveitamento do fósforo, sendo necessária a suplementação inorgânica, resultando assim, na elevação do custo de produção (KIM *et al.*, 2006). A amilase atua na digestão de carboidratos, principalmente amido (PESSÔA *et al.*, 2012). A protease, por sua vez, atua na digestão de proteínas, hidrolisando-as em peptídeos e aminoácidos, facilitando a sua absorção.

Diversos trabalhos foram feitos com frangos de corte e poedeiras comerciais, avaliando o efeito da inclusão de enzimas na alimentação, porém há carência de pesquisas sobre a inclusão de enzimas na alimentação de codornas japonesas em postura. Neste contexto, foram avaliados os efeitos da suplementação das enzimas amilase, fitase e protease, de forma isolada ou em associação, sobre

as características de desempenho, qualidade de ovos e digestibilidade de nutrientes da ração para codornas japonesas em postura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Comissões Permanentes/PRP-UFLA), protocolo nº 032/13.

Foram utilizadas 300 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em fase de pico de produção de ovos, oriundas do plantel do Setor de Avicultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. As aves foram alojadas em galpão convencional para codornas e mantidas em gaiolas de postura montadas em esquema de baterias com quatro andares. Em cada divisão da gaiola foram alojadas 10 aves (densidade de 121,6 cm²/ave). O período experimental teve duração de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos, seis repetições e dez aves por unidade experimental. As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações descritas por SILVA *et al.* (2007), e a composição química dos ingredientes utilizados na formulação obtida nas tabelas brasileiras (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

Nas rações foram utilizadas uma fitase comercial de origem bacteriana, uma amilase e uma protease. Essas enzimas foram adicionadas de forma *on top*, isolada ou em associação às rações. Foi avaliado o desempenho através da produção média de ovos (ovo/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), peso dos ovos (g) e conversão alimentar (g/g). Também foi analisada a qualidade de ovo através da proporção dos seus constituintes (gema, albúmen e casca) e peso específico (g/cm³). Além disso, foram realizadas análises de digestibilidade para obtenção do coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da proteína bruta (CMAPB) das rações experimentais.

Os tratamentos utilizados foram: ração controle sem a suplementação enzimática; ração suplementada com protease (300 ppm); ração suplementada com amilase (300 ppm); ração suplementada com fitase (500 FTU/kg ração) e ração suplementada com todas as enzimas.

Nas formulações utilizando enzimas foram realizadas reduções na matriz nutricional para o balanceamento das rações de acordo com o observado no tratamento controle. As reduções

Tabela 1. Composição da ração experimental para codornas japonesas em postura suplementadas com as enzimas amilase, fitase e protease de forma isolada ou em associação

Ingrediente (%)	Tratamento ¹				
	Controle	Amilase	Fitase	Protease	Todas enzimas
Milho moído	55,33	52,41	54,49	56,35	52,56
Farelo de soja	32,82	32,02	32,09	29,74	28,19
Farelo de trigo	1,27	5,00	3,76	3,33	9,59
Óleo de soja	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Fosfato bicálcico	1,14	1,09	0,56	1,13	0,51
Calcário calcítico	7,15	7,17	6,80	7,16	6,84
Sal comum	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Suplemento vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL - Metionina 99%	0,36	0,36	0,36	0,33	0,34
L - Lisina HCl 78%	0,16	0,18	0,18	0,19	0,21
L - Triptofano	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloreto de colina 70%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800	2750,5	2800	2800	2750
Proteína bruta (%)	19,76	19,76	19,76	18,77	18,77
Metionina digestível (%)	0,62	0,61	0,61	0,58	0,58
Metionina+cistina digestível (%)	0,88	0,88	0,88	0,84	0,84
Lisina digestível (%)	1,07	1,07	1,07	1,02	1,02
Triptofano digestível (%)	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21
Fósforo disponível (%)	0,32	0,32	0,22	0,32	0,22
Cálcio (%)	3,07	3,07	2,80	3,07	2,80
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Fibra bruta (%)	2,817	3,078	3,000	2,867	3,314

¹Ração controle, ração com amilase (300 ppm), ração com fitase (500 FTU/kg), ração com protease (300 ppm) e ração com todas as enzimas. ²Enriquecimento por kg de ração: Vit. A = 7.000 UI; Vit. D3 = 2.100 UI; Vit. E = 50 mg; Vit. K3 = 2,0 mg; Vit. B1 (Tiamina) = 2,0 mg; Vit. B2 (Riboflavina) = 4 mg; Vit. B6 (Piridoxina) = 3,0 mg; Vit. B12 (cianocobalamina) = 3,0 mg; Niacina = 39,8 mg; Ác. pantotênico = 15,6 mg; Biotina = 0,10 mg; Ác. Fólico = 1 mg e selênio = 0,20 mg. ³Enriquecimento por kg de ração: Manganês = 75 mg; Zinco = 70mg; Cobre = 8,5 mg; Ferro = 50 mg; iodo = 1,5 mg; Cobalto = 0,2 mg.

realizadas foram de 5% de proteína bruta e dos aminoácidos digestíveis (metionina + cistina, lisina, treonina e triptofano) com uso de 300 ppm de protease; 50 kcal de energia metabolizável aparente (EMA) com uso de 300 ppm de amilase; 0,3 pontos percentuais de cálcio e 0,1 pontos percentuais de fósforo disponível com uso de 500 FTU de fitase e

todas as reduções listadas anteriormente quando se utilizou a associação das três enzimas.

As rações foram fornecidas à vontade duas vezes ao dia em comedouros tipo calha. A água foi fornecida à vontade em bebedouros tipo *nipple*. Foi adotado um programa de iluminação de 16 horas diárias (natural + artificial) das 5h00 até 21h00.

No decorrer do experimento foi registrado diariamente a produção de ovos íntegros e as perdas de ovos. Ao final de cada semana, foi determinado o peso dos ovos íntegros de cada parcela. As variáveis associadas com a qualidade de ovos foram obtidas a partir dos ovos coletados nos três últimos dias de cada período de 21 dias. Essas foram avaliadas através da proporção dos constituintes do ovo (gema, albúmen e casca) e o peso específico destes (g/cm^3).

O desempenho das aves foi analisado através da produção média de ovos (ovos/aves/dia), consumo de ração ($\text{g}/\text{ave}/\text{dia}$), conversão alimentar (g/g) e peso dos ovos (g). As medidas de digestibilidade de nutrientes da ração foram avaliadas através dos valores dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da proteína bruta (CMAPB).

Após o primeiro período de 21 dias, foi realizado o ensaio de digestibilidade durante três dias. Para isso, foi realizado a coleta total das excretas e o controle do consumo das rações durante esse período. Nas amostras das rações experimentais, sobras e excretas foram determinados os teores de matéria seca e nitrogênio (SILVA e QUEIROZ, 2002). Depois de realizadas as análises, foram calculadas os CMAMS e CMAPB através da fórmula: coeficiente de metabolizabilidade aparente (CMA) = $[(\text{g de nutriente ingerido} - \text{g de nutriente excretado})/(\text{g de nutriente ingerido})] \times 100$.

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação

enzimática de forma isolada ou em associação para a produção média de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso dos ovos (Tabela 2). A produção média de ovos não foi influenciada ($P>0,05$) pela suplementação das enzimas na ração das aves (Tabela 2). De acordo com LEESON (1996), a energia é o fator mais importante para se conseguirem índices ótimos de postura. A suplementação enzimática das dietas manteve a produção média de ovos constante, mesmo havendo redução nos valores de energia metabolizável, proteína bruta, cálcio e fósforo na matriz nutricional (Tabela 1). Esse resultado foi similar aos observados por VIANA *et al.* (2009) que não verificaram efeito significativo da fitase na produção de ovos de poedeiras comerciais. SILVERSIDES e HRUBY (2009) também não observaram efeito sobre a produção de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com ração contendo fitase.

No consumo de ração não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) com a adição das enzimas (Tabela 2). Sabendo-se que as aves regulam o seu consumo pela ingestão de energia, o resultado obtido indica que as enzimas compensaram a redução do valor energético das dietas, mantendo o consumo semelhante ao tratamento controle (Tabela 2). O resultado obtido foi similar aos encontrados por SILVA *et al.* (2012) que também não verificaram variação significativa no consumo de ração de poedeiras semipesadas em função da suplementação de fitase. Contudo, os resultados discordam dos obtidos por ZYLA *et al.* (2012), que verificaram aumento no consumo de ração de poedeiras comerciais suplementadas com fitase.

Os resultados obtidos para conversão alimentar não foram significativos ($P>0,05$), indicando que a suplementação enzimática das dietas foi capaz de manter a conversão alimentar apresentada pelas codornas (Tabela 2). SILVA *et al.* (2008) não

Tabela 2. Produção média de ovos (PMO), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e peso dos ovos (PO) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) suplementadas com as enzimas amilase, fitase e protease de forma isolada ou em associação

Variável	Tratamento ¹					Valor-P	CV (%)
	Controle	Amilase	Fitase	Protease	Todas enzimas		
PMO (%)	97,2	96,3	97,3	95,8	97,1	0,392	2,53
CR ($\text{g}/\text{ave}/\text{dia}$)	28,9	28,3	28,5	28,5	28,9	0,267	1,87
CA (g/g)	2,54	2,53	2,52	2,58	2,58	0,318	4,74
PO (g)	11,7	11,6	11,6	11,5	11,5	0,287	3,72

¹Ração controle, ração com amilase (300 ppm), ração com fitase (500 FTU/kg), ração com protease (300 ppm) e ração com todas as enzimas.

constataram efeito significativos da fitase sobre a conversão alimentar em galinhas poedeiras. Contudo, os resultados discordam dos encontrados por MURAKAMI *et al.* (2007), que observaram efeito significativo da conversão alimentar em poedeiras comerciais alimentadas com um complexo enzimático contendo amilase e protease.

O peso dos ovos não foi influenciado ($P>0,05$) pelas enzimas (Tabela 2). Segundo LEESON (1996), o teor de proteína da dieta é o principal fator que afeta o tamanho ou o peso do ovo. Neste estudo pode-se verificar que a suplementação enzimática das dietas manteve uniforme o peso dos ovos (Tabela 2). Os resultados encontrados estão de acordo com JALAL *et al.* (2007), que também não observaram diferenças significativas em relação a este parâmetro com o uso de fitase na ração de galinhas poedeiras. Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação enzimática de forma isolada ou em associação para as variáveis analisadas de qualidade de ovo: proporção dos constituintes (gema, albúmen e casca) e o peso específico dos ovos (Tabela 3). Esses resultados mostram que o uso de enzimas em rações para codornas japonesas não alteraram a qualidade dos ovos, mesmo aplicando reduções de nutrientes na matriz nutricional das rações.

Os resultados obtidos para a representação percentual dos constituintes do ovo não foram significativos ($P>0,05$), mostrando que as enzimas atuaram de forma eficaz nos tratamentos onde houve redução de energia metabolizável, proteína bruta, aminoácidos, cálcio e fósforo. Desta forma, os constituintes do ovo foram mantidos em uma proporção similar ao observado no tratamento controle. No estudo com galinhas poedeiras alimentados com diferentes níveis de complexo enzimático contendo amilase, fitase e protease, OBA *et al.* (2013) também não observaram alterações nas porcentagens de gema, albúmen e casca do ovo.

Para o peso específico do ovo os resultados

não foram significativos ($P>0,05$), mostrando que, mesmo havendo uma redução dos níveis nutricionais, as enzimas atuaram efetivamente mantendo esta variável constante (Tabela 3). ARAÚJO *et al.* (2008) e NOVAK *et al.* (2008) também não verificaram efeito da suplementação enzimática contendo fitase para poedeiras comerciais para o peso específico do ovo.

Não se observou efeito ($P>0,05$) da suplementação enzimática de forma isolada ou em associação para as variáveis analisadas de digestibilidade das rações, os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da proteína bruta (CMAPB) (Tabela 4). Os resultados obtidos para os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da proteína bruta (CMAPB) não foram significativos ($P>0,05$) (Tabela 4). As enzimas utilizadas foram efetivas em manter os CMAMS e CMAPB constantes, pois com a redução dos níveis nutricionais os resultados não diferiram entre si (Tabela 4). Os resultados estão de acordo aos verificados por LELIS *et al.* (2010) que também não verificaram a influência da fitase sobre os valores dos CMAPB em frangos de corte. No entanto, os resultados diferem dos observados por VIANA *et al.* (2009) em frangos de corte, com efeito positivo da fitase sobre os valores dos CMAMS das rações.

As suplementações enzimáticas com amilase, fitase e protease avaliada neste trabalho, não apresentaram resultados significativos ($P>0,05$) sobre as variáveis de desempenho das aves, qualidade dos ovos e digestibilidade dos nutrientes da ração. Isso indica que essas enzimas possuem efeito benéfico, de forma isolada ou em associação, promovendo um melhor aproveitamento dos nutrientes da ração. Desta forma, mesmo com redução dos níveis nutricionais, as codornas avaliadas mantiveram o desempenho e a qualidade dos ovos similares ao controle. Assim, essa

Tabela 3. Porcentagem de gema, albúmen, casca e peso específico do ovo (PE) de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) suplementadas com as enzimas amilase, fitase e protease de forma isolada ou em associação

Variável	Tratamento ¹					Valor-P	CV (%)
	Controle	Amilase	Fitase	Protease	Todas enzimas		
Gema (%)	27,5	27,7	27,7	27,7	27,7	0,265	2,57
Albúmen (%)	65,4	65,2	65,2	65,2	65,2	0,232	1,37
Casca (%)	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	0,326	2,56
PE (g/cm ³)	1,074	1,073	1,074	1,073	1,074	0,156	0,11

¹Ração controle, ração com amilase (300 ppm), ração com fitase (500 FTU/kg), ração com protease (300 ppm) e ração com todas as enzimas.

Tabela 4. Efeito da suplementação com as enzimas amilase, fitase e protease de forma isolada ou em associação sobre a digestibilidade de nutrientes da ração para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura

Variável	Tratamento ¹					Valor-P	CV (%)
	Controle	Amilase	Fitase	Protease	Todas enzimas		
CMAMS (%) ²	86,92	83,48	84,13	85,31	84,57	0,297	4,1
CMAPB (%) ³	75,91	67,55	75,66	74,23	74,65	0,328	7,64

¹Ração controle, ração com amilase (300 ppm), ração com fitase (500 FTU/kg), ração com protease (300 ppm) e ração com todas as enzimas. ²CMAMS: coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca. ³CMAPB: coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta.

suplementação enzimática é uma boa alternativa para a criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*).

CONCLUSÃO

É vantajoso o uso das enzimas amilase, fitase e protease de forma isolada ou em associação para codornas japonesas em postura, pois promove melhor aproveitamento dos nutrientes da ração.

REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; SANDS, J.S. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal of Animal Science**, v.81, p.78-85, 2003.
- ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; MIRANDA, E.C.; ARAÚJO, J.A.; COSTA, F.G.P.; TEIXEIRA, E.N.M. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.843-848, 2008.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2013**. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- JALAL, M.A.; SCHEIDELER, S.E.; PIERSON, E.M. Strain response of laying hens to varying dietary energy levels with and without Avizyme supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.289-295, 2007.
- JENDZA, J.A.; DILGER, R.N.; ADEDOKUN, S.A.; SANDS, J.S.; ADEOLA, O. Escherichia coli phytase improves growth performance of starter, grower, and finisher pigs fed phosphorus-deficient diets. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1882-1889, 2005.
- KIM, T.; MULLANEY, E.J.; PORRES, J.M.; RONEKER, K.R.; CROWE, S.; RICE, S.; KO, T.; ULLAH, A.H.J.; DALY, C.B.; WELCH, R.; LEI, X.G. Shifting the pH profile of aspergillus niger phya phytase to match the stomach pH enhances its effectiveness as an animal feed additive. **Applied and Environmental Microbiology**, v.72, p.4397-4403, 2006.
- LEESON, S. Programas de alimentación para ponedoras y broilers. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL, 12., 1996, Madri. **Anais...** Madri: FEDNA, 1996. p.199-216.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1768-1773, 2010.
- MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G.; FURLAN, A.C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.29, p.165-172, 2007.
- NOVAK, C.L.; YAKOUT, H.M.; REMUS, J. Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on leghorn performance and economics. 2. Laying Period. **Journal of Applied Poultry Research**, v.17, p.17-33, 2008.
- OBA, A.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A.; CASTRO-GÓMEZ, R.J.H.; BENITEZ, C.R.; UENO, F.Y.; BORGES, C.A.; ALMEIDA, M. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.4179-4186, 2013.
- PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A.; ALBINO, L.F. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.755-774, 2012.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.
- SANTOMÁ, G. Nutrition of domestic quails. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 7., 1989, Francia. **Proceedings...** Francia: World's Poultry Science Association España, 1989. p.179-193.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A.; GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P.; SAKOMURA, N.K.; FURTADO, D.A. Influência da interação fósforo disponível x fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2157-2165, 2008.
- SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B.; VARGAS, D.G.V. Exigências nutricionais de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2.; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/NECTA, 2007. p.44-64.
- SILVA, L.M.; GERALDO, A.; VIEIRA FILHO, J.A.; MACHADO, L.C.; BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G. Associação de carboidrase e fitase em dietas valorizadas para poedeiras semipesadas. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.34, p.253-258, 2012.
- SILVERSIDES, F.G.; HRUBY, M. Feed formulation using phytase in laying hen diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.15-22, 2009.
- VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; BARRETO, S.L.T.; SILVA, E.A.; FLORENTINO, W.M. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1074-1080, 2009.
- ZYLA, K.; MIKA, M.; DULIŃSKI, R.; SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; PUSTKOWIAK, H.; PIIRONEN, J. Effects of inositol, inositol-generating phytase B applied alone, and in combination with 6-phytase A to phosphorus-deficient diets on laying performance, eggshell quality, yolk cholesterol, and fatty acid deposition in laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.91, p.1915-1927, 2012.