

## Complexo multienzimático em dietas de poedeiras comerciais

*Multi-enzyme complex in laying hens diet*

**Ricardo Cruz Vargas\*, Adriano Geraldo, Tatiana Cristina Rocha, Israel Marques Silva, Samuel Piassi Teles, Filipe Soares Nogueira, Carlos Alberto de Carvalho e Rogerio Amaro Gonçalves**

Recebido em 09/01/2016 / Aceito em 29/09/2016

### RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de rações de poedeiras comerciais com um complexo multienzimático (CE), nas formas “on top”, com reduções nos níveis de PB, EM, Ca, P disponível e aminoácidos, com adição em níveis crescentes do complexo enzimático. Foram utilizadas 384 poedeiras semipesadas da linhagem Isa Brown, com idade inicial de 29 semanas, distribuídas em seis tratamentos com oito repetições, sendo oito aves por parcela experimental, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com parcelas subdivididas no tempo (4 períodos de 28 dias cada). Os tratamentos foram: Controle Positivo (CP) 2.750 kcal kg<sup>-1</sup> EM, 17,2% PB e 0,41% P disponível; Controle Negativo (CN) 2.600 kcal kg<sup>-1</sup> EM, 16,7% PB e 0,26% P disponível; Controle Positivo + 350 g tonelada<sup>-1</sup> do complexo enzimático (CP350); Controle Negativo + 250 g tonelada<sup>-1</sup> de complexo enzimático (CN250); Controle Negativo + 350 g tonelada<sup>-1</sup> de complexo enzimático (CN350) e; Controle Negativo + 500 g tonelada<sup>-1</sup> do complexo enzimático (CN500). As variáveis analisadas de desempenho zootécnico foram: consumo de ração/ave/dia, produção de ovos/ave/dia, peso médio do ovo e conversão alimentar por massa de ovos. As variáveis de qualidade interna e externa dos ovos foram: espessura da casca, porcentagens de casca, albúmen e gema, Unidade Haugh e gravidade específica. A inclusão do complexo multienzimático não interferiu nos resultados de importância zootécnica nem na qualidade dos ovos de poedeiras com idade entre 29 a 44 semanas de vida. O aumento no consumo de ração/ave/dia foi suficiente para suprir os níveis nutricionais reduzidos das dietas CN e manter em equilíbrio os resultados para o restante das variáveis. Para algumas variáveis de desempenho zootécnico, em alguns momentos, foi

possível observar a influência negativa da inclusão de altos níveis do complexo multienzimático.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura de postura, protease, xilanase, fitase, qualidade do ovo.

### ABSTRACT

The main purpose of this work was to evaluate the effects of supplementation of laying hen diets with increasing levels of enzymatic complex composed of  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -glucanase, cellulase, xylanase, protease and phytase in the forms “on top”, with reductions in the levels of PB, MS, Ca, P available and amino acids. Semi-heavy 384 layers were used with Isa Brown hens, with an initial age of 29 weeks, distributed in six treatments with eight replications, with eight birds per experimental plot, using a completely randomized design (CRD) with sub installments on time (4 periods of 28 days each). The treatments were: Positive Control (PC) 2.750 kcal kg<sup>-1</sup> MS, 17.2% PC and 0.41% available P; Negative Control (NC) 2.600 kcal kg<sup>-1</sup> MS, 16.7% PC, 0.26% available P; Positive Control + 350 g ton<sup>-1</sup> of feed of enzymatic complex (PC350); Negative Control + 250 g ton<sup>-1</sup> of feed of enzymatic complex (NC250); Negative Control + 350 g ton<sup>-1</sup> of feed of enzymatic complex (NC350) and; Negative Control + 500 g ton<sup>-1</sup> of feed of enzymatic complex (NC500). The variables analyzed for growth performance were: feed intake (g bird<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), egg production (% bird<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), average egg weight (%) and feed conversion per egg mass (kg kg<sup>-1</sup> of feed/eggs). The internal and external quality variables of the analyzed eggs were shell thickness (mm), bark percentages of albumen and yolk, Haugh unit and specific gravity (g cm<sup>-3</sup>). The addition of enzymatic complex did not interfere in the results of zoo-technical importance or quality of eggs from hens aged 29-44

Instituto Federal de Minas Gerais, Bambuí, MG, Brasil.

\* Autor para correspondência <ricardo.vargas@ifmg.edu.br>

weeks. Increased consumption of feed/bird/day was enough to supply the reduced nutritional levels of NC diets and maintain balance in the results to the rest of the variables. For some growth performance variables sometimes during the trial period, a negative influence of the inclusion of high levels of enzymatic complex was observed where the NC350 and NC500 diets had a high feed intake and a worst feed conversion than the other diets.

**KEYWORDS:** laying poultry, protease, pylanase, phytase, egg quality.

## INTRODUÇÃO

O grande crescimento do setor de avicultura nos últimos anos trouxe consigo a necessidade da busca pela excelência e, dentre tantas áreas de estudo, a nutrição se destaca com o aparecimento de inúmeras alternativas de incremento da produção baseadas na otimização da utilização dos nutrientes das rações, diminuindo os custos com a alimentação e permitindo cada vez mais a utilização de alimentos que apresentam alguns fatores antinutricionais. Além disso, fontes finitas frequentemente utilizadas na nutrição animal e a descarga excessiva de nutrientes poluentes no meio ambiente são fatores reais de discussão e preocupação da comunidade científica em todo mundo (PESSÓA et al. 2012).

Para MUNIR & MAQSOOD (2013), a utilização das enzimas exógenas nas dietas dos monogástricos transparece o moderno contexto na qual a nutrição de poedeiras está inserida, refletindo a necessidade do melhor aproveitamento dos nutrientes provenientes de alimentos vegetais. Alimentos ricos em polissacarídeos não amiláceos e fitato não são aproveitados de maneira satisfatória, seja pela baixa produção endógena de enzimas específicas, seja pela total ausência de produção devido às condições genéticas. Melhorar o processo de aproveitamento dos nutrientes, diminuir os custos de proteína produzida, aumentar a variabilidade de matéria prima para formular as rações e uniformizar a produção são as principais justificativas da utilização das enzimas exógenas.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a inclusão de um complexo multienzimático a base de carboidrases, protease e fitase na dieta de poedeiras comerciais semipesadas e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico e qualidade dos ovos no

período de 29 e 44 semanas de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Aves do IFMG, Bambuí, MG. Foram utilizadas 384 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 29 semanas de idade. As aves foram alojadas em galpão experimental, distribuídas aos pares em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 30x40x38 cm cada. Todas as aves receberam água à vontade em bebedouros tipo *nipple* e ração foi fornecida duas vezes ao dia em comedouros tipo calha. As dietas foram formuladas a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo para atender as recomendações nutricionais sugeridas por ROSTAGNO et al. (2011). Foram registradas diariamente as temperaturas máxima e mínima dentro do galpão (média de temperatura no período experimental: máxima 29 °C e mínima 15 °C). O programa de iluminação foi executado de acordo com as recomendações do manual da linhagem, com 16 horas luz/dia.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com parcela subdivida no tempo, com 6 tratamentos, 8 repetições de 8 aves por unidade experimental e 4 períodos de 28 dias cada. Os tratamentos utilizados foram: Controle Positivo (CP) com 2.750 kcal de EM/kg, 17,2% de PB, 3,9% de Cálcio, 0,41% de Fósforo disponível, 0,812% de Lisina digestível, 0,311% de Metionina digestível, 0,582% de treonina digestível e 0,539% de Metionina + cistina digestível; Controle Negativo (CN) com 2.600 kcal de EM/kg, 16,7% de PB, 3,7% Cálcio, 0,26% de Fósforo disponível, 0,775% de Lisina digestível, 0,295% de Metionina digestível, 0,549% de treonina digestível e 0,516% de Metionina + Cistina digestível; Controle Positivo 350 (CP350) com o nível nutricional padrão da dieta controle positivo + 350 g de complexo enzimático (CE) por tonelada de ração; Controle Negativo 250 (CN250) com o nível nutricional padrão da dieta controle negativo + 250 g de CE por tonelada de ração; Controle Negativo 350 (CN350) com o nível nutricional padrão da dieta controle negativo + 350 g do CE por tonelada de ração e; Controle Negativo 500 (CN500) com o nível nutricional padrão da dieta controle negativo + 500 g do CE por tonelada de ração. A composição e os níveis nutricionais das dietas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição e níveis nutricionais das dietas experimentais.  
 Table 1 - Composition and nutritional levels of the experimental diets.

Ingredientes		CP <sup>4</sup>	CN <sup>5</sup>	CP350 <sup>6</sup>	CN250 <sup>7</sup>	CN350 <sup>8</sup>	CN500 <sup>9</sup>
Milho		56,531	54,587	56,496	54,587	54,587	54,587
Farelo de soja		28,100	26,250	28,100	26,250	26,250	26,250
Fosfato Bicálcico		1,700	0,885	1,700	0,855	0,855	0,855
Farelo trigo		2,000	4,634	2,000	4,634	4,634	4,634
Óleo de soja		2,150	1,099	2,150	1,099	1,099	1,099
Sal		0,277	0,276	0,277	0,276	0,276	0,276
Bicarbonato de sódio		0,262	0,263	0,262	0,263	0,263	0,263
Calcário Calcítico		8,670	8,756	8,670	8,756	8,756	8,756
DL – Metionina (99%)		0,070	0,063	0,070	0,063	0,063	0,063
L – Treonina (78%)		0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
Cloreto de Colina (60%)		0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Inerte (caulim)		0,000	2,957	0,000	2,932	2,922	2,907
Premix Mineral <sup>1</sup>		0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Vitamínico <sup>2</sup>		0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Complexo multienzimático <sup>3</sup>		0,000	0,000	0,035	0,025	0,035	0,050
TOTAL		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Energia Met.	Kcal/kg	2.750,02	2.600,00	2.750,02	2.600,00	2.600,00	2.600,00
PB	%	17,255	16,700	17,255	16,700	16,700	16,700
Cálcio	%	3,899	3,734	3,899	3,734	3,734	3,734
Fósforo disp.	%	0,410	0,266	0,410	0,266	0,266	0,266
Sódio	%	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro	%	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Lisina Dig.	%	0,812	0,775	0,812	0,775	0,775	0,775
Metionina Dig.	%	0,311	0,295	0,311	0,295	0,295	0,295
Treonina Dig.	%	0,582	0,549	0,582	0,549	0,549	0,549
Met + Cis Dig.	%	0,539	0,516	0,539	0,516	0,516	0,516

<sup>1</sup>Composição Premix Mineral por kg do produto: cobalto 200 mg; cobre 8.500 mg; ferro 50 g; iodo 1.500 mg; manganês 75 g; zinco 70 g. <sup>2</sup>Composição Premix Vitamínico por kg do produto: ácido fólico 145 mg; ácido pantotênico 5.930 mg; niacina 12 g; selênio 500 mg; vitamina A 5.000.000 UI; vitamina B12 6.500 mcg; vitamina B2 2.000 mg; vitamina B6 250 mg; vitamina D3 1.850.000 UI; vitamina E 4.500 UI; vitamina K 918 mg. <sup>3</sup>Composição complexo multienzimático por grama do produto:  $\alpha$ -amilase 400 U;  $\beta$ -glucanase 700 bu; fitase 1.100 U; celulase 6.000 cu; xilanase 10.000 xu; protease 700 U. <sup>4</sup>Dieta controle positivo: tratamento sem inclusão de complexo multienzimático e com os níveis nutricionais recomendados de acordo com o manual da linhagem. <sup>5</sup>Dieta controle negativo: tratamento sem inclusão de complexo multienzimático e com níveis reduzidos de EM, PB, Ca, P, Lis., Met, Tre e Met + Cis. <sup>6</sup>Dieta controle positivo 350: tratamento com os níveis nutricionais iguais ao controle positivo mais inclusão de 350 g do complexo multienzimático por tonelada de ração. <sup>7</sup>Dieta controle negativo 250: tratamento com os níveis nutricionais iguais ao controle negativo mais inclusão de 250 g do complexo enzimático por tonelada de ração. <sup>8</sup>Dieta controle negativo 350: tratamento com os níveis nutricionais iguais ao controle negativo mais inclusão de 350 g do complexo multienzimático por tonelada de ração. <sup>9</sup>Dieta controle negativo 500: tratamento com os níveis nutricionais iguais ao controle negativo mais inclusão de 500 g do complexo multienzimático por tonelada de ração.

O CE possui a seguinte composição:  $\alpha$ -amilase (mínimo) – 400 U g<sup>-1</sup>;  $\beta$ -glucanase (mínimo) – 700 bu g<sup>-1</sup>; Fitase (mínimo) – 1.100 U g<sup>-1</sup>; Celulase (mínimo) – 6.000 cu g<sup>-1</sup>; Xilanase (mínimo) – 10.000 xu g<sup>-1</sup>; e Protease (mínimo) – 700 U g<sup>-1</sup>. As variáveis analisadas foram: consumo de ração (CR – g de ração ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), produção de ovos (PO - % de ovos ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), peso médio dos ovos (PMO - g) e conversão alimentar por massa de ovos (CA – kg de ração por massa de ovos), efetuando-se a coleta diária dos ovos e a pesagem das rações e dos ovos no final de cada semana, obtendo-se ao final de cada período experimental as médias destas variáveis referentes às quatro semanas avaliadas (ciclo ou período experimental).

O consumo de ração (CR g ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> = RF - RR) foi determinado por meio da diferença da pesagem da ração fornecida (RF) e da ração remanescente (RR) nos comedouros, ao final de cada semana. A coleta de ovos produzidos foi realizada diariamente, procedendo ao cálculo de produção de ovos (%) que será baseado no número de ovos ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Os ovos foram coletados duas vezes ao dia anotando os quebrados, trincados e de casca fina. A pesagem dos ovos foi realizada no último dia de cada semana, onde eram pesados os ovos íntegros de cada parcela. A conversão alimentar (kg por massa de ovos) foi expressa em termos de quilograma de ração consumida por quilograma de ovos produzidos. A massa de ovos (g) foi obtida através do produto do número de ovos produzidos em cada período pelo peso médio dos ovos.

As variáveis de qualidade interna e externa dos ovos avaliadas foram: espessura da casca (EC - mm), % da casca (%C), gema (%G) e albúmen (%A), Unidade Haugh (UH) e gravidade específica (GE). Foram coletados durante os dois dias finais consecutivos do período de 28 dias, dois ovos íntegros por parcela, estes pesados individualmente, e tomadas as medidas para avaliar a qualidade interna e externa dos ovos, com exceção da análise de gravidade específica, onde foram utilizados todos os ovos íntegros de cada parcela experimental nos dois dias de análise.

Todos os ovos íntegros de cada parcela foram imersos e avaliados em 10 soluções de NaCl em baldes plásticos com densidade variando entre 1,066 a 1,102 g cm<sup>-3</sup> com gradiente de 0,004 entre as soluções. A determinação destes valores foi realizada com um densímetro de petróleo.

Os dois ovos de cada parcela foram pesados individualmente, quebrados, o albúmen teve sua

altura medida com auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,02 mm para cálculo da Unidade Haugh, expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. Esta é uma medida padrão de qualidade utilizada e aceita por toda indústria do ovo. De modo geral, quanto maior o valor da UH, melhor a qualidade do ovo (ALLEONI & ANTUNES 2001). A UH é obtida a partir da seguinte equação:

$$UH = 100 \log. (H - G (30W-37 - 100)/100 + 1,9)$$

Onde:

H = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g);

G = 32,2.

Dos mesmos ovos quebrados, ainda são medidos o peso da gema (g) para cálculo de seu percentual. As cascas foram lavadas, secas à sombra em temperatura ambiente por 48 horas, pesadas para cálculo de seu percentual e sua espessura medida na região mediana, com auxílio de um micrômetro digital com precisão de 0,001mm.

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância através do pacote estatístico SISVAR (FERREIRA 2000), utilizando teste de médias Scott-knott, utilizando regressão para os períodos experimentais e contrastes ortogonais para interação tratamentos x períodos experimentais utilizando teste de Scheffé. Os contrastes utilizados foram: 1) CP x CN; 2) CP x CP350; 3) CP x CN250; 4) CP x CN350 e; 5) CP x CN500.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre tratamentos e períodos experimentais para a variável consumo de ração (Tabela 2) com efeito significativo somente para os contrastes entre o controle positivo e controle positivo + 350 g tonelada<sup>-1</sup>, com menor consumo para a dieta suplementada com o CE, este efeito foi observado somente no segundo período (28 a 56 dias) não havendo diferenças para os demais períodos estudados. Nos períodos segundo (28 a 56 dias), terceiro (56 a 84 dias) e quarto (84 a 112 dias) houve efeito significativo do contraste entre controle positivo e controle negativo + 350 g tonelada<sup>-1</sup> de inclusão do complexo enzimático, com maior consumo observado em aves recebendo a ração controle negativo suplementada com o complexo

Tabela 2 - Consumo de ração por ave/dia (g) de poedeiras semipesadas submetidas a dietas experimentais suplementadas ou não com complexo multienzimático no período de 29 a 44 semanas de idade.

Table 2 - Feed intake per bird/day (g) of laying hens subjected to experimental diets supplemented with multienzyme complex in the period 29 to 44 weeks of age.

Tratamentos	Períodos experimentais (dias)			
	28	56	84	112
CN	117,8	120,3	120,1	120,3
CP	118,1	118,4	116,8	117,8
CP350	118,3	112,6 <sup>2*</sup>	114,1	118,9
CN250	120,0	118,1	116,1	120,4
CN350	120,8	122,8 <sup>4*</sup>	123,4 <sup>4*</sup>	121,6 <sup>4*</sup>
CN500	119,9	119,8	122,4 <sup>5*</sup>	124,6 <sup>5*</sup>

CV1= 5,02%

<sup>1,2,3,4,5</sup>Médias seguidas por números nas colunas são diferentes estatisticamente pelo teste Scheffé (\*p<0,05), de acordo com os contrastes propostos: 1y = mCP – mCN, 2y = mCP – mCP350, 3y = mCP – mCN250, 4y = mCP – mCN350, 5y = mCP – mCN500. CV1 = coeficiente de variação para tratamentos.

enzimático. O mesmo resultado foi obtido para o contraste entre o controle positivo e os controles negativos + 500 g toneladas<sup>-1</sup> de inclusão do complexo enzimático nos períodos terceiro e quarto, com maior consumo de ração por parte de aves recebendo a dieta controle negativo + CE.

Poedeiras tendem a aumentar o consumo de ração com níveis baixos de energia e nutrientes para satisfazer suas exigências (ISA 2007). Os resultados deste trabalho indicam que a redução de níveis nutricionais com suplementação de 250 g tonelada<sup>-1</sup> de ração de CE e sem suplementação não foi suficiente para aumentar o consumo de ração, porém, nas dietas com níveis mais elevados de inclusão de enzimas e níveis nutricionais restritos (CN 350 e CN 500), um aumento no consumo foi observado a partir do segundo período experimental. Estes resultados se mostraram inconsistentes, uma vez que se espera um maior consumo de ração em aves submetidas a dietas com baixa energia.

Uma hipótese para este maior consumo pode ser explicada pelo possível aumento na disponibilidade do cálcio fítico para utilização pela poedeira, quando as dietas CN foram suplementadas com os níveis de 350 e 500 g CE tonelada<sup>-1</sup> de ração, visto que a fitase faz parte do CE. O cálcio atua no hipotálamo, constituindo-se em um sinal estimulador do centro da fome e o nível central do íon Ca induz à liberação de norepinefrina e epinefrina, os quais atuam como estimuladores do consumo de alimentos (DENBOW

& VAN KREY 1987).

MURAKAMI et al. (2007) também obtiveram resultados semelhantes ao utilizar um complexo com as enzimas protease, celulase e amilase, com um controle positivo e os demais tratamentos com 5% de redução de nutrientes sugeridos para a linhagem utilizada com suplementação com complexo enzimático nos níveis de 400 e 500 ppm. Os autores observaram que dietas com redução nutricional e com maior inclusão enzimática também proporcionou aumento no consumo.

GERALDO et al. (2014) realizaram um estudo utilizando complexo enzimático de carboidrases ( $\alpha$ -galactosidase, galactomananase,  $\beta$ -glucanase e xilanase) e fitase observaram interação significativa entre tratamentos e períodos experimentais para a variável consumo de ração onde, aves expostas a dietas com níveis nutricionais reduzidos consumiram mais ração. Os pesquisadores concluíram que a redução dos níveis nutricionais, seja com inclusão de enzimas ou não, não proporcionaram resultados satisfatórios para as variáveis conversão alimentar e consumo de ração.

Os resultados contradizem aos observados por VIANA et al. (2009), SILVA et al. (2012), OBA et al. (2013) e LEE et al. (2014) que, trabalhando com diversas linhas de complexos multi-enzimáticos em diferentes situações, não observaram nenhuma influência do aditivo oferecido aos animais sobre o consumo de ração.

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ), entre tratamentos e períodos experimentais para a variável conversão alimentar (Tabela 3). No segundo período (28 a 56 dias) foram observadas diferenças significativas nos contrastes entre o controle positivo e os tratamentos controle negativo e os controles negativos + 250 e 350 g tonelada<sup>-1</sup> de inclusão do complexo enzimático, com melhor conversão alimentar para aves recebendo a dieta controle positivo. No terceiro período (56 a 84 dias) foram observadas diferenças significativas nos contrastes entre o controle positivo (melhor conversão alimentar) e os controles negativos + 350 e 500 g tonelada<sup>-1</sup> de inclusão do complexo enzimático.

Os resultados apontam que no segundo período (28 a 56 dias) o controle negativo (CN) e dois tratamentos com níveis nutricionais reduzidos e inclusão de enzimas (CN250 e CN350) tiveram uma pior conversão alimentar. Já no terceiro período (56 a 84 dias) somente dois tratamentos com níveis nutricionais reduzidos apresentaram pior conversão alimentar em relação ao controle positivo (CP) que foram os tratamentos com maiores níveis de inclusão do complexo multienzimático (CN350 e CN500). No primeiro (0 a 28 dias) e quarto (84 a 112 dias) períodos experimentais não foram observadas diferenças na conversão alimentar. Ainda que inconclusivos, os resultados apontam uma pior conversão alimentar para dietas com níveis nutricionais reduzidos e

suplementação enzimática, pois possivelmente há um estímulo no consumo de ração desencadeado por um mecanismo ionostático.

SILVA et al. (2012), avaliaram um complexo enzimático composto por  $\alpha$ -galactosidase, galactomananase,  $\beta$ -glucanase, xinalase e Fitase, em um experimento em que os tratamentos consistiram de uma dieta com níveis adequados de nutrientes, uma dieta com níveis reduzidos de Energia Metabolizável (EM), Proteína Bruta (PB), Cálcio (Ca), Fósforo disponível (Pd) e três dietas com níveis reduzidos de nutrientes e níveis diferentes de inclusão do complexo enzimático. O tratamento com níveis nutricionais reduzidos e sem a adição de enzimas teve pior CA comparado às dietas controle positivo e controles negativos com inclusão de enzimas. Nesta situação, observou-se efeito benéfico com a inclusão do complexo enzimático.

BECCACCIA (2012) utilizou um complexo composto por xinalase, glucanase e fitase em dietas contendo altos e baixos níveis de fibra com a inclusão de farelo de girassol e farelo de canola, com e sem presença de complexo enzimático no nível de 0,005%. Nas dez semanas de experimento foram observadas oscilações dentro dos tratamentos. Na quinta semana, o tratamento à base de milho e farelo de soja + enzima e o tratamento alta fibra sem inclusão de enzimas apresentaram valores melhores de CA.

Tabela 3 - Conversão alimentar de poedeiras semipesadas submetidas a dietas experimentais suplementadas ou não com complexo multienzimático no período de 29 a 44 semanas de idade.

Table 3 - Conversion of feeding laying hens subjected to experimental diets supplemented with multienzyme complex in the period 29 to 44 weeks of age.

Tratamentos	Períodos experimentais (dias)			
	28	56	84	112
CN	1,922	1,975 <sup>1*</sup>	1,945	1,936
CP	1,952	1,871	1,905	1,903
CP350	1,923	1,853	1,913	1,911
CN250	1,958	1,942 <sup>3*</sup>	1,949	1,957
CN350	1,971	1,991 <sup>4*</sup>	2,037 <sup>4*</sup>	1,941
CN500	1,952	1,930	1,968 <sup>5*</sup>	1,975

CV1 = 4,74%

<sup>1,2,3,4,5</sup>Médias seguidas por números nas colunas são diferentes estatisticamente pelo teste Scheffé ( $*p < 0,05$ ), de acordo com os contrastes propostos: 1y = mCP – mCN, 2y = mCP – mCP350, 3y = mCP – mCN250, 4y = mCP – mCN350, 5y = mCP – mCN500. CV1 = coeficiente de variação para tratamentos.

Em situações diferentes e, avaliando diferentes produtos enzimáticos, MURAKAMI et al. (2007), GERALDO et al. (2014) e VIEIRA FILHO et al. (2015) observaram efeitos da inclusão de enzimas sobre a CA. Resultado contrário foi observado por OBA et al. (2013) que não observaram diferença significativa quanto a CA utilizando complexo composto por fitase, celulase, pectinase,  $\beta$ -glucanase, protease, xilanase e amilase. A inclusão foi realizada somente na forma “on top” em níveis crescentes. Resultados semelhantes foram observados por FREITAS et al. (2000), utilizando complexo composto por Alfa-amilase, Xinalase e Protease também não observaram alterações na CA.

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ), entre tratamentos e períodos experimentais para a variável peso médio dos ovos (Tabela 4), ocorrendo efeito significativo somente no primeiro período (0 a 28 dias) para o contraste entre controle positivo e controle positivo + 350 g tonelada<sup>-1</sup> de inclusão do complexo enzimático. Apenas no primeiro período (1 a 28 dias) foi observada uma tendência do tratamento “on top” (CP350) de ter ovos mais pesados em relação aos demais tratamentos. Os níveis nutricionais das dietas controle negativo e positivo foi suficiente para a manutenção do peso dos ovos em um mesmo nível, não havendo influência da suplementação enzimática sobre esta variável.

Em experimento avaliando um complexo enzimático composto de Alfa-galactosidase, Xinalase, Galactomananase e Beta-glucanase, ARAÚJO et

al. (2008) observaram efeito positivo da inclusão. Os autores procuraram, além de verificar os efeitos da inclusão de enzimas, avaliar níveis crescentes de farelo de trigo. Utilizou-se delineamento ao acaso, com quatro níveis de inclusão do farelo de trigo (0, 3, 6 e 9%) e da suplementação ou não do complexo enzimático (0 e 100 g kg<sup>-1</sup> de ração), em esquema fatorial 4x2, totalizando oito tratamentos. Além do efeito positivo da inclusão do complexo enzimático, também foi observado que a inclusão de até 9% de farelo de trigo é viável nutricionalmente.

Porém, LEE et al. (2014), utilizando dietas a base de milho e farelo de soja e reduzindo energia e proteína em uma dieta e energia, proteína e fósforo em outra, com e sem adição de complexo enzimático no nível de 500 mg kg<sup>-1</sup> de ração, não observaram efeito positivo para o peso médio dos ovos. GALIK & HORNIÁKOVÁ (2010), com dieta controle a base de trigo, centeio, cevada, soja e complexo vitamínico mineral e outra dieta com inclusão de xinalase e beta-glucanase, também não verificaram, para peso médio dos ovos, diferença significativa entre os tratamentos.

Os resultados de produção de ovos e de qualidade interna e externa dos ovos (espessura da casca, porcentagem de casca, albúmen e gema, Unidade Haugh e gravidade específica) são apresentados na Tabela 5.

Não houve interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre tratamentos e períodos experimentais para estas variáveis.

Tabela 4 - Peso médio dos ovos de poedeiras semipesadas submetidas a dietas experimentais suplementadas ou não com complexo multienzimático no período de 29 a 44 semanas de idade.

Table 4 - Average weight of eggs of laying hens subjected to experimental diets supplemented with multienzyme complex in the period 29 to 44 weeks of age.

Tratamentos	Períodos experimentais (dias)			
	28	56	84	112
CN	63,1	63,1	64,1	64,6
CP	61,6	64,1	63,6	64,9
CP350	63,6 <sup>2*</sup>	63,5	63,1	65,5
CN250	63,1	63,5	63,9	65,9
CN350	62,8	62,9	63,0	65,2
CN500	62,6	63,4	64,0	65,1

CV1 = 4,34

<sup>1,2,3,4,5</sup>Médias seguidas por números nas colunas são diferentes estatisticamente pelo teste Scheffé ( $*p < 0,05$ ), de acordo com os contrastes propostos: 1y = mCP – mCN, 2y = mCP – mCP350, 3y = mCP – mCN250, 4y = mCP – mCN350, 5y = mCP – mCN500. CV1 = coeficiente de variação para tratamentos.

Tabela 5 - Produção de ovos (PO), espessura da casca (EC), porcentagem da casca (C), porcentagem da gema (G), porcentagem do albúmen (A), unidade Haugh (UH) e gravidade específica (GE) dos ovos de poedeiras semipesadas submetidas a dietas experimentais suplementadas ou não com complexo multienzimático no período de 29 a 44 semanas de idade.

Table 5 - Egg Production (PO), shell thickness (EC), percentage of the shell (C), percentage of yolk (G), percentage of albumen (A), Haugh unit (UH) and specific gravity (GE) of laying hens eggs subjected to experimental diets supplemented with multienzyme complex in the period 29 to 44 weeks of age.

Variável	Tratamentos						CV (%)
	CN	CP	CP350	CN250	CN350	CN500	
PO (%/ave/dia)	96,7	97,0	95,9	95,2	97,1	97,4	4,16
EC (mm)	0,598	0,598	0,598	0,602	0,586	0,593	4,30
C (%)	10,0	9,9	10,0	10,0	9,9	10,0	4,89
G (%)	24,0	24,2	24,2	23,8	24,4	24,2	5,77
A (%)	66,0	65,9	65,8	66,2	65,7	65,8	2,45
UH	86,7	85,9	88,5	87,4	87,4	86,4	6,25
GE	1,0910	1,0895	1,0893	1,0895	1,0892	1,0898	0,17

\*Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Scott-knott ( $p>0,05$ ).

Não houve efeito significativo ( $p>0,05$ ) das dietas experimentais sobre tais variáveis indicando que os níveis nutricionais utilizados nas dietas CN e CP suplementadas ou não com o CE foram suficientes para atender as exigências das aves para estas variáveis de produção e qualidade interna e externa dos ovos.

OBA et al. (2013) trabalharam com dietas a base de milho e farelo de soja, sem reformulação de dietas (todas on top) e com a inclusão de complexo enzimático (fitase, celulase, pectinase, protease, amilase, beta-glucanase e xinalase) em níveis crescentes (50, 100, 150 e 200 ppm). A produção não foi afetada para nenhum dos tratamentos neste estudo.

VIANA et al. (2009) avaliaram o desempenho de poedeiras submetidas a três dietas diferentes: 1. controle positivo (níveis recomendados por ROSTAGNO et al. 2005), 2. controle negativo (com redução de 50 kcal kg<sup>-1</sup> de EM, 1,5% de PB, 0,08% de Ca, 0,1% de P disponível e 1,5% de aminoácidos presentes na matriz nutricional do complexo enzimático); e 3. controle negativo + complexo enzimático (100 g ton<sup>-1</sup>). O complexo enzimático era composto por fitase, proteases, pectinases, beta-glucanases e xinalases. Constatou-se a eficiência da inclusão de enzimas sobre a produção de ovos comparando com os tratamentos controle negativo e positivo, sendo que estes que não diferiram entre si.

Dentre os parâmetros de qualidade dos ovos avaliados por BECCACCIA (2012), somente

na gravidade específica foi observada diferença significativa. A dieta controle com inclusão de complexo enzimático apresentou menor gravidade específica dos ovos comparada às outras dietas. Porém, MURAKAMI et al. (2007) observaram variações quanto a inclusão de enzimas para Unidade Haugh e Espessura da Casca. VIANA et al. (2009) verificaram efeito da inclusão de enzimas sobre o peso do albúmen e a porcentagem da casca.

GENTILINI et al. (2009) avaliaram a inclusão de enzimas em dietas reformuladas para valorização da energia metabolizável pelo produto que era composto de fitase, protease, beta-glucanase, pectinase, xinalase, celulase e amilase. As dietas utilizadas foram: basal, valorizadas em 120, 90, 60, 30 e 0 kcal kg<sup>-1</sup> (on top) e a inclusão foi fixa (150 g CE ton<sup>-1</sup>). Dentre as características de qualidade dos ovos, apenas o peso do albúmen (g) foi afetado. As dietas basal, 90 kcal kg<sup>-1</sup> e 30 kcal kg<sup>-1</sup> apresentaram maiores pesos, seguidas das dietas restantes. Desta forma, os autores concluíram que dietas podem ser reformuladas e utilizar a valorização em 30 ou 90 kcal kg<sup>-1</sup> que não afeta o peso do albúmen.

SILVA et al. (2012), GERALDO et al. (2014) e VIEIRA FILHO et al. (2015), nas mais diferentes situações não observaram efeito algum sob qualquer variável de qualidade dos ovos. A grande variação entre resultados observados, produtos diferentes e níveis de redução nutricional com valorizações

diferentes reforçam a necessidade da continuidade nas pesquisas para obtenção de resultados padronizados e a viabilização da utilização dos complexos enzimáticos.

## CONCLUSÃO

A redução dos níveis nutricionais preconizados das rações experimentais com ou sem suplementação enzimática não foram suficientes para influenciar os parâmetros desempenho e qualidade interna e externa dos ovos em poedeiras comerciais semipesadas no pico de produção.

O complexo enzimático em questão, fornecido em rações experimentais a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo não afetou as variáveis analisadas. Mais pesquisas são necessárias para se estabelecer a eficácia deste complexo enzimático para poedeiras recebendo rações a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEONI ACC & ANTUNES AJ. 2001. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Scientia Agrícola* 58: 681-685.
- ARAÚJO DM et al. 2008. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 843-848.
- BECCACCIA AF. 2012. Uso de complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária). São Paulo: USP. 86p.
- DENBOW DM & VAN KREY HP. 1987. Ionostatic control of food intake in the domestic fowl. *Poultry Science* 66: 1229-1235.
- FERREIRA DF. 2000. SISVAR: Sistema para análise de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos: versão 4.3. Lavras: UFLA.
- FREITAS ER et al. 2000. Efeito da suplementação enzimática em rações a base de milho/farelo de soja sobre o desempenho de poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1103-1109.
- GALIK B & HORNIÁKOVÁ E. 2010. The effect of enzymatic additives on the productivity of laying hens isa brown. *Journal of Central European Agriculture* 11: 381-386.
- GENTILINI FP et al. 2009. Efeito de um complexo enzimático na produção e na qualidade dos ovos, nos níveis de proteínas plasmáticas e na população bacteriana cecal em poedeiras semipesadas. *Ciência Animal Brasileira* 10: 504-510.
- GERALDO A et al. 2014. Carbohidrase and phytase supplementation in diets for semi-heavy laying hens. *Acta Scientiarum Animal Science*. 36: 285-290.
- ISA – Institut de Sélection Animale. 2007. Layer management guide. Saint-Brieuc: Hendrix Genetic Company.
- LEE KW et al. 2014. Evaluation of dietary multiple enzyme preparation (Natuzyne) in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animals Sciences* 27: 1749-1754.
- MUNIR K & MAQSOOD S. 2013. A review on role of exogenous enzyme supplementation in poultry production. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25: 66-80.
- MURAKAMI AE et al. 2007. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Scientiarum Animal Science* 29: 165-172.
- OBA A et al. 2013. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. *Semina: Ciências Agrárias* 34: 4179-4186.
- PESSÔA GBS et al. 2012. Novos conceitos em nutrição de aves. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13: 755-774.
- ROSTAGNO HS et al. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. UFV/DZO. 186p.
- SILVA LM et al. 2012. Associação de carbohidrase e fitase em dietas valorizadas para poedeiras semipesadas. *Acta Scientiarum Animal Science* 34: 253-258.
- VIANA MTS et al. 2009. Efeito do uso de enzimas sobre o desempenho e metabolismo de poedeiras. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 1068-1073.
- VIEIRA FILHO JÁ et al. 2015. Effect of protease supplementation on production performance of laying hens. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 37: 29-33.