UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

KARINA MÁRCIA RIBEIRO DE SOUZA

**Redução de energia e suplementação de xilanase em dietas de
poedeiras de 02 a 80 semanas de idade
(Versão corrigida)**

KARINA MÁRCIA RIBEIRO DE SOUZA

**Redução de energia e suplementação de xilanase em dietas de
poedeiras de 02 a 80 semanas de idade
(Versão corrigida)**

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

S729r Souza, Karina Márcia Ribeiro de
Redução de energia e suplementação de xilanase em dietas de poedeiras de 02 a 80 semana de idade / Karina Márcia Ribeiro de Souza. -- Pirassununga, 2011.
126 f.
Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.

1. Altura de vilo 2. Energia metabolizável
3. Produção de ovos 4. Qualidade externa e interna de ovos 5. Uniformidade do lote. I. Título.

Aos meus pais **José e Marina**,

Pela formação da nossa família, por minha educação, pelos exemplos de caráter desvendados em atitudes, pelo amor, carinho, apoio, incentivo, compreensão e ajuda em todos os momentos da minha vida;

Ao meu irmão **José Marcelo**,

Simplesmente, POR TUDO! Pessoa iluminada, muito especial na minha vida que sempre me apoiou sem medir esforços, esteve presente e acreditou em meu potencial, me incentivando na busca de novas realizações;

Com todo amor e carinho,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Ao meu grande mestre **Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Andreotti**, por ter me proporcionado a primeira oportunidade com pesquisa. Pela confiança e pela força de vontade transmitida que me incentiva todos os dias e a qual me fez continuar nessa caminhada.*

*Ao meu grande educador, professor e super "paizão", **Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo**, que me acolheu em um momento tão difícil. Pela orientação no mestrado, alegria de sempre, amizade, ensinamentos, confiança e pela imensa contribuição para meu crescimento e formação profissional e pessoal.*

*Ao **Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria**, pela oportunidade de realizar o doutoramento (meu grande sonho), pela amizade, ensinamentos, confiança depositada em mim e valiosa contribuição na minha formação profissional.*

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

AGRADECIMENTOS

À Deus e à Nossa Sra., pela graça da vida e todas as bênçãos recebidas;

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, pela oportunidade oferecida para realização desse curso;

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante o curso;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FZEA, representado atualmente pela Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas, pelo curso de qualidade que recebemos e pelo apoio de sempre do programa;

À empresa AB Vista Feed Ingredientes, pela concessão do auxílio financeiro para execução do experimento;

Aos colegas Gilson Alexandre Gomes, Tiago Tedeschi dos Santos e Guilherme Rebello Wadt, pelos ensinamentos, apoio e acompanhamento na execução do experimento;

Ao Prof. Dr. Ricardo Albuquerque, pela amizade, apoio e por permitir a utilização do Galpão Experimental de Recria da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, onde foi realizado parte do experimento;

Aos Professores do programa de Pós-Graduação, grandes mestres, por compartilharem seus conhecimentos durante o exercício do ensino e pela disposição e atenção despendida sempre que os solicitei;

Aos queridos Prof. Luiz Margutti Neto (ou simplesmente Margutti) e Rafaela Piccoli Pavão (Rafa), pelos ótimos momentos, pelas conversas principalmente no nosso querido "bandejão", pela linda amizade que formamos, pelo apoio, carinho e pelo importante trabalho de integração que prestam a todos os Fzeanos;

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Trindade e Prof. Dr. César Gonçalves de Lima, pela contribuição na minha formação profissional, aceitando-me como estagiária PAE nas disciplinas de "Tecnologia de Aves e Ovos" (Prof. Tonhão) e "Utilização de pacotes estatísticos na análise de dados experimentais" (Prof. Césinha), pela amizade e ensinamentos;

Ao Prof. Dr. Flávio Vieira Meirelles do Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento da FZEA, por consentir a utilização do microscópio óptico e do

programa computacional para captura e mensuração de imagens das lâminas histológicas;

Ao Prof. Dr. Charles Kiefer e Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Correa Filho, ambos da FAMEZ/UFMS, pela confiança, amizade, ensinamentos, conselhos, apoio e palavras de incentivo desde os anos de graduação e sempre;

Aos funcionários do Serviço de Pós-Graduação, em especial Layla Denófrío (pessoa super querida), Alecssandra A. Araujo, Cláudio Silva Cardoso e Diego Farina pela atenção de sempre, educação, eficiência e boa vontade em todos os atendimentos solicitados;

Aos funcionários do Laboratório de Avicultura, Vanessa de Souza Nakagi e Cláudio da Silva, pessoas fundamentais no desenvolvimento do trabalho, pela competência, amizade e auxílio nos experimentos;

Aos funcionários da FMVZ, "Edinho" e "China", pelo apoio e disposição e auxílio nos experimentos;

Aos funcionários da FZEA e CCPS, em especial à Fernando de Hypólito Araújo, Cláudio de Jesus A. São Romão, Israel Andrietta, José Luiz A. Landgraf, Sebastião Rossi e "Sr. Borges" (Fábrica de Ração), Ricardo Galeni, Luiz André Zanquetin, Alexandre João Bueno do Prado, Manoel dos Santos (Animais Fistulados), Silmar Ferreira de Camargo, Valmir Muraroli, Gonçalo M. S. Júnior, José Roberto Pereira (Transporte FZEA) e Pedro Marini Ferreira ("Seo Pedro"), pelo valoroso auxílio no decorrer dos experimentos, pela disposição e boa vontade;

Aos funcionários da Biblioteca, Serviços Gerais, Restaurante, Abatedouro, Setor de Vendas, Zeladoria e Serviço Social, pela assistência e disposição nos atendimentos;

Aos colegas e ex-colegas de Pós-Graduação em Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Priscila Ayleen Bustos Mac-Lean (Chilena), Aline Zampar, Lúgia Uribe, Thiago Previero, Celso Kawabata, Roselaine Ponso, Marina Bonin, Priscila de Oliveira, Fernanda Rezende, Víctor Pedrosa (Preto), Fernando Brito (Boi), André Luís de Moraes (Cupim), Francisco Martins, Diego Cucco, Mário Santana, Rodrigo Gomes, Tiago Stella, Paulo Fantinato, Pedro Rato, Tiago De Bem, Rodrigo Emediato, Monalissa Stradiotto, Taíssa Canaes, Diogo Gomes, Débora Oliveira, Carol Yumi, Viviane Correia, Juliana Pola, Diane de Neff, Graziela Veiga, Cristina

Chiyoda, Fernanda Bovo, Jane Lara, Letícia Abreu (Eva), Lísia Bertonha, Estela Kobashigawa, Fábio Sussel, Miguel Santana, Diogo Sartori, pela amizade, alegria, risadas, diversão, companheirismo e com certeza pelos ótimos momentos que compartilhamos durante minha estada em Pirassununga;

À Silvana Pagotto (Sissa), Renata Zucherelli, Débora Eliane Lautenschlaeger, e Régis Gonçalves dos Santos, funcionários e ex-funcionários da diretoria, pelo apoio, carinho e disposição que me atenderam;

Aos grandes amigos Girlei A. de Lima, Maria Conceição Roldão e Patrícia Tonetti que sempre tiveram uma palavra de apoio, incentivo e um abraço confortante;

Aos queridos amigos Paula Wick, Henrique B. de Souza (Pícara), Raquel B. Araújo, Márcia I. Sakamoto e Gabriela Facholi Bonfim, pela carinhosa acolhida, agradável convivência, amizade que formamos, pela força, incentivo, ajuda na condução dos experimentos, alegria de sempre e paciência que tiveram comigo;

Aos amigos e agregados do Laboratório de Avicultura da FZEA, Ágatha Pinho, Bruna Pacheco, Mariana Pavesi, Jonas Fanhani, Mariene Natori (Bitoca), Amanda Caniatto, Maria Tereza Antunes, pela amizade, competência, alegria, boa disposição, convívio agradável e principalmente pela preciosa ajuda na condução dos experimentos;

Aos "meus meninos", alunos de graduação que foram estagiários voluntários ou bolsistas de IC, alguns seguindo para o mestrado, agradeço pela amizade, competência, disposição e grandiosa ajuda, de fundamental importância, na condução dos experimentos: Carolina Kikuchi, Daniel Nakashima (PP), Guilherme Hosotani, Roberta Takata, Ludmila Pedrosa, Renata Trevisan, Juliana Pires, Vinícius Caetano, Giselle Pereira, Gustavo Alves, Bárbara Schmidt, Jessica Iwama, Jéssica Guerra, Henrique Mey, Viviane Lopes, Paulo Bravo, Adriana, Larissa, Bruno Souza, Eduardo Ruis;

**ENFIM, A TODOS QUE DIRETA OU INDIRETAMENTE ME ACOMPANHARAM,
AJUDARAM, INCENTIVARAM E PROPORCIONARAM A REALIZAÇÃO DAS
MINHAS ATIVIDADES. O MEU MAIS PROFUNDO E SINCERO
AGRADECIMENTO.**

Depois de algum tempo

“Depois de algum tempo você aprende a sutil diferença entre dar a mão e acorrentar a alma;

E você aprende que amar não significa apoiar-se e que a companhia nem sempre significa segurança;

E começa a aprender que beijos não são contratos e presentes não são promessas;

E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e olhos adiante, com a graça de um adulto e não com a tristeza de uma criança;

E aprende a construir suas estradas no hoje, porque o terreno do amanhã é incerto para os demais planos;

E o futuro tem o costume de cair em meio ao vão.

E aprende que não importa o quanto você se importe, algumas pessoas simplesmente não se importam...

E aceita que não importa quão boa seja uma pessoa, ela vai feri-la de vez em quando e você precisará perdoá-la por isso;

Aprende que falar pode aliviar dores emocionais.

Descobre que se levam anos para construir confiança e apenas segundos para destruí-la;

E que você pode fazer coisas em um instante, das quais se arrependerá para o resto da vida.

E aprende que verdadeiras amizades continuam a crescer mesmo a longas distâncias;

E o que importa não é o que você tem na vida, mas quem você tem na vida;

E que os bons amigos são a família que nos permitiram escolher.

Descobre que as pessoas com quem você mais se importa na vida são tomadas muito depressa, por isso devemos tratar as pessoas que amamos com palavras amorosas...pode ser a última vez que as vejamos;

Aprende que as circunstâncias e o ambiente têm influencia sobre nós, mas nós somos responsáveis por nós mesmos.

Começa a aprender que não deve se comparar com os outros, mas com o melhor que você pode ser;

Descobre que leva muito tempo para se tornar a pessoa que quer ser, e que o tempo é curto.

Aprende que não importa aonde já chegou, mas para aonde está indo. Porém se você não sabe para aonde está indo, qualquer lugar serve.

E que ser flexível não significa ser fraco ou não ter personalidade, pois não importa quão delicada e frágil seja uma situação, sempre existem dois lados.

Aprende que paciência requer muita prática.

Descobre que algumas vezes a pessoa que você espera que o chute quando você cai, é uma das poucas que o ajudam a levantar-se.

Aprende que a maturidade tem mais a ver com os tipos de experiência que se teve, e com o que você aprendeu com elas, do que com quantos aniversários você já celebrou.

Aprende que nem sempre é suficiente ser perdoado por alguém, algumas vezes você tem que aprender a perdoar a si mesmo.

Aprende que com a mesma sinceridade com que julga você será em algum momento condenado.

Aprende que não importa em quantos pedaços seu coração foi partido, o mundo não pára para que você o conserte.

Aprende que o tempo não é algo que possa voltar para trás, portanto plante seu jardim e decore sua alma ao invés de esperar que alguém lhe traga flores.

E você aprende que realmente pode suportar...

Que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não pode mais.

E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida.

Nossas dídivas são traidoras e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar se não fosse o nosso medo de TENTAR!!"

William Shakespeare

RESUMO

SOUZA, KMR. **Redução de energia e suplementação de xilanase em dietas de poedeiras de 02 a 80 semanas.** 2011. 126 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

A utilização de enzimas como aditivos alimentares para poedeiras comerciais pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes dos ingredientes da dieta. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação de enzima xilanase em dietas de poedeiras comerciais à base de milho e soja sobre desempenho, morfologia intestinal e incremento de energia da dieta. Foram utilizadas 400 poedeiras da linhagem Hy-line, variedade W36 com duas semanas de idade submetidas às dietas experimentais até as 80 semanas de idade. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (nível de energia x inclusão de xilanase), totalizando 4 tratamentos com 10 repetições de 10 aves cada. Os tratamentos foram: controle positivo (dieta balanceada para respectiva idade); controle positivo+xilanase; controle negativo (dieta com redução de 100 kcal/kg no nível de EM); controle negativo+xilanase. Nas fases de cria e recria (2 a 6 e 7 a 17 semanas), foram realizadas as avaliações para peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade criatória e uniformidade do lote. As seis e 16 semanas foram colhidos fragmentos de intestino das porções duodeno, jejuno e íleo para mensurações de altura de vilo e profundidade de cripta. Durante a fase de postura (18 a 80 semanas) foram avaliadas características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, produção, peso e massa de ovos, conversão alimentar e viabilidade criatória). Foram realizados ainda, quatro ensaios de digestibilidade (14, 36, 60 e 80 semanas) para determinação da energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida das dietas e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes. Conclui-se que a suplementação de xilanase em dietas de poedeiras com redução de 100 kcal/kg de energia metabolizável promove melhor formação da mucosa intestinal e o fornecimento de dietas com níveis de energia adequados associadas à suplementação de xilanase proporciona valores de energia metabolizável (EMA) e energia metabolizável corrigida (EMAn) superiores em relação aos valores obtidos

com dietas sem suplementação de enzima para fase de postura. Além disso, a adição de xilanase em dietas de poedeiras comerciais, a base de milho e soja possibilita a redução do nível de energia da dieta sem prejudicar o desempenho das aves.

Palavras-chave: altura de vilo, energia metabolizável, produção de ovos, qualidade externa e interna de ovos, uniformidade do lote

ABSTRACT

SOUZA, KMR. **Reduction of energy and xylanase supplementation in diets of laying hens from 02 to 80 weeks.** 2011. 126 f. Thesis (Doctorate) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

The use of enzymes as feed additives for laying hens can increase the digestibility of nutrients present in diet. Thus, the objective was to evaluate the effects of xylanase enzyme supplementation in diets of laying hens based corn and soybean on performance, gut morphology and increased energy diet. Were used 400 layers of Hy-line W36 with two weeks of age fed experimental diets until 80 weeks of age. The birds were distributed to a completely randomized design in a 2x2 factorial (including energy level x xylanase), totaling four treatments with 10 replicates of 10 birds each. The treatments were: positive control (balanced diet to the age), positive control + xylanase, negative control (diet with a reduction of 100 kcal/kg ME) and negative control + xylanase. In phase of rearing (2 to 6 and 7 to 17 weeks), evaluations were made for body weight, weight gain, feed intake, feed conversion, livability and uniformity. At six and 16 weeks were collected fragments intestine of portions duodenum, jejunum and ileum for measurement of villus height and crypt depth. During the laying phase (18 to 80 weeks) were evaluated performance characteristics (weight gain, feed intake, production, weight and egg mass, feed conversion and livability). Were also conducted four assays of digestibility (14, 36, 60 and 80 weeks) to determine the apparent metabolizable energy and apparent metabolizable energy corrected, coefficients of metabolization of diet nutrients. It was concluded that supplementation xylanase in diets of laying hens with reduction of 100 kcal/kg of metabolizable energy promotes better formation of the intestinal mucosa and compensates for the reduction of dietary energy, providing metabolizable energy and feeding diets with energy levels associated with adequate supplementation of xylanase provide values metabolizable energy and corrected metabolizable energy above to the values obtained with diets without supplementation enzyme to the production phase. Furthermore, the addition of xylanase in diets for laying hens,

based corn and soybeans, allows reduction in the level of dietary energy without damaging the performance of birds.

Keywords: egg production, external and internal quality of eggs, metabolizable energy, uniformity of the flots, villi height

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Gaiolas metálicas para alojamento das poedeiras na fase de cria.....	41
Figura 2 -	Termohigrômetro utilizado para monitoramento térmico do ambiente.....	43
Figura 3 -	Processo de debicagem (a) e aves debicadas aos 10 dias de idade (b).....	45
Figura 4 -	Vacinação ocular.....	45
Figura 5 -	Representação da separação das porções do intestino.....	45
Figura 6 -	Medição de altura de vilo e profundidade de cripta da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade.....	46
Figura 7 -	Gaiolas metálicas para alojamento das poedeiras na fase de recria.....	58
Figura 8 -	Debicagem de poedeira aos 49 dias de idade.....	61
Figura 9 -	Vacinação pelas vias de aplicação intramuscular (a) e membrana da asa (b).....	62
Figura 10 -	Vista externa (a) e interna (b) do Galpão de Postura da FZEA.....	72
Figura 11 -	Avaliação das características de qualidade externa. (a) Identificação. (b) Medição de altura do ovo. (c) Medição do diâmetro do ovo. (d) Pesagem do ovo. (e) Determinação da densidade aparente. (f) Lavagem de casca. (g) secagem de casca. (h) Pesagem de casca. (i) Medição de espessura de casca.....	77
Figura 12 -	Avaliação das características de qualidade interna. (a) Medição de altura de albúmen. (b) Medição de diâmetro de gema. (c) Medição altura de gema. (d) Determinação da cor de gema.....	78
Figura 13 -	Procedimento para coleta total de excretas. (a) Excretas sobre bandeja para limpeza (retirada de penas). (b) Excretas depois de retirada de sujidades e identificadas para serem congeladas.....	110
Figura 14 -	Preparo de amostra. (a) Excretas descongeladas. (b) Excretas homogenizadas por repetição. (c) Amostras em duplicatas para serem levadas à estufa. (d) amostras pré-secas em estufa de ventilação forçada à 55°C.....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Dietas experimentais.....	42
Tabela 2 -	Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 2 a 6 semanas de idade.....	44
Tabela 3 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de agosto a setembro de 2009 (2 a 6 semanas).....	44
Tabela 4 -	Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 2 a 6 semanas de idade.....	48
Tabela 5 -	Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 2 a 6 semanas de idade.....	49
Tabela 6 -	Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 2 a 6 semanas de idade ¹	50
Tabela 7 -	Desdobramento para consumo de ração (g/ave) de poedeiras submetidas a contendo xilanase no período de 2 a 6 semanas de idade.....	50
Tabela 8 -	Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de duodeno da mucosa intestinal de poedeiras com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	52
Tabela 9 -	Desdobramento para altura de vilo e relação vilo:cripta de duodeno da mucosa intestinal de poedeiras com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	52
Tabela 10 -	Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de jejuno da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	53
Tabela 11 -	Desdobramento para profundidade de cripta e relação vilo:cripta de jejuno da mucosa intestinal de poedeiras com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	53
Tabela 12 -	Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo;cripta de íleo da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	54

Tabela 13 -	Desdobramento para altura de vilo de íleo da mucosa intestinal de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 2 a 6 semanas de idade.....	54
Tabela 14 -	Dietas experimentais de 7 a 17 semanas de idade.....	58
Tabela 15 -	Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 7 a 12 semanas de idade.....	59
Tabela 16 -	Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 13 a 17 semanas de idade.....	60
Tabela 17 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de setembro a novembro de 2009 (7 a 12 semanas).....	60
Tabela 18 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de novembro a dezembro de 2009 (13 a 17 semanas).....	61
Tabela 19 -	Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 7 a 17 semanas de idade.....	64
Tabela 20 -	Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 7 a 17 semanas de idade.....	64
Tabela 21 -	Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 7 a 12 semanas de idade.....	65
Tabela 22 -	Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 13 a 17 semanas de idade.....	66
Tabela 23 -	Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de duodeno mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	67
Tabela 24 -	Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de jejuno mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	67
Tabela 25 -	Desdobramento para altura de vilo e relação vilo:cripta de jejuno da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	68

Tabela 26 -	Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de íleo de mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	68
Tabela 27 -	Desdobramento para altura de vilo e profundidade de cripta de íleo da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	69
Tabela 28 -	Dietas experimentais 18 a 32 semanas de idade	73
Tabela 29 -	Dietas experimentais 33 a 40 semanas de idade.....	73
Tabela 30 -	Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais de 18 a 32 semanas de idade.....	74
Tabela 31 -	Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais de 33 a 40 semanas de idade.....	75
Tabela 32 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de dezembro de 2009 a março de 2010 (18 a 32 semanas).....	76
Tabela 33 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de março a maio de 2010 (33 a 40 semanas).....	76
Tabela 34 -	Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 18 a 32 semanas de idade.....	80
Tabela 35 -	Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 33 a 40 semanas de idade.....	80
Tabela 36 -	Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 18 a 40 semanas de idade.....	81
Tabela 37 -	Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 18 a 32 semanas de idade.....	82
Tabela 38 -	Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade.....	83
Tabela 39 -	Desdobramento para conversão alimentar (g:g de massa) de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade.....	83

Tabela 40 -	Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 18 a 32 semanas idade.....	84
Tabela 41 -	Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade.....	85
Tabela 42 -	Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 18 a 32 semanas de idade.....	86
Tabela 43 -	Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade.....	86
Tabela 44 -	Dietas experimentais de 41 a 80 semanas.....	89
Tabela 45 -	Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais de 41 a 80 semanas de idade.....	91
Tabela 46 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de maio a junho de 2010 (40 a 45 semanas).....	91
Tabela 47 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de junho a setembro de 2010 (46 a 59 semanas).....	92
Tabela 48 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de setembro a dezembro de 2010 (60 a 71 semanas).....	92
Tabela 49 -	Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011 (72 a 80 semanas).....	93
Tabela 50 -	Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 41 a 60 semanas de idade.....	95
Tabela 51 -	Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 61 a 80 semanas de idade.....	95
Tabela 52 -	Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 41 a 60 semanas de idade.....	96

Tabela 53 - Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 61 a 80 semanas de idade.....	96
Tabela 54 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade.....	97
Tabela 55 - Desdobramento para produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade.....	97
Tabela 56 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade.....	99
Tabela 57 - Desdobramento para consumo de ração, produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade.....	100
Tabela 58 - Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade.....	101
Tabela 59 - Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade.....	102
Tabela 60 - Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade.....	102
Tabela 61 - Desdobramento para índice e cor de gema de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade.....	103
Tabela 62 - Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade.....	103
Tabela 63 - Dietas experimentais.....	107
Tabela 64 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais para o ensaio de 14 semanas de idade.....	108

Tabela 65 - Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais para os ensaios de 36, 60 e 80 semanas de idade.....	109
Tabela 66 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas durante os ensaios de digestibilidade.....	109
Tabela 67 - Peso corporal (g), no início do período de coleta de excretas, de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase.....	110
Tabela 68 - CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAn e BN de poedeiras de 14 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	112
Tabela 69 - Desdobramento para EMA e EMAn determinadas com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 14 semanas de idade.....	112
Tabela 70 - CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAn e BN de poedeiras de 36 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	113
Tabela 71 - Desdobramento para CMMS, CMPB, EMAn e BN determinados com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase à 36 semanas de idade.....	114
Tabela 72 - CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAn e BN de poedeiras de 60 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	115
Tabela 73 - Desdobramento para EMA e EMAn determinadas com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 60 semanas de idade.....	115
Tabela 74 - CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAn e BN de poedeiras de 80 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase.....	117
Tabela 75 - Desdobramento para CMEB, EMA e EMAn determinadas com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 80 semanas de idade.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AO	Altura de ovo
BN	Balanço de nitrogênio
BXU	Unidades de beta-xilanase
CA	Conversão alimentar
CG	Cor de gema
cm	Centímetro
CMEB	Coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta
CMEE	Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo
CMMS	Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMPB	Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
CMS	Consumo de matéria seca
CN	Controle negativo
CP	Controle positivo
CR	Consumo de ração
CS	Porcentagem de casca
d	Dia
DA	Densidade aparente
DO	Diâmetro de ovo
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
EMA	Energia metabolizável aparente
EMAn	Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio
EN	Energia
EXI	Exigida
EZ	Enzima
FCAV	Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
g	Gramas
GLM	General Linear Model
GP	Ganho de peso

h	Horas
H ₂ O	Água
IG	Índice de gema
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
LMMD	Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento
µm	Micrômetro
min	Minuto
mL	Mililitro
MO	Massa de ovo
MS	Matéria seca
NRC	National Research Council
PA	Porcentagem de albúmen
PC	Peso corporal
PD	Produção de ovos
PG	Porcentagem de gema
PNA	Polissacarídeos não-amídicos
PO	Peso de ovo
RED	Reduzida
SAS	Statistical Analysis System
t	Tonelada
UH	Unidade Haugh
UM	Umidade
UN	Uniformidade
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo
VC	Viabilidade criatória

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
~	Aproximadamente
α	Alfa
β	Beta
X	Multiplicação
+	Soma
®	Marca registrada
$\pm$	Mais ou menos
°	Graus
°C	Graus Celsius
<	Menor que
>	Maior que
=	Igual

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xxi
LISTA DE SÍMBOLOS	xxiii
SUMÁRIO	xxiv
1 INTRODUÇÃO	26
1.1 Objetivo geral	27
1.2 Objetivos específicos	27
2 REVISÃO DA LITERATURA	28
2.1 Energia metabolizável na alimentação de aves	28
2.2 Valor nutricional do milho	31
2.3 Enzimas exógenas em dietas para aves.....	33
2.4 Alterações do trato gastrointestinal com suplementação de enzimas	37
3 DESEMPENHO E MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE NA FASE DE CRIA.....	40
3.1 Introdução	40
3.2 Material e métodos	41
3.3 Resultados e discussão.....	46
3.4 Conclusão	55
4 DESEMPENHO E MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO ENZIMA XILANASE NA FASE DE RECRIA	56
4.1 Introdução	56
4.2 Material e métodos.....	57
4.3 Resultados e discussão	62
4.4 Conclusão	69
5 DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE NO PERÍODO DE 18 A 40 SEMANAS DE IDADE	71

5.1 Introdução	71
5.2 Material e métodos.....	72
5.3 Resultados e discussão	78
5.4 Conclusão	87
6 DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO ENZIMA XILANASE NO PERÍODO DE 41 A 80 SEMANAS DE IDADE	88
6.1 Introdução	88
6.2 Material e métodos.....	89
6.3 Resultados e discussão	93
6.4 Conclusão	104
7 INCREMENTO DE ENERGIA E COEFICIENTES DE METABOLIZABILIDADE DETERMINADOS COM POEDEIRAS COMERCIAIS DE 14, 36, 60 E 80 SEMANAS DE IDADE SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO ENZIMA XILANASE	105
7.1 Introdução	105
7.2 Material e métodos.....	106
7.3 Resultados e discussão	111
7.4 Conclusão	118
8 CONCLUSÕES	119
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120

1 INTRODUÇÃO

Tem-se constatado que a utilização de enzimas como aditivos na nutrição animal está se consolidando, sendo já uma prática rotineira na Europa, principalmente devido ao intenso uso de grãos que conferem maior viscosidade no intestino (trigo, centeio, aveia e cevada).

O grupo denominado genericamente de enzimas para PNA (polissacarídeos não-amídicos) vem sendo incorporado gradativamente nas rotinas de formulações no Brasil e nesta classe de enzimas tem sido incluídos produtos enzimáticos isolados (xilanases, glucanases, dentre outras) e suas misturas ou associações. As xilanases são enzimas utilizadas na nutrição de monogástricos para potencializar a digestão de polissacarídeos contidos no interior das células vegetais e não acessíveis à ação das secreções endógenas devido a inabilidade das aves e suínos em romper as paredes celulares vegetais, desta forma, este conteúdo intra-celular de PNA é uma forma de nutrientes não passível de digestão pelas aves e suínos.

A avicultura industrial brasileira se notabiliza pela alta competitividade no setor produtivo, propiciando a produção, tanto de ovos como de carne, com baixos custos, o que transformam estes produtos em fontes protéicas acessíveis e extremamente importantes para a alimentação da população. A utilização de enzimas como aditivos na produção de ração para poedeiras comerciais, possibilita o aumento da digestibilidade dos nutrientes dos ingredientes da ração, reduzindo necessidade de aporte de ingredientes de alto custo de inclusão na formulação, como óleo degomado. Dessa forma, a inclusão de enzimas na ração para poedeiras possibilitaria reduzir o custo de produção, através da redução do custo de alimentação, sem prejudicar o desempenho das aves.

Além desta redução no custo de formulação, a inclusão de enzimas possibilita manter maior uniformidade do lote trabalhado (aves com pesos e condições corporais mais próximas entre si), o que também pode se refletir em melhoria nos níveis de produção por possibilitar que o volume de ração e nutrientes fornecidos às aves estejam mais próximos de sua real exigência nutricional.

1.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da redução da energia da dieta e da inclusão de xilanase em dietas de poedeiras comerciais de duas a 80 semanas de idade sobre características de desempenho, qualidade de ovos e incremento de energia da dieta.

1.2 Objetivos específicos

a) Avaliar características de desempenho de poedeiras comerciais através da determinação do ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade, uniformidade nas fases de cria e recria, e respostas histomorfométricas pela medida de altura de vilos, profundidade de criptas dos segmentos intestinais das poedeiras nas idades de 6 e 16 semanas;

b) Avaliar características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, produção, peso e massa de ovos, conversão alimentar, viabilidade), qualidade externa (altura e diâmetro de ovo, densidade aparente, porcentagem e espessura de casca) e qualidade interna (Unidade Haugh, porcentagem, índice e cor de gema e porcentagem de albúmen) de poedeiras comerciais submetidas a dietas com redução de energia e contendo xilanase na fase de postura (18 a 80 semanas);

c) Determinar a energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo de dietas contendo xilanase.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Energia metabolizável na alimentação de aves

A energia é o principal componente nutricional que influencia o desempenho da ave. Não é um nutriente, mas resulta da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo. Pode-se dizer que a energia é liberada como calor ou é armazenada para posterior uso pelos processos metabólicos dos animais (NRC, 1994).

Vários nutrientes ou compostos de uma ração fornecem energia, principalmente carboidratos (amido e açúcares) e gorduras. Eventualmente, quando consumida em excesso, a proteína pode ser utilizada pela ave como fonte de energia, da mesma forma, quando alimentos são ingeridos em grande quantidade, o excesso pode ser depositado em forma de gordura (ENGLERT, 1998).

A energia é um dos fatores limitantes do consumo, sendo utilizada nos mais diferentes processos que envolvem desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (FISCHER et al., 1998). O nível de energia pode ser utilizado como um ponto de partida para formulação das dietas, servindo de base para fixação dos níveis de outros nutrientes como proteína bruta, aminoácidos, ácidos graxos e minerais. Uma vez que a relação nutriente:energia é pré-determinada, o consumo de nutrientes pode ser regulado (FISCHER et al., 1998).

No entanto, a efetividade desse método de formulação de rações (baseado na relação nutriente:energia) é dependente da precisão obtida nas determinações dos valores de energia metabolizável dos alimentos, a qual representa a energia disponível dos alimentos para as aves. Muitos fatores podem causar variações nas determinações dos valores de energia metabolizável de um mesmo alimento, tais como idade e linhagem da ave, processamento da dieta, granulometria, variações da amostragem do alimento e métodos de determinação (BORGES, 2005).

A energia total de um alimento não é completamente aproveitada pela ave, pois parte dessa energia se perde com as fezes e a urina (NUNES, 1998). Além disso, durante a partição da energia no organismo, ocorrem perdas que aparecem na forma de calor (incremento calórico), o qual, dependendo da condição ambiental, é utilizado para aquecer o corpo ou é dissipado para o ambiente (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

A ave direcionará a energia metabolizada, preferencialmente para manutenção do organismo e diminuirá a produção, seja de carne ou ovos, se o aporte for insuficiente. A exigência de energia das poedeiras está condicionada a fatores como peso corporal, ganho de peso, produção de massa de ovos, nível de empenamento, temperatura ambiente, entre outros como composição corporal (linhagem), do ovo e eficiência de utilização de nutrientes da dieta para deposição em tecido corporal e em ovo (FARIA; SANTOS, 2005).

Uma dieta deficiente em energia poderá resultar em diminuição no crescimento da ave, bem como queda de postura e perda de peso, por outro lado, a produção de ovos, aumenta rapidamente quando se eleva o nível de energia metabolizável da dieta, ao passo que níveis crescentes de proteína poderão influenciar a produção de ovos, quando o consumo de energia for baixo (LEESON; SUMMERS, 1997).

Dietas com nível de energia reduzido poderão proporcionar um acréscimo no consumo de ração pela ave até que a exigência em energia seja atendida (MORRIS, 2004). Entretanto, poedeiras podem ajustar o consumo de energia metabolizável se dietas fornecerem aproximadamente 2.750 kcal de EM/kg, sendo que níveis superiores podem resultar em consumo excessivo de energia (MORRIS, 1968).

A redução de 14 kcal de energia metabolizável pode acarretar aumento de 1% no consumo de poedeiras comerciais, verificando-se ainda que galinhas alimentadas com dieta de baixa energia (2.519 kcal/kg) consomem 8,5% de ração a mais que aves submetidas à dieta com 2.798 kcal de EM/kg (HARMS; RUSSEL; SLOAN, 2000). Por outro lado, dietas que variam o nível de energia entre 2.645 e 2.791 kcal de EM/kg não promovem alterações no desempenho de poedeiras comerciais (PEGURI; COON, 1991).

O excesso de consumo de energia é armazenado principalmente como gordura que resulta em aumento de peso corporal, sendo que o peso excessivo de uma reprodutora, por exemplo, está correlacionado negativamente à produção de ovos/ave/dia, à fertilidade e à eclodibilidade (LEESON; SUMMERS, 2001).

O fornecimento de energia em excesso poderá acarretar em superovulação, aumentando a produção de ovos de duas gemas. Por outro lado, outros óvulos serão reabsorvidos na cavidade abdominal, podendo comprometer a postura da ave por vários dias. O recomendado é que poedeiras no início de produção estejam no

peso padrão da linhagem para respectiva idade ou ligeiramente acima para que o aumento da massa corporal com o avanço da idade atue como fonte adicional de energia (LEESON; SUMMERS, 2001).

Uma das alternativas ao consumo de energia em excesso é a restrição da quantidade de ração fornecida. É possível restringir o consumo de energia das poedeiras em aproximadamente 10% do consumo à vontade sem reduzir o desempenho produtivo, indicando que o maior consumo de energia em condições de alimentação à vontade é desnecessário (BALNAVE; FARRELL; CUMMING, 1978). A redução em 7% no fornecimento de ração em relação ao consumo à vontade, possibilita diminuir os custos com alimentação sem prejudicar o desempenho das aves (SAKOMURA et al., 1993).

Por outro lado, o aumento do valor energético das dietas provoca redução no consumo de ração (ROSA et al., 1997). O consumo de aves alimentadas com dietas de alta energia (3.078 kcal/kg) foi 15% menor quando comparado ao consumo de ração de poedeiras submetidas a dieta com 2.798 kcal de EM/kg, e o peso dos ovos de galinhas que receberam ração formulada com nível elevado de energia (3.078 kcal/kg) foi maior em relação a ovos de galinhas alimentadas com dietas de menor densidade energética (2.519 kcal/kg) (HARMS; RUSSEL; SLOAN, 2000).

Aves regulam o consumo de energia quando lhes são oferecidas dietas contendo diferentes concentrações energéticas e, mantendo-se um equilíbrio adequado entre o nível energético e os nutrientes da dieta, há melhora substancial no crescimento e na eficiência alimentar (ROSA et al., 1997). No entanto, quando o balanço nutricional é obtido com dietas de baixa densidade (2.465 kcal/kg e 15% PB), as poedeiras modernas parecem ter melhor desempenho (LEESON; SUMMERS; CASTON, 2001).

Contudo, as linhagens modernas de postura têm características diferenciadas que fazem com que haja necessidade de determinar as exigências nutricionais específicas para cada fase. Porém, em virtude dessas características, muitas vezes as dificuldades em atingir os padrões desejados de peso corporal ou consumo de ração exigem interferências nas densidades nutricionais dos alimentos ou formulações específicas (STRINGHINI et al., 2005).

2.2 Valor nutricional do milho

O milho, utilizado principalmente como fonte de energia, tornou-se o ingrediente de maior importância em dietas de aves, sendo observada variação na composição nutricional desse alimento, principalmente em relação aos elementos proteína, fibra, gordura e aminoácidos (SONG et al., 2004). A composição química e concomitantemente o valor nutricional do milho é variável e dependente do cultivar, condições de crescimento, temperatura, estrutura do amido, matriz de lipídios/proteína/amido e a presença de vários fatores anti-nutricionais (COLLINS; MORAN; STILBORN, 2001).

Embora seja um ingrediente que represente uma excelente fonte de energia metabolizável para aves e que fornece aproximadamente 20% de proteínas em dietas da fase inicial de frangos de corte (COWIESON, 2005), o milho possui balanço deficiente de aminoácidos (PETER et al., 2000). Contém baixa concentração de proteína bruta (~8%) comparado ao trigo e cevada (~11%), alto teor de energia devido ao elevado conteúdo de amido (WEURDING et al., 2001) e baixa concentração de PNA (CHOCT, 2010).

De fato, o milho contém apenas 1% de polissacarídeos não-amídicos solúveis, principalmente arabinoxilanos comparado com 24, 45 e 46% para trigo, cevada e centeio, respectivamente (CHOCT, 2010). Entretanto, mesmo que considerado um ingrediente de fácil digestão, existem evidências para presença de amido resistente à digestão, podendo limitar o valor de energia do milho (COWIESON, 2005).

O amido do milho é composto por amilose e amilopectina, os quais são constituídos por polímero semi-cristalino de D-glicose com ligações glicosídicas $\alpha(1-4)$ e $\alpha(1-6)$ contribuindo com aproximadamente 60% da energia metabolizável aparente das dietas de aves (CARRÉ, 2004). Dessa forma, pequenas diferenças na digestibilidade do amido podem ter um impacto substancial sobre o conteúdo de energia metabolizável aparente.

O tamanho dos grãos de amido do milho varia entre 2-30 μm (TESTER; KARKALAS; QI, 2004), sendo um importante fator na determinação da energia do amido, uma vez que grãos menores, devido a maior área de superfície, possuem melhor potencial de hidrólise pela amilase endógena (CARRÉ, 2004).

A digestão do amido pelas aves é um processo relativamente simples e caracterizado por um alto potencial enzimático. Parte da hidrólise do amido acontece no papo e proventrículo pela ação da α -amilase endógena, embora a maior parte da digestão ocorra no duodeno pela ação da amilase pancreática (TESTER; KARKALAS; QI, 2004). No entanto, considera-se geralmente que a hidrólise inicial do amido insolúvel em água é limitante da digestão (CARRÉ, 2004).

Uma proporção variável do amido do milho pode ser dita como resistente à digestão, podendo ser dividido em três categorias: a primeira inclui amido que escapam da digestão devido à associação ou encapsulamento com outros componentes dos alimentos como carboidratos ou proteínas (BROWN, 1996); a segunda categoria, refere-se à resistência ocasionada pela estrutura e conformação dos grãos de amido (TESTER; KARKALAS; QI, 2004) e a terceira inclui os efeitos do processamento por tratamento térmico pelo qual o amido foi submetido (BROWN, 1996). Há descrição de uma quarta categoria em que ocorre formação de novas ligações químicas (outras além de $\alpha(1-4)$ e $\alpha(1-6)$), através de modificação química, tal como ligação cruzada, esterificação e eterificação (TESTER; KARKALAS; QI, 2004). Essas categorias de amidos resistentes estão presentes em sua distribuição e ocorrem em graus variados no milho.

Basicamente três enzimas estão envolvidas no processo de digestão de amido: α -amilase, maltase e isomaltase (CARRÉ, 2004; TESTER; KARKALAS; QI, 2004). Os produtos da hidrólise do amido pela α -amilase incluem maltose e dextrinas, as quais não podem ser absorvidas diretamente no intestino delgado e necessitam ser mais despolimerizadas pelas enzimas maltase e isomaltase da borda em escova (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

Maltase e isomaltase não são secretadas diretamente no lúmen intestinal, mas estão associadas com as membranas das microvilosidades intestinais, sendo somente 5% da atividade da maltase e isomaltase no intestino de aves acontece no lúmen (TESTER; KARKALAS; QI, 2004). Dessa forma, a produção e local restrito de ação da maltase e isomaltase endógena pode limitar o rendimento de energia do amido, particularmente em aves jovens (SKLAN et al., 2003) ou nos casos em que o conteúdo do alimento no trato gastrointestinal é fisicamente restrito (TAKAHASHI; GOTO; SAKATA, 2004).

A digestão do amido poderia ser definida como a hidrólise completa resultando em monômeros de glicose e conseqüentemente a absorção desses monômeros através das vilosidades das células epiteliais. Na realidade, nem todo amido ingerido é diretamente digerido pelo animal (SVIHUS, 2001), uma parte é utilizada na porção distal do trato gastrointestinal pela microflora, fornecendo energia ao animal de forma indireta pela produção de ácidos graxos voláteis.

Dessa forma, dificilmente a digestão do amido é mensurada precisamente e isso é encontrado na literatura, não como a digestão por si, mas como o desaparecimento do amido. A variação na energia metabolizável aparente do milho, ou de dietas que contenham milho, pode não ser bem explicada pelos coeficientes de digestibilidade devido ao desaparecimento do amido que necessariamente não resulta em energia aproveitada pela ave (COWIESON, 2005). Em aves muito jovens, é possível que as enzimas necessárias para uma digestão eficiente, estejam limitadas, reduzindo o potencial da ave de ganhar energia através da digestão do amido (SKLAN et al., 2003), resultando em uma fonte de energia para a microflora transitória e residente com efeitos desconhecidos (APAJALAHTI; KETUNEN; GRAHAM, 2004).

Além disso, possivelmente quando toda glicose provém da digestão do amido pode exceder a capacidade de absorção. Isso pode ser particularmente relevante quando a taxa de passagem do alimento é elevada (CARRÉ, 2004), nos casos onde o sódio é limitante para o transporte ativo, ou se carboidratos como a xilose estão presentes na digesta, o qual é prontamente absorvido e pode competir com a glicose durante o transporte ativo, reduzindo o valor de energia da dieta (APAJALAHTI; KETUNEN; GRAHAM, 2004). Assim, a variação na concentração dos inibidores de amilase, amido resistente, fitato e outros fatores anti-nutricionais influenciarão diretamente no valor de energia do milho para aves (COWIESON, 2005).

2.3 Enzimas exógenas em dietas para aves

As dietas de aves e suínos são constituídas basicamente de vegetais, que podem conter níveis variados de celulose. A celulose é o principal polímero estrutural de plantas, constituída de cadeias lineares de unidades de glicose, sendo um dos compostos orgânicos mais abundantes da biosfera (ARAUJO, 2005). Sua

molécula não apresenta ramificações e as glicoses nela contidas são unidas por ligações $\beta(1-4)$, permitindo a formação de cadeias longas, com grande capacidade de desenvolvimento de fibras de alta força de tensão (STRYER, 1996), e de difícil hidrólise. Animais superiores não são capazes de produzir celulasas, assim a adição de celulasas exógenas em dietas de aves é bastante interessante para hidrolisar os polissacarídeos e liberar unidades de glicoses, aumentando a energia metabolizável das dietas.

Adição de enzimas exógenas pode melhorar a eficiência de enzimas endógenas através da ação das mesmas em partes anteriormente protegidas, uma vez que, as enzimas exógenas são usadas para degradar diferentes estruturas, principalmente carboidratos estruturais de vegetais, contidos nos ingredientes destinados à alimentação animal e também para atuarem na diminuição da viscosidade da digesta no lúmen intestinal.

O milho é o ingrediente mais utilizado em dietas de aves seguido pela soja, devendo-se otimizar a utilização de nutrientes do milho. A digestibilidade dos nutrientes do milho e da soja é muito elevada, entretanto existem estruturas desses ingredientes que resultam na redução do aproveitamento dos nutrientes pelas aves de produção (COWIESON, 2005).

Polissacarídeos da parede celular das plantas que são utilizados em dietas de aves e suínos possuem uma estrutura mais complexa. Incluem celulose, hemicelulose, pectinas, oligossacarídeos e são denominados de PNA (CHOCT, 1997). As enzimas específicas que têm mostrado benefícios para animais monogástricos são as xilanases para dietas à base de trigo, tritcale e centeio e β -glucanases ou celulasas para dietas à base de cevada e aveia (MARQUARDT et al., 1996).

As xilanases podem ser produzidas comercialmente a partir de alguns microrganismos como *Thermomyces lanuginosus*, *Humicola insolens*, *Aspergillus aculeatus* e *Trichoderma viride*. Essas enzimas podem reduzir a viscosidade intestinal da dieta de aves através da degradação de arabinoxilanos solúveis, aumentando os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e promovendo o melhor desempenho animal (BOROS et al., 2002; CHOCT et al., 2004).

As xilanases foram introduzidas nas dietas no final da década de 1980, principalmente para melhorar o desempenho de aves com inclusão de trigo,

denominados de trigo de baixa energia metabolizável. A suplementação de xilanases em dietas a base de trigo pode proporcionar um valor de energia 6% superior à do milho (GRAHAM; BEDFORD, 2007). Ainda são comumente usadas as amilases, proteases, lipases, galactomananases, galactosidases e ainda as fitases.

β -glucanos são PNA que apresentam ligações glicosídicas mistas β -1,3 e β -1,4 e não são hidrolisados pelas enzimas digestivas de animais superiores (YU; SUN; CHIOU, 2002). A inclusão de enzimas β -glucanases, nas dietas de aves e suínos pode reduzir os efeitos negativos dos β -glucanos contidos em vários ingredientes, como os efeitos do aumento da viscosidade (COSSON et al., 1999). Por atuarem na hidrólise de fibras, reduzem a variabilidade nutricional, promovendo o aumento do desempenho animal e reduzindo a incidência de algumas desordens digestivas (BEDFORD; PATRIDGE, 2001).

As β -glucanases foram adicionadas às rações para aves, permitindo a inclusão de elevados níveis de trigo e cevada, mantendo o desempenho animal e evitando problemas adicionais. De fato, essas enzimas podem aumentar em até 10% o valor energético de cevada e trigo, mantendo o desempenho das aves (GRAHAM; BEDFORD, 2007).

O sucesso das amilases é, dentre outros fatores, devido à utilização de grande biomassa de carboidratos como matéria-prima industrial. Com base na matéria seca, milho, trigo, sorgo e outros grãos de cereal contêm cerca de 60-75% do conteúdo de amido hidrolisável à glicose, que oferece um bom recurso em muitos processos de fermentação (SONI; KAUR; GUPTA, 2003), inclusive na alimentação animal, tendo sua hidrólise e, conseqüentemente a digestibilidade, aumentada com a inclusão de amilases nas dietas destes animais.

Há uma considerável variabilidade das fontes e na qualidade da proteína dos diferentes ingredientes usados nas dietas de monogástricos. Alguns deles apresentam fatores antinutricionais, como as lecitinas e inibidores de tripsinas, que reduzem o coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos. Proteínas originárias de diferentes fontes são utilizadas em variados graus de eficiência pelas espécies animais, sendo a solubilidade e a taxa de hidrólise das proteínas no trato gastrointestinal, especialmente estômago e parte superior do intestino delgado, provavelmente, os primeiros fatores limitantes da digestão de proteínas (YU; LEE; CHIOU, 2002).

A adição de proteases, nesses casos, pode neutralizar os efeitos negativos dos fatores antinutricionais, ou mesmo melhorar a eficiência de utilização de proteínas por animais jovens, por promover maior hidrólise das moléculas (BEDFORD; PATRIDGE, 2001). Proteases podem completar a produção de peptidases endógenas, reduzindo a exigência de aminoácidos e energia (COWIENSON, 2005). Essas enzimas podem hidrolisar antinutrientes à base de proteínas, como as lectinas ou inibidores de tripsina (GHAZI et al., 2002), melhorando a eficiência através da qual a ave utiliza os aminoácidos e proteínas.

Lipídeos ou gorduras não se dissolvem em água, o principal meio onde ocorre os processos orgânicos, incluindo a digestão e a absorção. Estes nutrientes constituem uma grande parte das dietas de carnívoros e de mamíferos recém-nascidos, mas estão em pequena porção nas dietas de herbívoros adultos (CUNNINGHAM, 2004).

Aves jovens, que apresentam trato gastrointestinal em formação, não utilizam eficientemente os lipídeos contidos na dieta, principalmente quando em excesso. Entretanto, muitas vezes, óleos ou gorduras são utilizados nas dietas destes animais e o uso de lipases exógenas pode aumentar a eficiência de utilização e permitir o aumento dos níveis de gordura na ração.

As fitases se destacaram no início dos anos 90, principalmente em resposta à regulamentação ambiental no países como a Holanda, pois são utilizadas principalmente para reduzir a quantidade adicionada de fosfatos minerais e cálcio nas dietas, podendo reduzir os custos com alimentação. Ainda, tem-se observado que a fitase melhora a utilização de minerais, bem como o aproveitamento de energia e proteínas dos ingredientes (GRAHAM; BEDFORD, 2007).

O efeito de enzimas exógenas, particularmente xilanases e β -glucanases, sobre o valor nutritivo de dietas para aves a base de trigo e cevada tem sido bastante esclarecido (BEDFORD; SCHULZE, 1998; ACAMOVIC, 2001). Entretanto, o uso de enzimas exógenas, com exceção da fitase, em dietas a base de milho não recebeu atenção no meio científico, provavelmente porque os principais carboidratos que afetam adversamente o desempenho das aves são os PNA's solúveis em água (ADEOLA; BEDFORD, 2004).

Os PNA's não são encontrados em elevadas quantidades em dietas a base de milho e soja (CHOCT, 2010). No entanto, existem evidências de que o uso de

enzimas exógenas em dietas para aves, a base de milho e soja, pode resultar na melhora do desempenho (ZANELLA et al., 1999; KOCHER et al., 2003).

Um dos mecanismos de ação das enzimas exógenas, relatado para dietas a base de trigo, cevada ou centeio, é a hidrólise de PNA's solúveis em água, podendo reduzir a viscosidade do conteúdo intestinal, melhorando o valor nutritivo da dieta (ADEOLA; BEDFORD, 2004). Esse mecanismo é menos improvável de acontecer para dietas à base de milho, uma vez que a concentração de polissacarídeos não-amídicos solúveis em água é menor do que 1 g/kg (CHOCT, 2010).

Existe um número de mecanismos em potencial pelos quais as enzimas exógenas melhoram o valor nutritivo do milho e conseqüentemente de dietas a base de milho e soja. Enzimas podem hidrolisar polissacarídeos que impedem a digestão de grãos de amido ou proteína, tornando esses compostos disponíveis para digestão pela ação de enzimas endógenas (BEDFORD, 1996).

Isso sugere que, embora a viscosidade, por si só provavelmente não será grande problema, a utilização de xilanase pode ter efeitos benéficos em dietas de milho/soja para aves, talvez pela melhoria nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, provavelmente mediado por alterações na arquitetura da parede celular atingida por hidrólise de arabinoxilanos estruturalmente importantes, que podem liberar nutrientes encapsulados (COWIESON, 2005).

2.4 Alterações do trato gastrointestinal com suplementação de enzimas

Observa-se considerável variação quanto ao comprimento do trato digestório, em função do tipo de alimentação, e uma vez que as propriedades do intestino delgado estão associadas às características histológicas, tem-se, por exemplo que a mucosa intestinal diminui a espessura em função da altura dos vilos e profundidade da cripta (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura ou densidade dos vilos o que corresponde ao maior numero de células epiteliais e conseqüentemente ao acréscimo na capacidade digestiva e absorativa do intestino. Para favorecer um desses processos pode ocorrer modificação na altura dos vilos em resposta a ação de um agente estimulador, desequilibrando a taxa de renovação celular.

A taxa de digestão e absorção intestinal estão diretamente relacionadas com as taxas de proliferação e diferenciação celular, pois quanto maiores os vilos e sua densidade, maiores serão as áreas de digestão e absorção, sendo que em mamíferos, à medida que as células indiferenciadas presentes nas criptas sofrem mitoses, as células resultantes vão sendo deslocadas das criptas para a região basal dos vilos, onde elas se diferenciam, perdendo assim, sua capacidade mitótica (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Os cereais, utilizados principalmente como fonte de energia, constituem elevada proporção das dietas das aves, podendo afetar as funções intestinais mais ativamente que os demais ingredientes (SHAKOURI et al., 2009). Entretanto, os efeitos antinutricionais dos PNA's, presentes em cereais como trigo, centeio e cevada, são atribuídos ao aumento da viscosidade da digesta intestinal (CHOCT, 2010). Os PNA's arabinosilanos e β -glucanos presentes no endosperma das paredes celulares de centeio foram identificados como uma das principais causas da baixa taxa de crescimento e digestibilidade de nutrientes (WARD; MARQUARDT, 1987) em frangos de corte.

O aumento da viscosidade da digesta dificulta a ação de enzimas oriundas de secreções enzimáticas e intestinais, promovendo uma digestão ineficiente dos alimentos (JARONI et al., 1999a). Por outro lado, os PNA's solúveis podem agir diretamente através do aumento da excreção de ácidos biliares (GARCIA-DIEZ et al. 1996), ou indiretamente através da microflora intestinal, afetando a morfologia da mucosa do intestino delgado (SOUTHON; GEE; JOHNSON, 1987).

Além disso, microrganismos que geralmente seriam encontrados em grandes quantidades nos cecos das aves tendem a migrar para o intestino delgado onde é o lugar de maior absorção de nutrientes (CAMPBELL; BEDFORD, 1992). Dessa forma, alta carga bacteriana poderia irritar a mucosa do intestino e resultar em um revestimento mais espesso e microvilosidades danificadas e conseqüentemente em redução da absorção de nutrientes (VISEK, 1978). Aves submetidas a dietas a base de cevada apresentaram encurtamento, espessamento e atrofia das vilosidades do epitélio intestinal quando comparadas com vilosidades de aves que receberam dietas a base de milho e soja (VIVEROS et al., 1994).

O aumento dos órgãos digestivos é um dos efeitos observados com a presença de ingredientes ricos em PNA solúvel. Isso poderia ter implicações para a

economia de proteína da ave, ou seja, a síntese de mais proteínas voltada para o crescimento de órgãos e secreção de enzimas, pode proporcionar redução na disponibilidade de proteína para o crescimento de tecido magro ou produção de ovos (JARONI et al., 1999a).

Nesse contexto, a suplementação de enzimas tem desempenhado um papel importante na redução da viscosidade, proporcionando melhor desenvolvimento da morfologia da parede do intestino delgado (YASAR; FORBES, 2000) e conseqüentemente, melhorando a digestibilidade e aumentando a taxa de absorção de nutrientes (WARD, 1996). Estudos tem demonstrado que os efeitos negativos dos arabinoxilanos solúveis podem ser eliminados por hidrólise parcial da fibra na presença de alta atividade de xilanase (CLASSEN; BEDFORD, 1991). Com a suplementação de enzimas nas dietas de aves, tem-se observado menor quantidade de nutrientes no íleo e cecos que estariam disponíveis como fonte de energia bacteriana devido a melhor absorção de nutrientes na parte proximal do intestino (APAJALAHTI; KETTUNEN; GRAHAM, 2004).

Contudo, a suplementação de enzimas exógenas, tem-se mostrado eficiente na redução da população microbiana no trato gastrintestinal (CHOCT et al., 1995) e, portanto na eliminação dos efeitos negativos a ela associados, tais como atrofia das vilosidades intestinais, aumento dos órgãos digestivos e do tamanho do trato gastrintestinal (VIVEROS et al., 1994).

3 DESEMPENHO E MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE NA FASE DE CRIA

3.1 Introdução

A evolução genética das poedeiras proporcionou o surgimento de aves mais produtivas, com menor peso corporal e baixo consumo de ração. O grande desafio na avicultura está no domínio do dinamismo da genética que tornaram as aves muito mais exigentes, principalmente sob o aspecto nutricional. A fase inicial ou fase de cria pode ser considerada a mais sensível da criação, sendo que um manejo nutricional adequado durante o crescimento de uma poedeira será fundamental para o desempenho produtivo durante a postura.

Nesse contexto, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficazes e econômicas, visto que a alimentação constitui o item de maior custo na produção de aves. Melhorias em eficiência energética devem ser direcionadas para máxima utilização dos nutrientes de alimentos tradicionais e alternativos (JARONI et al., 1999b).

O milho está presente em maior proporção na alimentação de aves, portanto deve-se otimizar a utilização dos nutrientes desse ingrediente. Embora seja considerado de fácil digestão pelas aves, existem evidências que a presença de amidos resistentes pode limitar o valor de energia do milho (WEURDING et al., 2001). Dessa forma, a suplementação de dietas com enzimas exógenas pode contribuir para adequar sistemas de alimentação na nutrição de aves.

A utilização de enzimas exógenas em dietas de poedeiras comerciais pode resultar em melhor desempenho na fase de crescimento, uniformidade do lote, bem como redução de elementos nas excretas, caracterizando menor poluição ambiental (OLUKOSI; COWIESON; ADEOLA, 2008). As xilanases são enzimas utilizadas na nutrição de monogástricos para potencializar a digestão de polissacarídeos contidos no interior das células vegetais e não acessíveis à ação das secreções endógenas devido à inabilidade das aves e suínos em romper as paredes celulares vegetais.

Com isso, a suplementação de enzimas exógenas nas dietas, pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes e a eficiência de utilização dos alimentos, bem como a utilização do amido e da proteína, reduz a ação dos inibidores de crescimento e

auxilia as enzimas endógenas nos processos digestivos (NUNES et al., 2007). Além disso, algumas enzimas parecem estar relacionadas com a modulação da microflora intestinal e consequentemente com a morfologia estrutural dos vilos. Nesse contexto, a suplementação de xilanase pode alterar o desenvolvimento da microflora intestinal, incluindo aquelas associadas à mucosa (HUBENER; VAHJEN; SIMON, 2002).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução do nível de energia e da inclusão de xilanase sobre desempenho e morfometria da mucosa intestinal de poedeiras comerciais no período de 2 a 6 semanas de idade.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Galpão Aviário 1 do Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) no período de agosto a setembro de 2009. Foram utilizadas 400 poedeiras comerciais, no período de duas a seis semanas de idade, da linhagem Hy-line variedade W36 alojadas em gaiolas metálicas (1,00 x 0,50 x 0,60 m) dispostas em bateria, munidas de comedouro frontal interno e bebedouro tipo *nipple* (Figura 1). O aquecimento do ambiente foi realizado por campânulas a gás.

Figura 1 - Gaiolas metálicas para alojamento das poedeiras na fase de cria

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (nível de energia x inclusão de xilanase), totalizando quatro tratamentos com 10 repetições de 10 aves cada. Os tratamentos foram: controle positivo (dieta balanceada para respectiva idade = exigida); controle positivo+xilanase; controle negativo (dieta com redução de 100 kcal/kg no nível de EM = reduzida); controle negativo+xilanase (Tabela 1). As dietas fareladas foram à base de milho e farelo de soja e foram formuladas para atender as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2005), exceto para o nível de energia das dietas dos tratamentos controle negativo (com ou sem inclusão de xilanase) (Tabela 2). Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. A xilanase (ECONASE XT25[®]), produzida pelo microrganismo *Trichoderma reesei*, foi adicionada às dietas na proporção de 100 g/t, sendo equivalente à atividade enzimática de 16.000 BXU/kg. As rações produzidas e os principais ingredientes das formulações foram enviados ao laboratório para análise de recuperação enzimática da xilanase.

Tabela 1 - Dietas experimentais

Dietas	Fatores	
	Xilanase (100 g/t)	Energia (kcal/kg)
Controle positivo	Sem	2.900
Controle positivo+xilanase	Com	2.900
Controle negativo	Sem	2.800
Controle negativo+xilanase	Com	2.800

As aves de cada repetição e sobras de ração foram pesadas a cada duas semanas para que se obtivessem valores para peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. No mesmo dia as aves foram pesadas individualmente para determinação da uniformidade, sendo consideradas para o cálculo, aquelas com peso corporal contido no intervalo de $\pm 10\%$ do peso médio de cada repetição. A mortalidade, a temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente (Figura 2, Tabela 3).

Figura 2 - Termohigrômetro utilizado para monitoramento térmico do ambiente

A primeira debicagem das aves (Figura 3) foi realizada aos 10 dias de idade. Foram realizadas vacinações (Figura 4) contra as doenças de Newcastle, Bronquite e Gumboro aos sete e 28 dias e Gumboro forte aos 14 e 21 dias de idade, todas aplicadas por via ocular. Adotou-se o programa de 24 h de luz nos dois primeiros dias e luz natural até o fim da respectiva fase de criação. Às seis semanas, as aves foram transferidas para galpão de recria.

Para as análises morfométricas da mucosa intestinal, foi retirada aleatoriamente uma ave por repetição, a qual foi abatida por deslocamento cervical às 6 semanas de idade. Foram colhidas amostras de aproximadamente 5 cm de comprimento dos segmentos do intestino delgado, considerando duodeno a partir do piloro até a porção distal da alça duodenal; jejuno da porção distal da alça duodenal ao divertículo de Meckel e íleo, a porção anterior aos cecos (Figura 5). As amostras foram lavadas com solução salina para retirada do conteúdo intestinal e fixadas em solução de *Bouin* por 24 h.

Após esse período foram colocadas em álcool 70% para procedimento posterior de laminação. As lâminas foram confeccionadas no Laboratório de Morfofisiologia da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal, onde as amostras foram incluídas em parafina, submetidas a cortes seriados de 5 μ m de espessura e coradas pelo método de hematoxilina e eosina. As imagens foram capturadas no Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento (LMMD) da FZEA/USP – Campus de Pirassununga, através de microscopia de luz, utilizando-se o sistema analisador de imagens computadorizado Axion Vision – versão 4.6 - Zeiss®. Foram mensuradas altura de 20 vilos e profundidade de 20 criptas de cada segmento por

ave (Figura 6) para determinação de altura de vilo, profundidade de cripta e relação altura de vilo:profundidade de cripta (vilo:cripta).

Tabela 2 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 2 a 6 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	64,04	64,04	60,98	60,98
Farelo de soja	29,06	29,06	29,07	29,07
Farelo de trigo	2,25	2,24	3,50	3,50
Óleo de soja	0,50	0,50	0,50	0,50
Econase XT 25	-	0,01	-	0,01
Fosfato bicálcico	1,75	1,75	1,75	1,75
Calcário	1,02	1,02	1,02	1,02
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35
Cloreto de colina	0,03	0,03	0,03	0,03
DL-metionina	0,10	0,10	0,18	0,18
Supl. mineral vitamínico ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	0,50	0,50	2,22	2,21
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Valores calculados</i>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	19,15	19,15	19,15	19,15
Ácido linoléico (%)	1,74	1,74	1,70	1,70
Fibra bruta (%)	3,17	3,17	3,22	3,22
Cálcio (%)	0,94	0,94	0,94	0,94
Fósforo disponível (%)	0,44	0,44	0,44	0,44
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Metionina digestível (%)	0,42	0,42	0,50	0,50
Metionina+cistina digestível (%)	0,64	0,64	0,72	0,72
Lisina digestível(%)	0,88	0,88	0,88	0,88

¹CP: controle positivo (dietas formuladas conforme exigência em EM segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 5.000 UI; Vitamina D3 2.200 UI; Vitamina E 11,00 UI; Vitamina K3 2,00 mg; Vitamina B1 2,20 mg; Vitamina B2 5,50 mg; Vitamina B6 2,20 mg; Vitamina B12 11,00 mcg; Ácido fólico 0,55 mg; Biotina 0,06 mg; Ácido pantotênico 11,00 mg; Niacina 260,00 mg; Coccidiostático 0,13 g; Cloreto de colina 0,50 g; Metionina 0,45 g; Selênio (Se) 0,20 mg; Manganês (Mn) 65,00 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 50,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Tabela 3 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de agosto a setembro de 2009 (2 a 6 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
2	31,4 ± 3,1	27,3 ± 1,5	49,6 ± 9,3	41,3 ± 8,3
3	31,2 ± 3,0	25,4 ± 1,3	42,4 ± 7,4	31,8 ± 7,3
4	30,9 ± 2,9	27,2 ± 1,3	58,2 ± 11,2	47,1 ± 10,4
5	30,9 ± 2,9	26,5 ± 1,1	59,9 ± 9,8	45,4 ± 8,5
6	29,6 ± 1,5	23,1 ± 1,5	68,9 ± 11,5	50,8 ± 11,0
Média	30,8 ± 0,7	25,9 ± 1,7	55,8 ± 10,2	43,3 ± 7,3

Figura 3 - Processo de debicagem (a) e aves debicadas aos 10 dias de idade (b)

Figura 4 - Vacinação via ocular

Figura 5 - Representação da separação das porções do intestino

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do SAS, a 5% de probabilidade, segundo modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + Z_j + (E \times Z)_{ij} + e_{ijk};$$

Y_{ijk} = observação da característica nas aves da unidade experimental k, do nível de energia i e da forma de suplementação enzimática j;

μ = constante comum a todas as unidades experimentais;

E_i = Efeito do i-ésimo nível de energia da dieta (i=1,2);

Z_j = Efeito da j-ésima forma de suplementação enzimática (j=1,2);

EZ_{ij} = Efeito da interação do i-ésimo nível de energia e j-ésima forma de suplementação enzimática;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ; $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

Figura 6 - Medição de altura de vilo e profundidade de cripta da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade

3.3 Resultados e discussão

As médias de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período de duas a seis semanas foram respectivamente de 30,8 e 25,9°C e 55,8 e 43,3% (Tabela 3). Para alojamento das poedeiras em gaiolas, recomenda-se temperatura inicial de 33°C e ao final da 6ª semana de idade de aproximadamente 21°C (HY-LINE, 2009). Observou-se que a temperatura inicial foi adequada. Entretanto, a temperatura ambiente, exigida pelas aves no decorrer da fase, foi dificilmente atendida, uma vez que o galpão de alojamento foi de conformação convencional e a região em que o experimento foi desenvolvido, foi caracterizada por temperaturas elevadas, com latitude 21°59'46" Sul; longitude 47°25'33" Oeste e clima tropical de altitude Cwa (PIRASSUNUNGA, 2011). A umidade relativa variou de acordo com o recomendado pelo manual da linhagem que segundo Hy-Line (2009) é de 40 a 60%.

Os resultados para composição centesimal do milho utilizado na dieta fornecida de 2 a 6 semanas (Tabela 4), quando transformados para base de matéria natural, foram próximos aos relatados por Rostagno et al. (2005), cujos valores para composição do milho em base de matéria natural foram de 62,4%; 8,26%; 3,61%; 1,73% e 3.381 kcal/kg, respectivos aos teores de amido, proteína bruta, gordura, fibra bruta e energia metabolizável para aves. Dessa forma, normalmente o milho é tratado como um ingrediente de composição química conhecida e padronizada, estabelecida pela média de valores e publicada em tabelas de composição de alimentos, no entanto existem características adicionais à composição bromatológica, como vitreosidade e índice de solubilidade protéica, que poderiam auxiliar na determinação da qualidade desse ingrediente.

A vitreosidade do milho (Tabela 4) foi próxima àquela encontrada por Cantarelli et al. (2007) para grãos semiduros e duros (68,2% e 75,9%), cujos valores para energia digestível e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta para suínos foram inferiores em relação aos híbridos de milho de menor vitreosidade. Sabe-se que a vitreosidade é resultado da relação entre endosperma vítreo e endosperma total (CORRÊA et al., 2002). Uma vez que o endosperma vítreo apresenta certa resistência à ação das enzimas digestivas, a sua relação com o endosperma farináceo pode afetar diretamente a digestibilidade do milho (CANTARELLI et al., 2007).

O valor médio para índice de solubilidade protéica do milho adicionado às dietas utilizadas no presente estudo foi de 56% (Tabela 4), considerando-se ingrediente de boa qualidade quando comparado ao valor ótimo obtido por Métayer, Debicki-Garnier e Skiba (2009) o qual foi igual a 33%. Para altos valores de índice de solubilidade protéica, pode-se obter diminuição na contribuição da enzima, ou seja, a melhor qualidade do milho pode não resultar em efeito favorável pela suplementação enzimática.

Embora exista possibilidade de não proporcionar efeitos relevantes relacionados a viscosidade, taxa de passagem e capacidade de retenção de água de digesta, devido a baixa concentração de PNA's, o milho apresenta variação considerável no valor nutricional (COWIESON, 2005), podendo influenciar na eficiência de utilização desse ingrediente pelas aves.

A recuperação da xilanase, nas dietas experimentais e principais ingredientes (Tabela 5), confirma a presença de enzima nas rações, entretanto os valores apresentados foram superiores ao esperado, inclusive naquelas sem inclusão de xilanase. Os valores elevados para atividade da enzima devem-se, provavelmente à xilanase endógena que pode estar associada à xilanase do milho (21.490 BXU/kg) ou à contaminação das dietas por microrganismos (COWIESON; RAVINDRAN, 2008). Independente dos valores encontrados, a xilanase esteve presente nas dietas em níveis acima do mínimo garantido pelo produto.

Tabela 4 - Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 2 a 6 semanas de idade

Constituintes ¹	Períodos (semanas)
	2 – 6
Matéria seca (%)	88,00
Amido (% MS)	76,66
Proteína (% MS)	9,03
Extrato etéreo (% MS)	4,13
Fibra (% MS)	2,49
Outros (% MS)	7,69
Umidade* (%)	12,00
Índice de solubilidade protéica (%)	56,00
Vitreosidade (%)	68,80
EMA Matéria natural (kcal/kg)	3.426

¹MS: Matéria seca. Umidade = 100 – (matéria seca)

Tabela 5 - Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 2 a 6 semanas de idade

Dietas experimentais ¹		
Energia	Enzima	Xilanase (BXU/kg)
Exigida	Sem	10.789
	Com	27.639
Reduzida	Sem	10.664
	Com	29.077
Ingredientes		
Milho		21.490
Farelo de soja		~3.100
Farelo de trigo		~2.500

¹Energia exigida, segundo Rostagno et al. (2005). Energia reduzida, com redução de 100 kcal/kg em relação à energia exigida.

Constatou-se interação entre fatores energia e enzima para característica consumo de ração ($P < 0,05$). Não houve diferença ($P > 0,05$) para características peso corporal, ganho de peso, conversão alimentar, uniformidade e viabilidade criatória pela utilização de dietas com redução de energia metabolizável (redução de 100 kcal/kg; ~ 3,45%) e enzima xilanase, para poedeiras comerciais no período de 2 a 6 semanas de idade (Tabela 6).

Obteve-se menor consumo de ração para aves que receberam dieta com nível de energia balanceado para respectiva idade (requerida) suplementada com enzima xilanase, sugerindo que a inclusão de enzima na dieta proporcionou o fornecimento de nutrientes acima do exigido pela ave. Por outro lado, a redução de energia da dieta associada a suplementação da enzima promoveu o aumento do consumo de ração, provavelmente na tentativa de compensar a deficiência energética da dieta (Tabela 7).

Os resultados encontrados concordam parcialmente com Choct, Hughes e Bedford (1999) que não verificaram diferenças significativas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte submetidos, porém, a dietas a base de farelo de trigo.

Cowieson e Ravindran (2008) relataram que frangos de corte alimentados com dieta cujo nível de energia foi reduzido em aproximadamente 5% obtiveram ganho de peso inferior e pior conversão alimentar no período de 1 a 21 dias, no entanto observaram aumento no ganho de peso em 6% e melhora na conversão alimentar em 6 pontos devido os efeitos da suplementação enzimática (amilase+protease+xilanase) nas dietas a base de milho e farelo de soja.

Tabela 6 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 2 a 6 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave)	CA (g:g)	UN (%)	VC (%)
EXI	Sem	374,35	278,97	640,05	2,30	80,27	100,00
	Com	367,30	272,68	600,60	2,22	69,78	100,00
RED	Sem	372,00	277,93	602,89	2,12	72,00	100,00
	Com	381,29	285,32	647,70	2,28	75,00	100,00
EN							
EXI		370,82	275,82	620,32	2,20	75,02	100,00
RED		376,64	281,62	626,47	2,26	73,50	100,00
XL							
Sem		374,29	279,00	624,15	2,25	72,40	100,00
Com		373,14	278,45	622,45	2,20	76,14	100,00
CV ² (%)		6,08	8,15	6,94	9,94	19,20	0,00
Valor P							
EN		0,4232	0,4250	0,7223	0,4015	0,7371	-
XL		0,8770	0,9394	0,8479	0,5862	0,4115	-
EN x XL ³		0,2630	0,3476	0,0045	0,1023	0,1433	-

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; CA: Conversão alimentar; UN: Uniformidade; VC: Viabilidade criatória. ²Coeficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 7.

Novak, Yakout e Remus (2007) observaram que a redução do nível de energia metabolizável em 3%, associada a suplementação de complexo enzimático (amilase+protease+xilanase) em dietas a base de milho e farelo de soja proporcionou maior ganho de peso (421g) de poedeiras de 0 a 6 semanas. Entretanto, os mesmos autores não verificaram diferenças significativas para uniformidade do lote, assim como no presente estudo.

Tabela 7 - Desdobramento para consumo de ração (g/ave) de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 2 a 6 semanas de idade

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Exigida	640,05 ^{Aa}	600,60 ^{Bb}	620,32
Reduzida	602,89 ^{Ab}	647,70 ^{Aa}	626,47
Média	622,45	624,15	
CV ² (%)	6,94		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação.

Novak, Yakout e Remus (2007) verificaram ligeira redução do consumo de ração de poedeiras, no período de 6-10 semanas, a partir da redução de 3% da energia da dieta associada à suplementação de composto enzimático

(amilase+protease+xilanase). Entretanto, os autores não observaram efeito sobre o ganho de peso e uniformidade no período de 0 a 18 semanas. Café et al. (2002) e Conte et al. (2003) verificaram que a adição de xilanase melhorou a conversão alimentar de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja contendo farelo de arroz.

Houve interação entre os fatores ($P<0,05$) para altura de vilo e relação vilo:cripta no duodeno. A profundidade de cripta no duodeno não foi influenciada ($P>0,05$) pela redução do nível de energia da ração ou pela suplementação de xilanase (Tabela 8). Os menores valores para altura de vilo e relação vilo:cripta no duodeno foram obtidos pelas aves alimentadas com dieta cujo nível de energia foi reduzido em 100 kcal/kg e suplementada com xilanase (Tabela 9). Observou-se que a xilanase promoveu o aumento da altura de vilo de poedeiras submetidas a dietas com nível de energia exigido para idade. Entretanto, a suplementação de xilanase proporcionou redução do valor para relação vilo:cripta de aves que receberam dietas com redução em 100 kcal/kg.

A interação entre os fatores ($P<0,05$) foi observada para profundidade de cripta e relação vilo:cripta no jejuno (Tabela 10). A redução do nível de energia da dieta em 100 kcal/kg proporcionou diminuição ($P<0,05$) na altura de vilo no jejuno. Constatou-se que a xilanase promoveu redução na profundidade de cripta no jejuno de poedeiras que receberam dieta com nível de energia recomendado por Rostagno et al. (2005) e conseqüentemente maior relação vilo:cripta (Tabela 11).

Tabela 8 - Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de duodeno da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis		
		Altura de vilo (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo:cripta (µm: µm)
EXI	Sem	1.240,42	175,58	7,22
	Com	1.290,95	178,07	7,36
RED	Sem	1.229,19	171,39	7,33
	Com	1.126,08	172,07	6,66
EN				
EXI		1.265, 69	176,83	7,29
RED		1.177,64	171,73	7,00
XL				
Sem		1.234,80	173,49	7,28
Com		1.208,52	175,07	7,01
CV ² (%)		13,96	18,31	21,38
Valor P				
EN		<0,0001	0,1256	0,0630
XL		0,1375	0,6332	0,1000
EN x XL ³		<0,0001	0,7846	0,0116

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Desdobramento para altura de vilo e relação vilo:cripta de duodeno da mucosa intestinal de poedeiras com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Altura de vilo (µm)			
Exigida	1.240,42 ^{Ab}	1.290,95 ^{Aa}	1.265, 69
Reduzida	1.229,19 ^{Aa}	1.126,08 ^{Bb}	1.177,64
Média	1.234,80	1.208,52	
CV ² (%)	13,96		
Relação vilo:cripta (µm: µm)			
Exigida	7,22 ^{Aa}	7,36 ^{Aa}	7,29
Reduzida	7,33 ^{Aa}	6,66 ^{Bb}	7,00
Média	7,28	7,01	
CV ² (%)	21,38		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação.

Tabela 10 - Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de jejuno da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis		
		Altura de vilo (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo:cripta (µm: µm)
EXI	Sem	926,74	157,65	6,08
	Com	947,66	143,80	6,79
RED	Sem	876,08	155,69	5,81
	Com	863,65	158,94	5,64
EN				
EXI		937,20 ^a	150,72	6,43
RED		869,86 ^b	157,31	5,72
XL				
Sem		901,41	156,67	5,94
Com		905,41	151,37	6,21
CV ² (%)		13,47	21,15	22,08
Valor P				
EN		<0,0001	0,0525	<0,0001
XL		0,7363	0,1187	0,0800
EN x XL ³		0,1863	0,0120	0,0014

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Desdobramento para profundidade de cripta e relação vilo:cripta de jejuno da mucosa intestinal de poedeiras com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Profundidade de cripta (µm)			
Exigida	157,65 ^{Aa}	143,80 ^{Bb}	150,72
Reduzida	155,69 ^{Aa}	158,94 ^{Aa}	157,31
Média	156,67	151,37	
CV ² (%)	21,15		
Relação vilo:cripta (µm: µm)			
Exigida	6,08 ^{Ab}	6,79 ^{Aa}	6,43
Reduzida	5,81 ^{Aa}	5,64 ^{Ba}	5,72
Média	5,94	6,21	
CV ² (%)	22,08		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação.

Constatou-se interação entre os fatores (P<0,05) para altura de vilo de íleo. A profundidade de cripta e a relação vilo:cripta foram influenciadas (P<0,05) pelas suplementação de xilanase. A presença de xilanase nas dietas proporcionou menor profundidade de cripta e conseqüentemente maior relação vilo:cripta (Tabela 12),

indicando que a xilanase pode promover menor gasto de energia para renovação de tecido e a partir disso a energia não utilizada seria direcionada para crescimento mais eficiente. A redução de energia em 100 kcal/kg, em dietas sem suplementação de xilanase, resultou na diminuição da altura do vilo no íleo. Por outro lado, a xilanase promoveu aumento da altura de vilo do íleo de poedeiras submetidas a dietas com redução de energia (Tabela 13).

Tabela 12 - Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de íleo da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 6 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis		
		Altura de vilo (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo:cripta (µm: µm)
EXI	Sem	716,27	150,57	4,87
	Com	698,44	144,15	4,95
RED	Sem	683,14	156,63	4,54
	Com	724,26	147,73	5,01
EN				
EXI		707,36	147,36	4,91
RED		703,70	152,18	4,78
XL				
Sem		699,70	153,60 ^a	4,71 ^b
Com		711,35	145,94 ^b	4,98 ^a
CV ² (%)		13,22	17,61	21,04
Valor P				
EN		0,6999	0,0725	0,1888
XL		0,2196	0,0045	0,0079
EN x XL ³		0,0020	0,6438	0,0592

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Desdobramento para altura de vilo de íleo da mucosa intestinal de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 2 a 6 semanas de idade

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Altura de vilo (µm)			
Exigida	716,27 ^{Aa}	698,44 ^{Aa}	707,36
Reduzida	683,14 ^{Bb}	724,26 ^{Aa}	703,70
Média	699,70	711,35	
CV ² (%)	13,22		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação.

As alterações no intestino com a presença de enzimas exógenas nas dietas tendem a ser pequenas, porém frequentemente são observadas, não somente redução no tamanho do intestino e/ou liberação de enzimas endógenas, mas também aumento dos vilos, mesmo em galinhas em produção (YANG et al., 2008).

Além disso, a profundidade de cripta pode indicar a atividade de proliferação das células epiteliais (GEYRA; UNI; SKLAN, 2001) e valores inferiores para profundidade de cripta significam, provavelmente, redução no custo metabólico para renovação do epitélio intestinal (WILLING; VAN KESSEL, 2007).

Yang et al. (2008) verificaram que a suplementação de xilanase em dietas a base de trigo não alterou altura de vilo, porém proporcionou redução na profundidade de cripta de jejuno de frangos de corte com 7 dias de idade. Mathlouthi et al. (2002) relataram que altura de vilo e relação vilo:cripta no íleo foram maiores em frangos de corte com 22 dias de idade submetidos a dietas a base de milho ou a base de trigo com inclusão de β -glucanase+xilanase em comparação à dieta a base de trigo sem suplementação enzimática.

Contudo, os efeitos das enzimas exógenas para aves têm sido avaliados através de estudos de suplementação de dietas a base de trigo e cevada, principalmente para frangos de corte, havendo benefícios consideráveis (BEDFORD, 2000). Entretanto, conclusões significativas não puderam ser transferidas para os chamados grãos “não viscosos”, como milho e sorgo (CHOCT, 2006), devido principalmente aos resultados contraditórios encontrados.

3.4 Conclusão

A redução de energia da dieta associada à suplementação de xilanase não proporciona alterações nas principais características de desempenho, no entanto eleva o consumo de ração de poedeiras de 2 a 6 semanas e resulta no aumento da altura de vilo no íleo de poedeiras com 6 semanas.

A xilanase reduz a profundidade de cripta no íleo de poedeiras com 6 semanas de idade.

4 DESEMPENHO E MORFOMETRIA DA MUCOSA INTESTINAL DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE NA FASE DE RECRIA

4.1 Introdução

A avicultura brasileira se notabiliza pela alta competitividade no setor produtivo, propiciando a produção de ovos com baixos custos, transformando esse produto em fontes protéicas acessíveis e extremamente importantes para a alimentação da população.

Entretanto, o grande desafio está no domínio do dinamismo da genética que tornaram as aves muito mais exigentes, principalmente sob o aspecto nutricional. A fase de recria, considerada um período de transição de franga para galinha constitui em uma etapa crítica, sendo que um manejo nutricional adequado durante o crescimento será fundamental para o desempenho produtivo durante a postura.

Uma vez que, a alimentação constitui o item de maior custo na produção de aves, melhorias em eficiência energética devem ser direcionadas para máxima utilização dos nutrientes de alimentos tradicionais e alternativos (JARONI et al. 1999b). Nesse contexto, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficazes e econômicas.

O milho está presente em maior quantidade na alimentação de aves, portanto deve-se otimizar a utilização dos nutrientes desse ingrediente. Embora seja considerado de fácil digestão pelas aves, existem evidências que a presença de amidos resistentes pode limitar o valor de energia do milho (WEURDING et al., 2001). Dessa forma, a suplementação de dietas com enzimas exógenas pode contribuir para adequar sistemas de alimentação na nutrição de aves. A utilização de enzimas exógenas em dietas de poedeiras comerciais pode resultar em melhor desempenho na fase de crescimento, uniformidade do lote, bem como redução de elementos nas excretas, caracterizando menor poluição ambiental (OLUKOSI; COWIESON; ADEOLA, 2008).

Existe um número de mecanismos em potencial pelos quais as enzimas exógenas melhoram o valor nutritivo do milho e conseqüentemente de dietas a base de milho e soja. As xilanases são enzimas utilizadas na nutrição de monogástricos para potencializar a digestão de polissacarídeos contidos no interior das células

vegetais e não acessíveis à ação das secreções endógenas devido à inabilidade das aves e suínos em romper as paredes celulares vegetais.

Enzimas podem hidrolisar polissacarídeos que impedem a digestão de grãos de amido e proteína, tornando esses compostos disponíveis para digestão pela ação de enzimas endógenas (BEDFORD, 1996). Além disso, algumas enzimas parecem estar relacionadas com a modulação da microflora intestinal e consequentemente provável alteração na morfologia da estrutura do vilo. A suplementação de xilanase pode alterar o desenvolvimento da microflora intestinal, incluindo aquelas associadas à mucosa (HUBENER; VAHJEN; SIMON, 2002).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução de energia da dieta e da inclusão da enzima xilanase sobre desempenho e morfometria da mucosa intestinal de poedeiras comerciais no período de 7 a 17 semanas de idade.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Galpão de Recria da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP) - Campus de Pirassununga – no período de setembro a dezembro de 2009. Foram utilizadas 360 poedeiras comerciais, no período de sete a 17 semanas de idade, da linhagem Hy-line variedade W36 alojadas em gaiolas metálicas (1,00 x 0,50 x 0,60 m) divididas em dois compartimentos, munidas de comedouro frontal externo e bebedouro *nipple* tipo copo (Figura 7).

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (nível de energia x inclusão de xilanase), totalizando quatro tratamentos com 10 repetições de nove aves cada. Os tratamentos foram: controle positivo (dieta balanceada para respectiva idade = exigida); controle positivo+xilanase; controle negativo (dieta com redução de 100kcal/kg no nível de EM = reduzida); controle negativo+xilanase (Tabela 14).

As dietas fareladas foram à base de milho e farelo de soja e foram formuladas para atender as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2005), para os períodos de sete a 12 semanas (Recria I) (Tabela 15) e 13 a 17 semanas (Recria II) (Tabela 16), exceto para o nível de energia das dietas dos tratamentos controle

negativo (com ou sem inclusão de xilanase). Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. A xilanase (ECONASE XT25[®]), produzida pelo microrganismo *Trichoderma reesei*, foi adicionada às dietas na proporção de 100g/t, sendo equivalente à atividade enzimática de 16.000 BXU/kg. A cada batida, as rações produzidas e os principais ingredientes das formulações foram amostrados e enviados ao laboratório para análise de recuperação enzimática da xilanase.

Tabela 14 – Dietas experimentais de 7 a 17 semanas de idade

Dietas	Fatores	
	Xilanase (100 g/t)	Energia (kcal/kg)
Controle positivo	Sem	2.900
Controle positivo+xilanase	Com	2.900
Controle negativo	Sem	2.800
Controle negativo+xilanase	Com	2.800

Figura 7 - Gaiolas metálicas para alojamento das poedeiras na fase de recria

As aves de cada repetição e sobras de ração foram pesadas a cada duas semanas para que se obtivessem valores para peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. No mesmo dia as aves foram pesadas individualmente para determinação da uniformidade, sendo consideradas para o cálculo, aquelas com peso corporal contido no intervalo de $\pm 10\%$ do peso médio de cada repetição. Mortalidade, temperatura e umidade relativa foram monitoradas diariamente (Tabelas 17 e 18; Figura 2).

A segunda debicagem das aves (Figura 8) foi realizada aos 49 dias de idade. Foram realizadas vacinações (Figura 9) contra as doenças de Bouba e Coriza aos 49 dias pelas vias membrana da asa e intramuscular, respectivamente e contra Coriza, Síndrome da Queda de Postura, Bronquite e New Castle aos 100 dias pela via intramuscular. Adotou-se o fornecimento de luz natural até as 16 semanas de idade quando ocorreu a transferência das aves para galpão de postura.

Tabela 15 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 7 a 12 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	68,07	68,07	65,09	65,09
Farelo de soja	23,25	23,25	23,31	23,31
Farelo de trigo	3,50	3,50	4,86	4,85
Óleo de soja	0,50	0,50	0,50	0,50
Econase XT 25	-	0,01	-	0,01
Fosfato bicálcico	1,53	1,53	1,53	1,53
Calcário	0,92	0,92	0,92	0,92
Sal	0,20	0,20	0,20	0,20
Bicarbonato de sódio	0,16	0,16	0,16	0,16
Cloreto de colina	0,03	0,03	0,03	0,03
Supl. mineral vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	1,44	1,43	3,00	3,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	17,00	17,00	17,00	17,00
Ácido linoléico (%)	1,79	1,79	1,75	1,75
Fibra bruta (%)	3,02	3,02	3,08	3,08
Cálcio (%)	0,83	0,83	0,83	0,83
Fósforo disponível (%)	0,39	0,39	0,39	0,39
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16	0,16
Metionina digestível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30
Metionina+cistina digestível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Lisina digestível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 5.000 UI; Vitamina D3 2.200 UI; Vitamina E 11,00 UI; Vitamina K3 2,00 mg; Vitamina B1 2,20 mg; Vitamina B2 5,50 mg; Vitamina B6 2,20 mg; Vitamina B12 11,00 mcg; Ácido fólico 0,55 mg; Biotina 0,06 mg; Ácido pantotênico 11,00 mg; Niacina 260,00 mg; Coccidiostático 0,13 g; Cloreto de colina 0,50 g; Metionina 0,45 g; Selênio (Se) 0,20 mg; Manganês (Mn) 65,00 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 50,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Para as análises morfométricas da mucosa intestinal, foi retirada aleatoriamente uma ave por repetição, a qual foi abatida por deslocamento cervical às 16 semanas de idade. Foram colhidas amostras de aproximadamente 5 cm de comprimento dos segmentos do intestino delgado, considerando duodeno a partir do piloro até a porção distal da alça duodenal; jejuno da porção distal da alça duodenal

ao divertículo de Meckel e íleo, a porção anterior aos cecos (Figura 5). As amostras foram lavadas com solução salina para retirada do conteúdo intestinal e fixadas em solução de *Bouin* por 24 h.

Tabela 16 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de 13 a 17 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	72,60	72,60	69,90	69,89
Farelo de soja	18,00	18,00	17,68	17,68
Farelo de trigo	3,50	3,50	5,81	5,80
Óleo de soja	0,10	0,10	0,10	0,10
Econase XT 25	-	0,01	-	0,01
Fosfato bicálcico	1,12	1,12	1,10	1,10
Calcário	1,14	1,14	1,15	1,15
Sal	0,19	0,19	0,19	0,19
Bicarbonato de sódio	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de colina	0,03	0,03	0,03	0,03
Supl. mineral vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	2,76	2,75	3,50	3,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	15,00	15,00	15,00	15,00
Ácido linoléico (%)	1,62	1,62	1,60	1,60
Fibra bruta (%)	2,80	2,80	2,93	2,93
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15
Metionina digestível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27
Metionina+cistina digestível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Lisina digestível (%)	0,62	0,62	0,62	0,62

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM segundo Rostagno et al (2005)); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 5.000 UI; Vitamina D3 2.200 UI; Vitamina E 11,00 UI; Vitamina K3 2,00 mg; Vitamina B1 2,20 mg; Vitamina B2 5,50 mg; Vitamina B6 2,20 mg; Vitamina B12 11,00 mcg; Ácido fólico 0,55 mg; Biotina 0,06 mg; Ácido pantotênico 11,00 mg; Niacina 260,00 mg; Coccidiostático 0,13 g; Cloreto de colina 0,50 g; Metionina 0,45 g; Selênio (Se) 0,20 mg; Manganês (Mn) 65,00 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 50,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Tabela 17 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de setembro a novembro de 2009 (7 a 12 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
7	26,1 ± 3,0	19,2 ± 2,5	82,0 ± 8,3	64,2 ± 13,0
8	26,8 ± 2,5	20,6 ± 2,8	78,5 ± 7,2	61,1 ± 7,2
9	25,2 ± 2,9	18,7 ± 1,9	80,4 ± 8,0	63,4 ± 10,8
10	27,7 ± 1,9	20,5 ± 2,6	84,1 ± 4,5	63,5 ± 6,9
11	28,7 ± 2,1	21,1 ± 2,0	82,2 ± 3,5	59,1 ± 10,8
12	30,3 ± 1,6	20,4 ± 1,7	79,6 ± 4,3	47,5 ± 6,4
Média	27,5 ± 1,8	20,1 ± 0,9	81,1 ± 2,0	59,8 ± 6,3

Tabela 18 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de novembro a dezembro de 2009 (13 a 17 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
13	29,4 ± 2,3	23,6 ± 0,6	84,1 ± 5,4	58,4 ± 11,7
14	30,6 ± 1,5	24,1 ± 1,5	83,8 ± 4,7	59,1 ± 7,5
15	29,4 ± 2,1	24,0 ± 0,8	83,5 ± 6,3	62,5 ± 8,6
16	28,4 ± 1,8	23,9 ± 1,7	86,9 ± 5,8	69,3 ± 12,3
17	28,4 ± 2,8	23,0 ± 1,8	86,4 ± 9,2	67,5 ± 11,6
Média	29,2 ± 1,0	23,7 ± 0,4	84,9 ± 1,6	63,3 ± 4,9

Após esse período foram colocadas em álcool 70% para procedimento posterior de laminação. As lâminas foram confeccionadas no Laboratório de Morfofisiologia da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal, onde as amostras foram incluídas em parafina, submetidas a cortes seriados de 5 µm de espessura e coradas pelo método de hematoxilina e eosina. As imagens foram capturadas no Laboratório de Morfofisiologia Molecular e Desenvolvimento (LMMD) da FZEA/USP – Campus de Pirassununga, através de microscopia de luz, utilizando-se o sistema analisador de imagens computadorizado Axion Vision – versão 4.6 - Zeiss®. Foram mensuradas altura de 20 vilos e profundidade de 20 criptas de cada segmento por ave (Figura 6) para determinação de altura de vilos, profundidade de cripta e relação altura de vilos:profundidade de cripta (vilos:cripta).

Figura 8 - Debicagem de poedeira aos 49 dias de idade

Figura 9 - Vacinação pelas vias de aplicação intramuscular (a) e membrana da asa (b)

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do SAS, a 5% de probabilidade, segundo modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + Z_j + (E \times Z)_{ij} + e_{ijk};$$

Y_{ijk} = observação da característica nas aves da unidade experimental k, do nível de energia i e da forma de suplementação enzimática j;

μ = constante comum a todas as unidades experimentais;

E_i = Efeito do i-ésimo nível de energia da dieta ($i=1,2$);

Z_j = Efeito da j-ésima forma de suplementação enzimática ($j=1,2$);

EZ_{ij} = Efeito da interação do i-ésimo nível de energia e j-ésima forma de suplementação enzimática;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ; $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

4.3 Resultados e discussão

As médias de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período de sete a 17 semanas foram respectivamente de 29,2 e 20,1°C e 84,9 e 59,8% (Tabelas 17 e 18). A partir da 6ª semana, recomenda-se temperatura de aproximadamente 21°C e umidade relativa de 40 a 60% (HY-LINE, 2009). Observou-se que a temperatura ambiente, durante o período experimental, permaneceu próxima, porém acima do recomendado pelo manual da linhagem, provavelmente porque o galpão de alojamento foi de conformação convencional e a região em que

o experimento foi desenvolvido, foi caracterizada por temperaturas elevadas, com latitude 21°59'46" Sul, longitude 47°25'33" Oeste e clima tropical de altitude Cwa (PIRASSUNUNGA, 2011).

Os resultados para composição centesimal do milho utilizado nas dietas fornecidas de 7 a 17 semanas (Tabela 19), quando transformados para base de matéria natural, foram próximos aos relatados por Rostagno et al. (2005), cujos valores para composição do milho em base de matéria natural foram de 62,4%; 8,26%; 3,61%; 1,73% e 3.381 kcal/kg, respectivamente aos teores de amido, proteína bruta, gordura, fibra bruta e energia metabolizável para aves. Dessa forma, o milho é tratado como um ingrediente de composição química conhecida e padronizada, estabelecida pela média de valores e publicada em tabelas de composição de alimentos, no entanto existem características adicionais à composição bromatológica, como vitreosidade e índice de solubilidade protéica, que poderiam auxiliar na determinação da qualidade desse ingrediente.

A vitreosidade do milho (Tabela 19) foi próxima àquela encontrada por Cantarelli et al. (2007) para grãos semiduros e duros (68,2% e 75,9%), cujos valores para energia digestível e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta para suínos foram inferiores em relação aos híbridos de milho de menor vitreosidade. Sabe-se que a vitreosidade é resultado da relação entre endosperma vítreo e endosperma total (CORRÊA et al., 2002). Uma vez que o endosperma vítreo apresenta certa resistência à ação das enzimas digestivas, a sua relação com o endosperma farináceo pode afetar diretamente a digestibilidade do milho (CANTARELLI et al., 2007).

O valor médio para índice de solubilidade protéica do milho adicionado às dietas utilizadas no presente estudo foi de 56,40% (Tabela 19), considerando-se ingrediente de boa qualidade quando comparado ao valor ótimo obtido por Métayer, Debicki-Garnier e Skiba (2009) o qual foi igual a 33%. Para altos valores de índice de solubilidade protéica, pode-se obter diminuição na contribuição da enzima, ou seja, a melhor qualidade do milho pode não resultar em efeito favorável pela suplementação enzimática.

A recuperação da xilanase, nas dietas experimentais e principais ingredientes (Tabela 20), confirmou a presença de enzima nas rações, entretanto os valores apresentados foram acima do esperado, inclusive naquelas sem inclusão de

xilanase. Os valores elevados para atividade da enzima deve-se, provavelmente à xilanase endógena que pode estar associada à xilanase do milho (5.583; 14.643 BXU/kg) ou à contaminação das dietas por microrganismos (COWIESON; RAVINDRAN, 2008). Independente dos valores encontrados, a xilanase esteve presente nas dietas em níveis acima do mínimo garantido pelo produto.

Tabela 19 - Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 7 a 17 semanas de idade

Constituintes ¹	Períodos (semanas)	
	7 – 12	13 – 17
Matéria seca (%)	88,00	-
Amido (% MS)	74,11	70,66
Proteína (% MS)	9,85	10,42
Extrato etéreo (% MS)	4,38	3,92
Fibra (% MS)	3,01	3,01
Outros (% MS)	8,65	11,99
Umidade (%)	12,00	-
Índice de solubilidade protéica (%)	53,60	59,20
Vitreosidade (%)	70,30	68,60
EMA Matéria natural (kcal/kg)	3.380	3.277

¹MS: Matéria seca; Umidade = 100 – (matéria seca).

Tabela 20 - Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 7 a 17 semanas de idade

Tratamentos ¹		Períodos (semanas)	
Energia	Xilanase	7 – 12	13 – 17
Exigida	Sem	3.253	10.044
	Com	23.285	28.404
Reduzida	Sem	3.282	8.964
	Com	20.506	27.429
Ingredientes			
Milho		5.583	14.643
Farelo de soja		~1.500	2.377
Farelo de trigo		~1.700	4.340

¹Energia exigida, segundo Rostagno et al. (2005). Energia reduzida, com redução de 100 kcal/kg em relação à energia exigida.

Não houve diferença ($P>0,05$) para as características peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, uniformidade e viabilidade criatória em função da utilização de dietas, com redução de energia metabolizável (redução de 100 kcal/kg; ~ 3,45%) e xilanase, para poedeiras comerciais no período de 7 a 12 e 13 a 17 semanas de idade (Tabelas 21 e 22).

Os resultados encontrados estão de acordo com Choct, Hughes e Bedford (1999) que não verificaram diferenças para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte submetidos a dietas a base de farelo de trigo. Por outro lado, Cowieson e Ravindran (2008) relataram que frangos de corte alimentados com dieta cujo nível de energia foi reduzido em aproximadamente 5% obtiveram ganho de peso inferior e pior conversão alimentar no período de 1 a 21 dias, porém observaram aumento no ganho de peso em 6% e melhora na conversão alimentar em 6 pontos devido aos efeitos da suplementação enzimática (amilase+protease+xilanase) nas dietas a base de milho e farelo de soja.

Tabela 21 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 7 a 12 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave)	CA (g:g)	UN (%)	VC (%)
EXI	Sem	900,00	525,65	2.170	4,11	79,56	100,00
	Com	900,00	532,70	2.165	4,22	80,93	100,00
RED	Sem	898,67	526,68	2.168	4,11	80,00	100,00
	Com	902,69	521,41	2.223	4,15	78,77	100,00
EN							
EXI		900,00	529,18	2.168	4,17	80,24	100,00
RED		900,68	524,04	2.195	4,13	79,38	100,00
XL							
Sem		899,33	526,16	2.194	4,18	79,78	100,00
Com		901,35	527,05	2.169	4,11	79,85	100,00
CV ² (%)		3,44	3,75	4,10	5,92	11,20	0,00
Valor P							
EN		0,9451	0,4161	0,3345	0,6690	0,7630	-
XL		0,8381	0,8870	0,3872	0,3703	0,9801	-
EN x XL ³		0,8381	0,3311	0,2911	0,7065	0,6486	-

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; CA: Conversão alimentar; UN: Uniformidade; VC: Viabilidade criatória. ²Coeficiente de variação.

Da mesma forma, Novak, Yakout e Remus (2007) observaram que a redução do nível de energia metabolizável em 3%, associada a suplementação de complexo enzimático (amilase+protease+xilanase) em dietas a base de milho e farelo de soja não proporcionou diferenças para ganho de peso e uniformidade nas idades de 7 a 10, 11 a 15 e 16 a 18 semanas. Entretanto, os mesmos autores verificaram que a inclusão do complexo enzimático nas dietas resultou em menor consumo de ração no período de 11 a 15 semanas e melhor conversão alimentar, considerando o período de 0 a 18 semanas de idade.

Tabela 22 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 13 a 17 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave)	CA (g:g)	UN (%)	VC (%)
EXI	Sem	1.266	366,07	2.420	6,63	88,89	100,00
	Com	1.268	368,28	2.405	6,55	87,50	98,90
RED	Sem	1.269	370,13	2.449	6,62	91,68	100,00
	Com	1.276	372,95	2.430	6,53	84,86	98,90
EN							
EXI		1.267	367,17	2.413	6,59	88,19	99,45
RED		1.272	371,54	2.440	6,58	88,26	99,45
XL							
Sem		1.267	368,10	2.435	6,63	90,28	100,00
Com		1.272	370,61	2.418	6,54	86,18	98,90
CV ² (%)		2,57	5,92	2,35	4,70	10,80	2,47
Valor P							
EN		0,6278	0,5320	0,1458	0,8791	0,9820	1,0000
XL		0,6635	0,7186	0,3531	0,3802	0,1823	0,1659
EN x XL		0,8231	0,9647	0,8980	0,9273	0,3747	1,0000

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; CA: Conversão alimentar; UN: Uniformidade; VC: Viabilidade criatória. ²Coeficiente de variação.

A redução em 100 kcal/kg na energia da dieta resultou no aumento ($P < 0,05$) da altura de vilo e relação vilo:cripta de duodeno de poedeiras com 16 semanas (Tabela 23). Houve interação entre os fatores energia e xilanase para altura de vilo e relação vilo:cripta de jejuno (Tabela 24). A suplementação de xilanase na dieta promoveu aumento da profundidade de cripta no jejuno. Da mesma forma, a inclusão de xilanase em dietas com nível de energia recomendado por Rostagno et al. (2005), proporcionou aumento da altura de vilo (Tabela 25). No entanto, em dietas com nível de energia reduzido em 100 kcal/kg, a xilanase resultou em diminuição do valor para relação vilo:cripta.

Yang et al. (2008) verificaram que a suplementação de xilanase em dietas a base de trigo não alterou altura de vilo, porém proporcionou redução na profundidade de cripta de jejuno de frangos de corte com 7 dias de idade. A profundidade de cripta pode indicar a atividade de proliferação das células epiteliais (GEYRA; UNI; SKLAN, 2001), sendo que valores inferiores para profundidade de cripta significam, provavelmente, redução no custo metabólico para renovação do epitélio intestinal (WILLING; VAN KESSEL, 2007).

Tabela 23 - Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de duodeno mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis		
		Altura de vilo (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo:cripta (µm: µm)
EXI	Sem	1.202,42	189,41	6,63
	Com	1.213,53	183,73	6,91
RED	Sem	1.296,57	175,53	7,73
	Com	1.289,78	181,92	7,31
EN				
EXI		1.207,98 ^b	186,57	6,77 ^b
RED		1.293,18 ^a	178,72	7,52 ^a
XL				
Sem		1.249,50	182,47	7,18
Com		1.251,66	182,82	7,11
CV ² (%)		14,82	21,24	26,20
Valor P				
EN		<0,0001	0,0569	0,0002
XL		0,9122	0,9317	0,7199
EN x XL ³		0,6481	0,1424	0,0797

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação.

Tabela 24 - Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de jejuno mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis		
		Altura de vilo (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo:cripta (µm: µm)
EXI	Sem	630,89	110,49	5,88
	Com	698,65	117,18	6,10
RED	Sem	659,73	107,96	6,26
	Com	638,26	112,48	5,87
EN				
EXI		664,77	113,84	5,99
RED		649,00	110,22	6,07
XL				
Sem		645,31	109,23 ^b	6,06
Com		668,46	114,83 ^a	5,98
CV ² (%)		15,10	18,13	22,83
Valor P				
EN		0,1426	0,1021	0,5914
XL		0,0318	0,0116	0,5711
EN x XL ³		<0,0001	0,6234	0,0420

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 25.

Tabela 25 - Desdobramento para altura de vilo e relação vilo:cripta de jejuno da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Altura de vilo (µm)			
Exigida	630,89 ^{Bb}	698,65 ^{Aa}	664,77
Reduzida	659,73 ^{Aa}	638,26 ^{Ba}	649,00
Média	645,31	668,46	
CV ² (%)	15,10		
Relação vilo:cripta (µm: µm)			
Exigida	5,88 ^{Ba}	6,10 ^{Aa}	5,99
Reduzida	6,26 ^{Aa}	5,87 ^{Ab}	6,07
Média	6,06	5,98	
CV ² (%)	22,83		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação.

Tabela 26 - Altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de íleo mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis		
		Altura de vilo (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo:cripta (µm: µm)
EXI	Sem	481,84	108,96	4,64
	Com	658,01	136,10	4,89
RED	Sem	603,65	137,19	4,90
	Com	562,37	118,09	4,88
EN				
EXI		569,93	122,53	4,76
RED		583,01	127,60	4,88
XL				
Sem		542,74	123,07	4,77
Com		610,19	127,06	4,88
CV ² (%)		25,00	24,65	23,33
Valor P				
EN		0,3922	0,1155	0,2848
XL		<0,0001	0,2156	0,3216
EN x XL ³		<0,0001	<0,0001	0,2480

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 27.

Constatou-se interação (P<0,05) para altura de vilo e profundidade de cripta no íleo, todavia as dietas não influenciaram (P>0,05) os valores resultantes para relação vilo:cripta (Tabela 26). A redução de energia da dieta associada à suplementação de enzima resultou em maior altura de vilo, bem como menor profundidade de cripta no íleo de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade

(Tabela 27). Mathlouthi et al. (2002) relataram que altura de vilo e relação vilo:cripta no íleo foram maiores em frangos de corte com 22 dias de idade submetidos a dietas a base de milho ou a base de trigo com inclusão de β -glucanase+xilanase em comparação à dieta a base de trigo sem suplementação enzimática.

Tabela 27 - Desdobramento para altura de vilo e profundidade de cripta de íleo da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 16 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Altura de vilo (μm)			
Exigida	481,84 ^{Bb}	658,01 ^{Aa}	569,93
Reduzida	603,65 ^{Aa}	562,37 ^{Ba}	583,01
Média	542,74	610,19	
CV ² (%)	25,00		
Profundidade de cripta (μm)			
Exigida	108,96 ^{Bb}	136,10 ^{Aa}	122,53
Reduzida	137,19 ^{Aa}	118,09 ^{Bb}	127,60
Média	123,07	127,06	
CV ² (%)	24,65		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F ($P < 0,05$). ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F ($P < 0,05$). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação.

As alterações no intestino com a presença de enzimas exógenas nas dietas tendem a ser pequenas, porém freqüentemente são observadas, não somente redução no tamanho do intestino e/ou liberação de enzimas endógenas, mas também aumento dos vilos, mesmo em galinhas em produção (YANG et al., 2008).

Contudo, os efeitos das enzimas exógenas para aves têm sido avaliados através de estudos de suplementação de dietas a base de trigo e cevada, principalmente para frangos de corte, havendo benefícios consideráveis (BEDFORD, 2000). Entretanto, conclusões significativas não puderam ser transferidas para os chamados grãos “não viscosos”, como milho e sorgo (CHOCT, 2006), devido principalmente aos resultados contraditórios encontrados.

4.4 Conclusão

A redução de energia da dieta associada à suplementação de enzima xilanase não proporciona alterações significativas nas características de

desempenho de poedeiras comerciais de 7 a 17 semanas de idade, porém promove redução da profundidade de cripta do íleo de poedeiras com 16 semanas de idade.

A xilanase, em dietas com nível de energia exigido pela ave, resulta em maior altura de vilo de íleo de poedeiras com 16 semanas.

5 DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE NO PERÍODO DE 18 A 40 SEMANAS DE IDADE

5.1 Introdução

Normalmente, enzimas exógenas têm sido avaliadas com o objetivo de degradar PNA's em dietas a base de cevada, aveia ou trigo (ANNISON, 1992; BEDFORD; CLASSEN, 1992), uma vez que tais ingredientes, contendo elevado teor de PNA, podem resultar na redução da digestão do amido devido o aumento da viscosidade da digesta quando utilizados em dietas de aves (CAMPBELL; BEDFORD, 1992).

Pode-se dizer que milho e o farelo de soja são os principais ingredientes fornecedores de energia e proteína para poedeiras comerciais. Entretanto, o milho contém somente 1g/kg de PNA solúvel em água, principalmente arabinoxilano, comparado com 24, 45 e 46g/kg presente no trigo, cevada e centeio, respectivamente (ENGLYST, 1989; CHOCT, 2010). Embora seja considerado de fácil digestão pelas aves, existem evidências que a presença de amidos resistentes pode limitar o valor de energia do milho (WEURDING et al., 2001). A inclusão de enzimas na ração para poedeiras possibilitaria reduzir o custo de produção, através da diminuição da quantidade de ingredientes de alto custo na ração sem que houvesse queda dos níveis de produção.

As xilanases são enzimas utilizadas na nutrição de monogástricos para potencializar a digestão de polissacarídeos contidos no interior das células vegetais e não acessíveis à ação das secreções endógenas devido à incapacidade das aves e suínos em romper as paredes celulares vegetais. Tem-se constatado que a xilanase aumenta a digestibilidade e a eficiência de utilização dos alimentos, bem como do amido e da proteína, reduz a ação dos inibidores de crescimento e auxilia as enzimas endógenas nos processos digestivos (NUNES et al., 2007). Além, de reduzir o gasto energético do animal para a síntese enzimática (ARAÚJO et al., 2008), resultando em melhores índices zootécnicos. Uma melhoria de 2 a 3% na conversão alimentar de frangos de corte tem sido relatada pela utilização de enzimas em dietas a base de milho (COWAN, 1993).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução da energia da dieta e da inclusão de xilanase sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais na fase de produção entre as idades de 18 a 40 semanas.

5.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Galpão de Postura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) no período de dezembro de 2009 a maio de 2010. Foram utilizadas 320 poedeiras comerciais, no período de 18 a 40 semanas de idade, da linhagem Hy-line variedade W36, alojadas em gaiolas metálicas (1,00 x 0,40 x 0,45 m) divididas em quatro compartimentos, munidas de comedouro frontal externo e bebedouro *nipple* tipo copo (Figura 10).

Figura 10 - Vista externa (a) e interna (b) do Galpão de Postura da FZEA

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (nível de energia x inclusão de xilanase), totalizando quatro tratamentos com 10 repetições de oito aves cada. Os tratamentos foram: controle positivo (dieta balanceada para respectiva idade = exigida); controle positivo+xilanase; controle negativo (dieta com redução de 100kcal/kg no nível de EM = reduzida); controle negativo+xilanase (Tabelas 28 e 29). As dietas fareladas foram à base de milho e farelo de soja e foram formuladas para atender as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2005), para os períodos de 18 a 32 semanas (Postura I) (Tabela 30) e 33 a 40 semanas (Postura II) (Tabela 31), exceto para o nível de energia das dietas dos tratamentos controle negativo (com ou sem inclusão de xilanase).

Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. A xilanase (ECONASE XT25[®]), produzida pelo microrganismo *Trichoderma reesei*, foi adicionada às dietas na proporção de 75g/t, sendo equivalente à atividade enzimática de 12.000 BXU/kg. A cada quatro semanas, amostras de rações produzidas e principais ingredientes das formulações foram enviadas ao laboratório para análise de recuperação da xilanase. Mortalidade, temperatura e umidade relativa foram monitoradas diariamente (Tabelas 32 e 33; Figura 2). As aves foram estimuladas com luz artificial a partir das 16 semanas de idade, sendo inicialmente fornecido um total de 14 h de luz, havendo acréscimos de 15 min a cada semana até completar 16h30 min.

Tabela 28 - Dietas experimentais 18 a 32 semanas

Dietas	Fatores	
	Xilanase (75g/t)	Energia (kcal/kg)
Controle positivo	Sem	2.905
Controle positivo+xilanase	Com	2.905
Controle negativo	Sem	2.805
Controle negativo+xilanase	Com	2.805

Tabela 29 - Dietas experimentais 33 a 40 semanas

Dietas	Fatores	
	Enzima (75g/t)	Energia (kcal/kg)
Controle positivo	Sem	2.800
Controle positivo+xilanase	Com	2.800
Controle negativo	Sem	2.700
Controle negativo+xilanase	Com	2.700

A cada quatro semanas (28 dias), caracterizando um período de avaliação, aves e sobras de ração foram pesadas a fim de se obter valores para peso corporal, ganho de peso e consumo de ração. A quantidade de ovos produzidos foi registrada diariamente. Nos dois últimos dias de cada período de avaliação, foram colhidos aleatoriamente, identificados e pesados quatro ovos por repetição. A massa de ovo foi calculada pela multiplicação da porcentagem da produção de ovos pelo peso do ovo. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração/ave/dia e massa de ovo.

Tabela 30 - Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais de 18 a 32 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	57,25	57,25	59,59	59,59
Farelo de soja	27,85	27,85	27,46	27,46
Óleo de soja	3,40	3,40	1,46	1,46
Econase XT 25	-	0,0075	-	0,0075
Fosfato bicálcico	1,60	1,60	1,58	1,58
Calcário fino	4,30	4,30	4,30	4,30
Calcário granulado	4,30	4,30	4,30	4,30
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40
Bicarbonato de sódio	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-metionina	0,27	0,27	0,27	0,27
Lisina	0,023	0,023	0,029	0,029
Supl. mineral vitamínico ²	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	0,015	0,0075	0,015	0,0075
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Valores calculados</i>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.905	2.905	2.805	2.805
Proteína bruta (%)	17,77	17,77	17,80	17,80
Ácido linoléico (%)	3,10	3,10	2,09	2,09
Fibra bruta (%)	2,77	2,77	2,79	2,79
Cálcio (%)	3,80	3,80	3,80	3,80
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,24	0,24	0,24	0,24
Metionina digestível (%)	0,52	0,52	0,52	0,52
Metionina+cistina digestível (%)	0,76	0,76	0,76	0,76
Lisina digestível (%)	0,84	0,84	0,84	0,84

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM exigida segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 7.000 UI; Vitamina D3 2.000 UI; Vitamina E 5,00 UI; Vitamina K3 1,00 mg; Vitamina B1 1,44 mg; Vitamina B2 3,57 mg; Vitamina B6 0,50 mg; Vitamina B12 10,00 mcg; Ácido fólico 0,50 mg; Ácido pantotênico 8,00 mg; Niacina 17,68 mg; Metionina 0,35 g; Selênio (Se) 0,30 mg; Manganês (Mn) 68,80 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 46,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Tabela 31 - Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais de 33 a 40 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	62,15	62,15	61,61	61,61
Farelo de soja	25,03	25,03	25,14	25,14
Óleo de soja	1,06	1,06	0,10	0,10
Econase XT 25	-	0,0075	-	0,0075
Fosfato bicálcico	1,46	1,46	1,46	1,46
Calcário fino	4,53	4,53	4,53	4,53
Calcário granulado	4,53	4,53	4,53	4,53
Sal	0,34	0,34	0,34	0,34
Bicarbonato de sódio	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-metionina	0,23	0,23	0,23	0,23
Lisina	0,03	0,03	0,03	0,03
Supl. mineral vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	0,015	0,0075	1,40	1,39
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.700	2.700
Proteína bruta (%)	16,89	16,89	16,89	16,89
Ácido linoléico (%)	1,94	1,94	1,41	1,41
Fibra bruta (%)	2,69	2,69	2,69	2,69
Cálcio (%)	3,94	3,94	3,94	3,94
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Metionina digestível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
Metionina+cistina digestível (%)	0,71	0,71	0,71	0,71
Lisina digestível (%)	0,78	0,78	0,78	0,78

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM exigida segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 7.000 UI; Vitamina D3 2.000 UI; Vitamina E 5,00 UI; Vitamina K3 1,00 mg; Vitamina B1 1,44 mg; Vitamina B2 3,57 mg; Vitamina B6 0,50 mg; Vitamina B12 10,00 mcg; Ácido fólico 0,50 mg; Ácido pantotênico 8,00 mg; Niacina 17,68 mg; Metionina 0,35 g; Selênio (Se) 0,30 mg; Manganês (Mn) 68,80 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 46,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Tabela 32 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de dezembro de 2009 a março de 2010 (18 a 32 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
18	29,3 ± 3,2	22,1 ± 1,8	89,4 ± 4,6	65,0 ± 14,1
19	31,9 ± 2,6	22,5 ± 3,1	81,5 ± 9,1	51,6 ± 8,9
20	31,9 ± 2,1	22,9 ± 1,4	88,0 ± 4,8	54,5 ± 10,8
21	31,7 ± 4,7	23,4 ± 2,1	77,4 ± 11,5	55,8 ± 15,6
22	32,7 ± 2,8	23,2 ± 1,2	89,6 ± 4,0	57,5 ± 9,9
23	32,6 ± 2,1	22,9 ± 1,6	90,2 ± 4,2	55,5 ± 8,8
24	30,1 ± 3,0	23,4 ± 1,2	90,1 ± 2,9	62,3 ± 11,9
25	30,5 ± 3,1	23,6 ± 1,6	92,2 ± 3,9	64,4 ± 14,0
26	29,3 ± 6,2	21,9 ± 2,3	86,6 ± 6,0	44,8 ± 4,7
27	28,0 ± 6,0	21,6 ± 1,8	84,3 ± 4,7	46,1 ± 10,9
28	26,9 ± 4,9	21,9 ± 2,2	89,6 ± 4,2	53,9 ± 13,3
29	27,6 ± 3,7	23,7 ± 2,0	85,9 ± 6,1	63,4 ± 13,1
30	30,4 ± 2,8	22,1 ± 2,7	84,4 ± 4,0	56,9 ± 14,2
31	31,7 ± 3,1	21,9 ± 3,4	84,6 ± 4,5	54,2 ± 15,0
32	31,8 ± 1,8	21,0 ± 2,0	81,1 ± 12,4	51,9 ± 8,4
Média	30,4 ± 1,9	22,5 ± 0,8	86,32 ± 4,1	55,8 ± 6,1

Tabela 33 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de março a maio de 2010 (33 a 40 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
33	31,7 ± 1,8	23,3 ± 1,4	82,8 ± 9,5	56,3 ± 10,3
34	28,8 ± 2,2	22,8 ± 2,7	85,1 ± 8,9	66,3 ± 8,9
35	25,8 ± 3,1	16,0 ± 2,5	80,1 ± 9,8	48,1 ± 12,5
36	29,9 ± 2,1	17,4 ± 4,1	68,4 ± 22,4	44,1 ± 7,4
37	31,7 ± 1,9	20,2 ± 2,4	81,4 ± 15,8	50,4 ± 9,1
38	29,0 ± 1,5	16,7 ± 3,4	82,4 ± 3,0	45,4 ± 9,6
39	27,7 ± 3,4	17,4 ± 2,6	81,6 ± 11,3	49,9 ± 10,7
40	25,1 ± 3,3	12,7 ± 3,2	81,1 ± 11,6	44,2 ± 9,3
Média	28,7 ± 2,4	18,3 ± 3,6	80,4 ± 5,0	50,6 ± 7,5

Para avaliação das características de qualidade externa (Figura 11) e interna (Figura 12), mediu-se primeiramente, altura e diâmetro do ovo com auxílio de paquímetro, determinando-se a relação altura/diâmetro de ovo. Procedeu-se então à análise da densidade aparente do ovo que consistiu na imersão dos ovos em soluções salinas, cuja concentração variou de 1,060 a 1,100 g/mL de H₂O, sendo que a densidade aparente foi o valor da concentração da solução salina em que o ovo flutuou.

Posteriormente os ovos foram quebrados e realizadas as medidas de altura de albúmen para determinação da Unidade Haugh e, altura, diâmetro e peso de

gema para obtenção das características índice de gema e porcentagem de gema e albúmen. A Unidade Haugh foi obtida pela fórmula: $UH=100\text{Log}(H+7,57-1,7W^{0,37})$, onde H=altura de albúmen e W=peso do ovo inteiro. A porcentagem de gema foi calculada pela relação entre o peso da gema e o peso do ovo inteiro e o resultado obtido foi multiplicado por 100.

Para o cálculo da porcentagem de albúmen foi utilizada a equação: $PA=100-(CS+PG)$, em que CS=porcentagem de casca e PG=porcentagem de gema. A cor de gema foi obtida através comparação visual com leque colorimétrico da ROCHE®, variando o escore de 1 a 15, sendo 1 para cor mais clara e 15 para mais escura. As cascas foram lavadas e secas em temperatura ambiente por 48 horas. Após esse período, realizou-se a medida de espessura da casca com auxílio de medidor de espessura (micrômetro).

Figura 11 - Avaliação das características de qualidade externa. (a) Identificação. (b) Medição de altura do ovo. (c) Medição do diâmetro do ovo. (d) Pesagem do ovo. (e) Determinação da densidade aparente. (f) Lavagem de casca. (g) Secagem de casca. (h) Pesagem de casca. (i) Medição de espessura de casca

Figura 12 – Avaliação das características de qualidade interna. (a) Medição altura de albúmen. (b) Medição diâmetro de gema. (c) Medição altura de gema. (d) cor de gema

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do SAS, a 5% de probabilidade, segundo modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + Z_j + (E \times Z)_{ij} + e_{ijk};$$

Y_{ijk} = observação da característica nas aves da unidade experimental k, do nível de energia i e da forma de suplementação enzimática j;

μ = constante comum a todas as unidades experimentais;

E_i = Efeito do i-ésimo nível de energia da dieta (i=1,2);

Z_j = Efeito da j-ésima forma de suplementação enzimática (j=1,2);

EZ_{ij} = Efeito da interação do i-ésimo nível de energia e j-ésima forma de suplementação enzimática;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ; $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

5.3 Resultados e discussão

As médias de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período de 18 a 40 semanas foram respectivamente de 30,4 e 18,3°C e 86,3 e 50,6% (Tabelas 32 e 33). A partir da 6ª semana, recomenda-se temperatura de

aproximadamente 21°C e umidade relativa de 40 a 60% (HY-LINE, 2009). Observou-se que a temperatura ambiente, durante o período experimental, permaneceu acima do recomendado pelo manual da linhagem, provavelmente porque o galpão de alojamento foi de conformação convencional e a região em que o experimento foi desenvolvido, foi caracterizada por temperaturas elevadas, com latitude 21°59'46" Sul, longitude 47°25'33" Oeste e clima tropical de altitude Cwa (PIRASSUNUNGA, 2011).

Os resultados para composição centesimal do milho utilizado nas dietas fornecidas de 18 a 40 semanas (Tabelas 34 e 35), quando transformados para base de matéria natural, foram próximos aos relatados por Rostagno et al. (2005), cujos valores para composição do milho em base de matéria natural foram de 62,4%; 8,26%; 3,61%; 1,73% e 3.381 kcal/kg, respectivamente aos teores de amido, proteína bruta, gordura, fibra bruta e energia metabolizável para aves. Dessa forma, o milho é tratado como um ingrediente de composição química conhecida e padronizada, estabelecida pela média de valores e publicada em tabelas de composição de alimentos, no entanto existem características adicionais à composição bromatológica, como vitreosidade e índice de solubilidade protéica, que poderiam auxiliar na determinação da qualidade desse ingrediente.

Em relação às características adicionais à composição bromatológica, observou-se que a vitreosidade do milho (Tabela 34 e 35) foi próxima àquela encontrada por Cantarelli et al. (2007) para grãos semiduros e duros (68,2% e 75,9%), cujos valores para energia digestível e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta para suínos foram inferiores em relação aos híbridos de milho de menor vitreosidade. Sabe-se que a vitreosidade é resultado da relação entre endosperma vítreo e endosperma total (CORRÊA et al., 2002). Uma vez que o endosperma vítreo apresenta certa resistência à ação das enzimas digestivas, a sua relação com o endosperma farináceo pode afetar diretamente a digestibilidade do milho (CANTARELLI et al., 2007).

Os valores para índice de solubilidade protéica do milho adicionado às dietas utilizadas no presente estudo variaram entre 38,00 e 52,00% (média = 45,00%) (Tabelas 34 e 35). A partir dos resultados, pode-se considerar o milho como ingrediente de boa qualidade quando comparado ao valor ótimo obtido por Métayer, Debicki-Garnier e Skiba (2009) igual a 33%. Para ingredientes contendo índice de

solubilidade protéica elevada, pode-se obter diminuição na contribuição da enzima, ou seja, a melhor qualidade do milho pode não resultar em efeito favorável pela suplementação enzimática.

Tabela 34 - Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 18 a 32 semanas de idade

Constituintes	Períodos (semanas)		
	18 – 24	25 – 28	29 – 32
Amido (% MS)	70,56	61,14	73,21
Proteína (% MS)	9,71	11,71	9,18
Extrato etéreo (% MS)	3,90	4,29	3,86
Fibra (% MS)	2,95	3,39	2,78
Outros (% MS)	12,88	19,47	10,97
Índice de solubilidade protéica (%)	45,3	52,0	53,3
Vitreosidade (%)	64,0	69,7	64,1
EMA Matéria natural (kcal/kg)	3.176	2.996	3.282

Tabela 35 - Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 33 a 40 semanas de idade

Constituintes	Períodos (semanas)	
	33 – 36	37 – 40
Amido (% MS)	71,44	71,48
Proteína (% MS)	9,63	10,19
Extrato etéreo (% MS)	3,99	3,94
Fibra (% MS)	2,89	2,95
Outros (% MS)	12,05	11,44
Índice de solubilidade protéica (%)	38,00	38,10
Vitreosidade (%)	67,40	67,20
EMA Matéria natural (kcal/kg)	3.169	3.189

A recuperação da xilanase, nas dietas experimentais e principais ingredientes (Tabela 36), confirmou a presença de enzima nas rações, entretanto alguns dos valores apresentados foram acima do esperado, inclusive naquelas sem inclusão de xilanase. Os valores elevados para atividade da enzima deve-se, provavelmente à xilanase endógena que pode estar associada à xilanase do milho (3.562 a 14.218 BXU/kg) ou à contaminação das dietas por microrganismos (COWIESON; RAVINDRAN, 2008). Independente dos valores encontrados, a xilanase esteve presente nas dietas em níveis acima do mínimo garantido pelo produto.

Tabela 36 – Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 18 a 40 semanas de idade

Tratamentos ¹		Períodos (semanas)				
Energia	Xilanase	18 – 24	25 – 28	29 – 32	33 – 36	37 – 40
Exigida	Sem	9.339	~750	2.044	9.646	2.513
	Com	24.208	16.845	19.514	17.825	15.652
Reduzida	Sem	10.143	~750	3.161	1.817	3.318
	Com	23.881	16.353	19.356	22.394	20.221
Ingredientes						
Milho		14.218	3.716	5.095	3.562	5.816
Farelo de soja		~2.500	<500	<500	<500	~500

¹Energia exigida, segundo Rostagno et al. (2005). Energia reduzida, com redução de 100 kcal/kg em relação à energia exigida.

O desempenho de poedeiras, entre 18 e 32 semanas de idade, submetidas à dieta balanceada para respectiva idade ou com redução de energia metabolizável em 100 kcal/kg, contendo ou não xilanase, não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 37).

Bayram et al. (2008) verificaram aumento no consumo de ração de codornas de postura quando submetidas a dietas, a base de milho e farelo de soja, com redução de 3,5% no nível de energia metabolizável e adição de 100 ppm de xilanase originada de bactéria, porém relataram que a enzima foi suficiente para compensar a redução de energia em até 3%, visto que dessa forma, ocorreram resultados semelhante para produção de ovos e consumo de ração em relação ao tratamento com nível de energia requerido e sem adição de enzima.

Verificou-se interação ($P<0,05$) entre os fatores energia e xilanase para conversão alimentar para o período de 33 a 40 semanas de idade (Tabela 38). O consumo de ração foi influenciado ($P<0,05$) pelo fator energia. Aves que receberam dieta, entre 33 e 40 semanas, com redução no nível de energia metabolizável, obtiveram consumo de ração superior ($P<0,05$) quando comparado ao valor encontrado para o tratamento em que a dieta foi formulada com o nível de energia metabolizável recomendado por Rostagno et al. (2005). Para o mesmo período, a massa de ovos de poedeiras submetidas a dietas sem suplementação enzimática foi superior ($P<0,05$).

Observou-se que a xilanase promoveu pior ($P<0,05$) conversão alimentar quando foi associada à dieta balanceada conforme recomendação para respectiva idade para o período de 33 a 40 semanas (Tabela 39).

Tabela 37 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 18 a 32 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis							
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave/d)	PD (%)	PO (g)	MO (g/ave/d)	CA (g:g)	VC (%)
EXI	Sem	1.510	336,19	78,17	72,52	54,37	42,05	1,89	100,00
	Com	1.496	327,29	80,35	70,76	53,00	39,26	2,07	99,38
RED	Sem	1.489	312,36	80,42	72,32	53,37	40,94	1,98	100,00
	Com	1.479	297,98	79,89	74,24	53,79	41,66	1,94	100,00
EN									
EXI		1.503	331,98	79,26	73,28	53,68	40,65	1,98	99,69
RED		1.484	305,17	80,15	71,64	53,59	41,30	1,96	100,00
XL									
Sem		1.499	324,28	79,29	72,42	53,90	41,50	1,94	100,00
Com		1.487	311,86	80,12	72,50	53,39	40,46	2,00	99,69
CV ² (%)		3,86	13,86	3,81	12,10	2,77	12,14	12,24	0,99
Valor P									
EN		0,3104	0,0662	0,3590	0,5576	0,8268	0,6818	0,8098	0,3240
XL		0,5374	0,4129	0,3964	0,9772	0,3199	0,5151	0,3823	0,3240
EN x XL		0,9165	0,8477	0,1686	0,5107	0,0681	0,2720	0,1563	0,3240

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; PD: Produção de ovos; PO: Peso do ovo; MO: Massa de ovo; CA: Conversão alimentar; VC: Viabilidade criatória. ²Coefficiente de variação.

Novak, Yakout e Remus (2008) não observaram diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para consumo de ração, ganho de peso e produção de ovos de poedeiras comerciais submetidas a dietas com redução de 3% de energia metabolizável e inclusão de complexo enzimático (amilase+xilanase+protease) em relação à dieta, sem enzima e balanceada para a respectiva idade da ave. Entretanto, os mesmos autores relataram que a adição do complexo enzimático reduziu peso e massa de ovo de poedeiras com idade entre 39 e 50 semanas.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos para qualidade externa dos ovos de poedeiras submetidas à dieta balanceada para respectiva idade ou com redução de energia metabolizável em 100 kcal/kg, contendo ou não xilanase (Tabelas 40 e 41), exceto para altura de ovo nos períodos de 18 a 32 e 33 a 40 semanas de idade, em que a redução de energia da dieta em 100 kcal/kg promoveu valores inferiores para essa característica.

Os resultados estão de acordo com Novak, Yakout e Remus (2008) que não observaram alterações significativas para densidade aparente de ovos de poedeiras no período de 18 a 60 semanas submetidas a dietas contendo complexo enzimático (xilanase+amilase+protease). Bayram et al. (2008) não verificaram diferenças significativas para índice de forma de ovo (altura/diâmetro de ovo) e espessura de

casca de codornas de postura quando submetidas a dietas, a base de milho e farelo de soja, com redução máxima de 3,5% no nível de energia metabolizável e adição de 100 ppm de xilanase originada de bactéria.

Tabela 38 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis							
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave/d)	PD (%)	PO (g)	MO (g/ave/d)	CA (g:g)	VC (%)
EXI	Sem	1.546	36,25	93,91	93,24	61,29	57,13	1,64	100,00
	Com	1.543	46,07	93,87	91,35	60,89	55,62	1,71	98,75
RED	Sem	1.534	45,25	100,36	93,08	60,40	56,20	1,81	100,00
	Com	1.505	51,90	97,00	92,15	59,80	55,06	1,76	99,38
EN									
EXI		1.545	40,90	93,89 ^b	92,29	61,09	56,37	1,68	99,38
RED		1.519	48,40	98,59 ^a	92,62	60,10	55,64	1,79	99,69
XL									
Sem		1.540	40,75	96,97	93,16	60,85	56,67 ^a	1,73	100,00
Com		1.524	48,99	95,43	91,75	60,34	55,34 ^b	1,74	99,06
CV ² (%)		4,18	78,40	3,97	2,40	2,72	3,48	4,74	2,22
Valor P									
EN		0,2207	0,5187	0,0004	0,6478	0,0660	0,2388	0,0001	0,6574
XL		0,4400	0,4738	0,1728	0,0529	0,3421	0,0387	0,7454	0,1881
EN x XL ³		0,5169	0,8901	0,1846	0,4984	0,8469	0,7667	0,0280	0,6574

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F. ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; PD: Produção de ovos; PO: Peso do ovo; MO: Massa de ovo; CA: Conversão alimentar; VC: Viabilidade criatória. ²Coeficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 39.

Tabela 39 - Desdobramento para conversão alimentar (g:g de massa) de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Exigida	1,64 ^{Aa}	1,71 ^{Ab}	1,68
Reduzida	1,81 ^{Ba}	1,76 ^{Aa}	1,79
Média	1,73	1,74	
CV ² (%)		4,74	

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F (p<0,05). ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F (p<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação.

Tabela 40 - Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 18 a 32 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		AO (mm)	DO (mm)	AO/DO	DA (g/mL H ₂ O)	CS (%)	EC (mm)
EXI	Sem	55,06	45,36	1,32	1,086	8,95	0,43
	Com	54,56	44,78	1,32	1,086	8,92	0,43
RED	Sem	54,34	44,98	1,32	1,087	9,12	0,44
	Com	54,46	44,99	1,31	1,087	9,04	0,44
EN							
EXI		54,81 ^a	45,07	1,32	1,087	8,93	0,43
RED		54,40 ^b	44,98	1,31	1,086	9,08	0,44
XL							
Sem		54,72	45,17	1,32	1,087	9,04	0,43
Com		54,51	44,89	1,32	1,086	8,98	0,44
CV ² (%)		1,08	2,20	1,18	0,14	2,67	3,46
Valor P							
EN		0,0378	0,7862	0,0767	0,1400	0,0632	0,1809
XL		0,3108	0,3724	0,4233	0,7645	0,4591	0,9170
EN x XL		0,1087	0,3576	0,6879	0,4858	0,7644	0,9170

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase.; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: Dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; AO: Altura de ovo; DO: Diâmetro de ovo; DA: Densidade aparente; CS: Porcentagem de casca; EC: Espessura de casca. ²Coeficiente de variação.

Roberts e Choct (2006) relataram que as características de qualidade de casca; força de quebra, peso, porcentagem e espessura de casca; foram significativamente maiores quando complexos enzimáticos (amilase+ β -glucanase+xilanase, amilase+ β -glucanase+celulase+protease ou β -glucanase+xilanase) foram adicionados às dietas a base de cevada.

As características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas à dieta balanceada para respectiva idade ou com redução de energia metabolizável em 100 kcal/kg, contendo ou não xilanase não apresentaram diferenças (P>0,05) para o período de 18 a 40 semanas (Tabelas 42 e 43).

Tabela 41 - Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		AO (mm)	DO (mm)	AO/DO	DA (g/mL H ₂ O)	CS (%)	EC (mm)
EXI	Sem	57,18	43,46	1,32	1,085	8,86	0,42
	Com	57,04	43,37	1,32	1,086	8,77	0,42
RED	Sem	56,57	43,40	1,30	1,085	8,90	0,42
	Com	56,48	43,11	1,31	1,085	8,85	0,42
EN							
EXI		57,11 ^a	43,42	1,32	1,085	8,82	0,42
RED		56,53 ^b	43,26	1,31	1,085	8,88	0,42
XL							
Sem		56,88	43,43	1,31	1,085	8,88	0,42
Com		56,76	43,24	1,31	1,086	8,81	0,42
CV ² (%)		1,26	1,04	1,21	0,19	2,29	2,54
Valor P							
EN		0,0146	0,2726	0,0983	0,8764	0,3519	0,3799
XL		0,6194	0,1872	0,6207	0,4388	0,2469	1,0000
EN x XL		0,9270	0,4915	0,7663	0,8764	0,7629	0,7687

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase.; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: Dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; AO: Altura de ovo; DO: Diâmetro de ovo; DA: Densidade aparente; CS: Porcentagem de casca; EC: Espessura de casca. ²Coeficiente de variação.

Roberts e Choct (2006) verificaram que a ausência de enzima ou a suplementação de complexo enzimático (amilase+ β -glucanase+xilanase) na dieta proporcionaram maiores valores para altura de albúmen e Unidade Haugh. Ao passo que foi obtido escore maior para cor de gema a partir da suplementação com amilase+ β -glucanase+xilanase ou amilase+ β -glucanase+celulase+protease. Murakami et al. (2007) relataram diferença significativa na medida da Unidade Haugh do albúmen, porcentagem de albúmen e gema, em dietas à base de milho, soja e farelo de trigo.

Tabela 42 - Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 18 a 32 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis				
		UH	PG (%)	IG	PA (%)	CG
EXI	Sem	108,49	21,39	0,42	64,60	7,04
	Com	109,42	20,66	0,42	63,40	7,15
RED	Sem	109,23	20,70	0,43	63,09	7,21
	Com	108,96	21,22	0,42	62,57	7,18
EN						
EXI		108,95	21,03	0,42	64,00	7,10
RED		109,10	20,96	0,42	62,83	7,19
XL						
Sem		108,86	21,05	0,42	63,85	7,13
Com		109,19	20,94	0,43	62,99	7,17
CV ² (%)		1,16	9,46	2,60	5,22	4,57
Valor P						
EN		0,7170	0,9169	0,4777	0,2738	0,3561
XL		0,4172	0,8657	0,6694	0,4184	0,6900
EN x XL		0,1420	0,3303	0,6694	0,7502	0,5235

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; UH: Unidade Haugh; PG: Porcentagem de gema; IG: Índice de gema; PA: Porcentagem de albúmen; CG: Cor de gema. ²Coeficiente de variação.

Tabela 43 - Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 33 a 40 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis				
		UH	PG (%)	IG	PA (%)	CG
EXI	Sem	104,00	25,69	0,40	65,50	6,93
	Com	103,54	25,74	0,40	65,39	6,84
RED	Sem	103,29	25,91	0,40	65,29	6,66
	Com	103,24	25,92	0,40	65,29	6,87
EN						
EXI		103,78	25,72	0,40	65,45	6,88
RED		103,27	25,91	0,40	65,29	6,76
XL						
Sem		103,65	25,80	0,40	65,39	6,79
Com		103,39	25,83	0,40	65,34	6,85
CV ² (%)		1,35	2,19	2,30	0,97	3,74
Valor P						
EN		0,2592	0,2784	0,3103	0,4365	0,1491
XL		0,5656	0,8741	0,4971	0,7870	0,4771
EN x XL		0,6400	0,9048	0,7336	0,7870	0,0769

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; UH: Unidade Haugh; PG: Porcentagem de gema; IG: Índice de gema; PA: Porcentagem de albúmen; CG: Cor de gema. ²Coeficiente de variação.

5.4 Conclusão

A redução de energia da dieta proporciona aumento no consumo de ração e redução da altura do ovo.

A xilanase associada a dieta com nível de energia exigido pela ave resulta em pior conversão alimentar de poedeiras comerciais no período de 33 a 40 semanas de idade.

A redução de energia da dieta em 100 kcal/kg associada à suplementação de xilanase não altera as principais características de qualidade externa e interna de ovos de poedeiras comerciais no período de 18 a 40 semanas de idade.

6 DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE NO PERÍODO DE 41 A 80 SEMANAS DE IDADE

6.1 Introdução

A utilização de enzimas exógenas em dietas para aves, a base de milho e farelo de soja, tem recebido atenção considerável, principalmente devido à variedade dos resultados apresentados, os quais algumas vezes contrariam os efeitos notados pela inclusão de enzimas exógenas em dietas a base de trigo ou cevada (COWIESON; RAVINDRAN, 2008).

Pode-se dizer que milho e o farelo de soja são os principais ingredientes fornecedores de energia e proteína para poedeiras comerciais. Entretanto, o milho contém somente 1g/kg de PNA solúvel em água, principalmente arabinoxilano, comparado com 24, 45 e 46g/kg presente no trigo, cevada e centeio, respectivamente (ENGLYST, 1989; CHOCT, 2010). Embora seja considerado de fácil digestão pelas aves, existem evidências que a presença de amidos resistentes pode limitar o valor de energia do milho (WEURDING et al., 2001). A inclusão de enzimas na ração para poedeiras possibilitaria reduzir o custo de produção, através da diminuição da quantidade de ingredientes de alto custo na ração sem que houvesse queda dos níveis de produção.

Nesse contexto, as xilanases são enzimas que podem ser utilizadas na nutrição de monogástricos para potencializar a digestão de polissacarídeos contidos no interior das células vegetais e não acessíveis à ação das secreções endógenas devido à inabilidade das aves e suínos em romper as paredes celulares vegetais. Tem-se constatado que a xilanase pode aumentar a digestibilidade e a eficiência de utilização dos alimentos, bem como a utilização do amido e da proteína, reduzirem a ação dos inibidores de crescimento e auxiliarem as enzimas endógenas nos processos digestivos (NUNES et al., 2007).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução do nível de energia da dieta e da inclusão da xilanase sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais na fase de produção no período de 41 a 80 semanas de idade.

6.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Galpão de Postura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) no período de maio de 2010 a fevereiro de 2011. Foram utilizadas 320 poedeiras comerciais, no período de 41 a 80 semanas de idade, da linhagem Hy-line variedade W36, alojadas em gaiolas metálicas (1,00 x 0,40 x 0,45 m) divididas em quatro compartimentos, munidas de comedouro frontal externo e bebedouro *nipple* tipo copo (Figura 10).

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (nível de energia x inclusão de xilanase), totalizando quatro tratamentos com 10 repetições de oito aves cada. Os tratamentos foram: controle positivo (dieta balanceada para respectiva idade); controle positivo+xilanase; controle negativo (dieta com redução de 100 kcal/kg no nível de EM); controle negativo+xilanase (Tabela 44).

Tabela 44 - Dietas experimentais de 41 a 80 semanas de idade

Dietas	Fatores	
	Xilanase (75 g/t)	Energia (kcal/kg)
Controle positivo	Sem	2.800
Controle positivo+xilanase	Com	2.800
Controle negativo	Sem	2.700
Controle negativo+xilanase	Com	2.700

As dietas fareladas foram à base de milho e farelo de soja e foram formuladas para atender as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2005), para os períodos de 40 a 80 semanas (Postura II), exceto para o nível de energia das dietas dos tratamentos controle negativo (com ou sem inclusão de enzima) (Tabela 45).

Água foi fornecida *ad libitum*. Durante o período experimental, a quantidade de ração fornecida foi limitada em 95 g/ave/dia. A xilanase (ECONASE XT25[®]), produzida pelo microrganismo *Trichoderma reesei*, foi adicionada às dietas na proporção de 75g/t, sendo equivalente à atividade enzimática de 12.000 BXU/kg.

A cada quatro semanas, amostras de rações produzidas e principais ingredientes das formulações foram enviadas ao laboratório para análise de atividade enzimática da xilanase. Mortalidade, temperatura e umidade relativa foram monitoradas diariamente (Tabelas 46, 47, 48 e 49; Figura 2). As aves foram

estimuladas com luz artificial a partir das 16 semanas de idade, sendo inicialmente fornecido um total de 14h de luz, havendo acréscimos de 15 min a cada semana até completar 16h30 min.

A cada quatro semanas (28 dias), caracterizando um período de avaliação, aves e sobras de ração foram pesadas a fim de se obter valores para peso corporal, ganho de peso e consumo de ração. A quantidade de ovos produzidos foi registrada diariamente. Nos dois últimos dias de cada período de avaliação, foram colhidos aleatoriamente, identificados e pesados quatro ovos por repetição. A massa de ovo foi calculada pela multiplicação da porcentagem da produção de ovos pelo peso do ovo. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração/ave/dia e massa de ovo.

Para avaliação das características de qualidade externa e interna (Figura 11), mediu-se primeiramente, altura e diâmetro do ovo com auxílio de paquímetro, determinando-se a relação altura/diâmetro de ovo. Procedeu-se então à análise da densidade aparente dos ovos que consistiu na imersão dos ovos em soluções salinas, cuja concentração variou de 1,060 a 1,100 g/mL de H₂O, sendo que a densidade aparente foi o valor da concentração da solução salina em que o ovo flutuou.

Posteriormente os ovos foram quebrados e realizadas as medidas de altura de albúmen para determinação da Unidade Haugh e, altura, diâmetro e peso de gema para obtenção das características índice de gema e porcentagem de gema e albúmen. A Unidade Haugh foi obtida pela fórmula: $UH=100\log(H+7,57-1,7W^{0,37})$, onde H=altura de albúmen e W=peso do ovo inteiro. A porcentagem de gema foi calculada pela relação entre o peso da gema e o peso do ovo inteiro e o resultado obtido foi multiplicado por 100.

Para o cálculo da porcentagem de albúmen foi utilizada a equação: $PA=100-(CS+PG)$, em que CS=porcentagem de casca e PG=porcentagem de gema. A cor de gema foi obtida através comparação visual com leque colorimétrico da ROCHE®, variando o escore de 1 a 15, sendo 1 para cor mais clara e 15 para mais escura. As cascas foram lavadas e secas em temperatura ambiente por 48 horas. Após esse período, realizou-se a medida de espessura da casca com auxílio de medidor de espessura (micrômetro).

Tabela 45 - Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais de 41 a 80 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	62,15	62,15	61,61	61,61
Farelo de soja	25,03	25,03	25,14	25,14
Óleo de soja	1,06	1,06	0,10	0,10
Econase XT 25	-	0,0075	-	0,0075
Fosfato bicálcico	1,46	1,46	1,46	1,46
Calcário fino	4,53	4,53	4,53	4,53
Calcário granulado	4,53	4,53	4,53	4,53
Sal	0,34	0,34	0,34	0,34
Bicarbonato de sódio	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-metionina	0,23	0,23	0,23	0,23
Lisina	0,03	0,03	0,03	0,03
Supl. mineral vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	0,015	0,0075	1,40	1,39
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.700	2.700
Proteína bruta (%)	16,89	16,89	16,89	16,89
Ácido linoléico (%)	1,94	1,94	1,41	1,41
Fibra bruta (%)	2,69	2,69	2,69	2,69
Cálcio (%)	3,94	3,94	3,94	3,94
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Metionina digestível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
Metionina+cistina digestível (%)	0,71	0,71	0,71	0,71
Lisina digestível (%)	0,78	0,78	0,78	0,78

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM requerida segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 7.000 UI; Vitamina D3 2.000 UI; Vitamina E 5,00 UI; Vitamina K3 1,00 mg; Vitamina B1 1,44 mg; Vitamina B2 3,57 mg; Vitamina B6 0,50 mg; Vitamina B12 10,00 mcg; Ácido fólico 0,50 mg; Ácido pantotênico 8,00 mg; Niacina 17,68 mg; Metionina 0,35 g; Selênio (Se) 0,30 mg; Manganês (Mn) 68,80 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 46,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Tabela 46 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de maio a junho de 2010 (40 a 45 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
41	24,3 ± 3,4	14,8 ± 4,5	88,6 ± 2,2	67,1 ± 16,1
42	25,8 ± 2,9	17,0 ± 3,9	79,7 ± 6,0	40,1 ± 24,9
43	23,7 ± 2,2	12,6 ± 5,0	85,1 ± 4,0	28,3 ± 17,6
44	22,9 ± 2,1	12,3 ± 3,2	83,4 ± 2,1	30,4 ± 18,7
45	26,8 ± 3,2	11,3 ± 2,3	83,3 ± 3,0	30,1 ± 23,2
Média	24,7 ± 1,4	13,6 ± 2,3	84,0 ± 3,2	39,2 ± 16,3

Tabela 47 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de junho a setembro de 2010 (46 a 59 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
46	26,7 ± 1,4	13,9 ± 4,1	81,3 ± 3,6	17,5 ± 11,6
47	26,2 ± 1,4	10,0 ± 2,8	82,3 ± 3,5	21,6 ± 8,3
48	27,6 ± 1,4	14,2 ± 2,6	79,1 ± 10,2	27,3 ± 9,7
49	28,0 ± 0,4	16,6 ± 1,8	77,8 ± 7,0	47,2 ± 10,1
50	28,0 ± 1,2	15,1 ± 2,3	58,9 ± 5,3	29,9 ± 3,6
51	28,0 ± 1,5	16,1 ± 2,4	55,7 ± 7,3	28,6 ± 5,4
52	27,5 ± 2,1	13,2 ± 2,6	57,2 ± 3,3	31,1 ± 8,9
53	26,1 ± 3,5	14,2 ± 3,9	49,1 ± 5,4	25,2 ± 4,5
54	27,9 ± 2,7	13,1 ± 4,6	40,4 ± 2,4	20,1 ± 0,4
55	32,2 ± 0,6	15,0 ± 3,8	36,1 ± 3,0	20,0 ± 3,5
56	28,6 ± 3,5	16,6 ± 1,8	41,3 ± 10,9	23,4 ± 10,1
57	29,4 ± 3,8	17,9 ± 3,4	48,9 ± 13,3	26,0 ± 12,3
58	32,1 ± 2,0	18,8 ± 2,6	47,9 ± 6,0	24,4 ± 4,0
Média	28,3 ± 1,9	15,0 ± 2,3	58,2 ± 16,6	26,3 ± 7,5

Tabela 48 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de setembro a dezembro de 2010 (59 a 71 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
59	29,7 ± 5,8	19,2 ± 1,5	64,8 ± 16,8	41,9 ± 22,9
60	26,0 ± 3,4	19,6 ± 1,7	84,6 ± 7,8	62,9 ± 16,0
61	26,7 ± 3,3	16,4 ± 3,3	57,5 ± 6,3	35,6 ± 9,8
62	31,3 ± 2,5	19,6 ± 3,5	62,6 ± 10,6	34,6 ± 7,0
63	33,1 ± 3,1	19,1 ± 3,3	61,8 ± 16,1	30,9 ± 11,6
64	29,8 ± 3,0	18,1 ± 2,6	61,6 ± 12,4	26,2 ± 10,6
65	30,9 ± 2,3	19,6 ± 2,3	65,9 ± 13,9	34,4 ± 11,00
66	29,1 ± 1,2	19,3 ± 1,8	63,0 ± 6,0	40,7 ± 8,9
67	30,7 ± 3,0	20,2 ± 2,6	72,4 ± 17,1	42,7 ± 20,0
68	32,8 ± 1,3	21,6 ± 2,3	71,8 ± 3,4	34,5 ± 9,0
69	32,5 ± 2,9	22,4 ± 1,6	83,0 ± 7,6	46,8 ± 7,2
70	31,7 ± 2,8	23,9 ± 2,3	65,3 ± 9,4	37,3 ± 8,6
71	30,8 ± 2,8	20,8 ± 1,2	84,8 ± 9,9	51,5 ± 14,7
Média	30,4 ± 2,2	20,0 ± 1,9	69,2 ± 9,4	40,0 ± 9,6

Tabela 49 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas no período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011 (72 a 80 semanas)

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
72	30,9 ± 1,4	21,4 ± 2,9	87,1 ± 6,1	41,4 ± 6,5
73	31,8 ± 1,00	21,1 ± 1,7	86,9 ± 2,1	47,9 ± 18,2
74	30,4 ± 2,2	21,6 ± 1,6	87,6 ± 3,8	58,3 ± 12,6
75	29,4 ± 1,7	21,3 ± 1,3	85,0 ± 3,9	53,6 ± 11,7
76	31,6 ± 4,1	21,9 ± 1,5	74,9 ± 11,1	44,0 ± 16,2
77	34,6 ± 0,5	22,2 ± 1,3	65,3 ± 5,0	32,2 ± 6,9
78	32,3 ± 2,9	21,5 ± 1,4	77,5 ± 7,4	42,5 ± 14,4
79	32,6 ± 1,6	22,0 ± 1,4	71,8 ± 3,8	34,1 ± 7,6
80	31,6 ± 2,0	21,4 ± 1,7	70,4 ± 5,3	36,1 ± 6,3
Média	31,7 ± 1,4	21,6 ± 0,3	78,5 ± 8,4	43,4 ± 8,8

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do SAS, a 5% de probabilidade, segundo modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + Z_j + (E \times Z)_{ij} + e_{ijk};$$

Y_{ijk} = observação da característica nas aves da unidade experimental k, do nível de energia i e da forma de suplementação enzimática j;

μ = constante comum a todas as unidades experimentais;

E_i = Efeito do i-ésimo nível de energia da dieta (i=1,2);

Z_j = Efeito da j-ésima forma de suplementação enzimática (j=1,2);

EZ_{ij} = Efeito da interação do i-ésimo nível de energia e j-ésima forma de suplementação enzimática;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ; $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

6.3 Resultados e discussão

As médias de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período de 41 a 80 semanas variaram respectivamente de 24,7 a 31,7 e 13,6 a 21,6°C e 58,2 a 84,0 e 26,3 a 43,4% (Tabelas 46, 47, 48 e 49). Por tratar-se do período de inverno, verificaram-se temperaturas mais baixas entre maio e junho de 2010. Por outro lado, no período do verão (dezembro a fevereiro de 2011), foram obtidas temperaturas mais elevadas.

A partir da 6ª semana, recomenda-se temperatura de aproximadamente 21°C e umidade relativa de 40 a 60% (HY-LINE, 2009). Dessa forma, observou-se que a temperatura ambiente, durante o período experimental, permaneceu acima do recomendado pelo manual da linhagem, provavelmente porque o galpão de alojamento foi de conformação convencional e a região em que o experimento foi desenvolvido, foi caracterizada por temperaturas elevadas, com latitude 21°59'46" Sul, longitude 47°25'33" Oeste e clima tropical de altitude Cwa (PIRASSUNUNGA, 2011).

Os resultados para composição centesimal do milho utilizado nas dietas fornecidas de 41 a 80 semanas (Tabelas 50 e 51), quando transformados para base de matéria natural, foram próximos aos relatados por Rostagno et al. (2005), cujos valores para composição do milho em base de matéria natural foram de 62,4%; 8,26%; 3,61%; 1,73% e 3.381 kcal/kg, respectivamente aos teores de amido, proteína bruta, gordura, fibra bruta e energia metabolizável para aves. Dessa forma, o milho é tratado como um ingrediente de composição química conhecida e padronizada, estabelecida pela média de valores e publicada em tabelas de composição de alimentos, no entanto existem características adicionais à composição bromatológica, como vitreosidade e índice de solubilidade protéica, que poderiam auxiliar na determinação da qualidade desse ingrediente.

Em relação à composição bromatológica, observou-se que a vitreosidade do milho (Tabela 50 e 51) foi próxima àquela encontrada por Cantarelli et al. (2007) para grãos semiduros e duros (68,2% e 75,9%), cujos valores para energia digestível e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta para suínos foram inferiores em relação aos híbridos de milho de menor vitreosidade. Sabe-se que a vitreosidade é resultado da relação entre endosperma vítreo e endosperma total (CORRÊA et al., 2002). Uma vez que o endosperma vítreo apresenta certa resistência à ação das enzimas digestivas, a sua relação com o endosperma farináceo pode afetar diretamente a digestibilidade do milho (CANTARELLI et al., 2007).

Os valores para índice de solubilidade protéica do milho adicionado às dietas utilizadas no presente estudo variaram entre 37,78 e 63,12% (média = 50,45%) (Tabelas 50 e 51), considerando-se ingrediente de boa qualidade quando comparado ao valor ótimo obtido por Métayer, Debicki-Garnier e Skiba (2009) o qual

foi igual a 33%. Para altos valores de índice de solubilidade protéica, pode-se obter diminuição na contribuição da enzima, ou seja, a melhor qualidade do milho pode não resultar em efeito favorável pela suplementação enzimática.

Tabela 50 - Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 41 a 60 semanas de idade

Constituintes ¹	Períodos (semanas)				
	41-44	45-48	49-52	53-56	57-60
Amido (% MS)	69,95	71,13	71,24	71,21	71,56
Proteína (% MS)	9,78	11,11	10,71	11,26	10,31
Extrato etéreo (% MS)	4,07	3,90	4,03	4,08	3,90
Fibra (% MS)	3,03	3,22	3,17	3,42	3,09
Outros (% MS)	13,17	10,64	10,84	10,03	11,14
Umidade (%)	-	13,79	13,37	13,75	13,22
ISP (%)	52,70	47,41	49,61	41,80	48,77
Vitreosidade (%)	66,50	66,78	66,90	71,70	65,66
EMA 88% MS (kcal/kg)	-	3.261	3.270	3.254	3.252
EMA MN (kcal/kg)	3.208	3.181	3.205	3.189	3.207
Cinzas (%)	-	1,49	1,52	-	-
FDN (%)	-	9,59	9,31	-	-
FDA (%)	-	4,46	4,57	-	-

¹MS: Matéria seca; MN: Matéria natural; ISP: Índice de solubilidade protéica; EMA: Energia metabolizável aparente.

Tabela 51 - Composição centesimal, solubilidade da proteína e EMA estimada do milho utilizado nas dietas experimentais no período de 61 a 80 semanas de idade

Constituintes ¹	Períodos (semanas)				
	61-64	65-68	69-71	72-76	77-80
Amido (% MS)	71,45	71,85	72,09	71,59	71,76
Proteína (% MS)	10,81	10,78	10,05	9,89	9,77
Extrato etéreo (% MS)	4,13	4,12	3,99	3,91	3,97
Fibra (% MS)	3,20	3,15	3,07	3,06	3,06
Outros (% MS)	10,41	10,10	-	-	-
Umidade (%)	12,98	13,15	12,00	12,00	12,00
ISP (%)	62,22	63,12	48,87	37,78	43,63
Vitreosidade (%)	68,73	69,02	66,39	64,11	64,72
EMA 88% MS (kcal/kg)	3.350	3.366	-	-	-
EMA MN (kcal/kg)	3.313	3.322	3.266	3.178	3.215

¹MS: Matéria seca; MN: Matéria natural; ISP: Índice de solubilidade protéica; EMA: Energia metabolizável aparente.

A recuperação da xilanase, nas dietas experimentais e principais ingredientes (Tabelas 52 e 53), confirmou a presença de enzima nas dietas em níveis acima do mínimo garantido pelo produto. Geralmente, podem ser observados valores elevados para atividade da enzima, provavelmente devido à xilanase endógena que

pode estar associada à xilanase do milho ou à contaminação das dietas por microrganismos (COWIESON; RAVINDRAN, 2008).

Em relação às variáveis de desempenho, observou-se que ganho de peso, peso de ovo e viabilidade criatória não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos (Tabela 54). Foi verificada interação ($P<0,05$) entre os fatores energia e xilanase para produção e massa de ovos e conversão alimentar. Entretanto somente o fator energia influenciou ($P<0,05$) o peso corporal e consumo de ração, sendo que a partir da redução de energia da dieta foram obtidos menor peso corporal e maior consumo de ração.

A xilanase promoveu maior ($P<0,05$) produção de ovos de poedeiras submetidas a dietas com redução de energia em 100 kcal/kg no período de 41 a 60 semanas de idade (Tabela 55). Por outro lado, a partir da redução de energia em dietas sem suplementação de xilanase foi obtido valor inferior ($P<0,05$) para massa de ovo e pior conversão alimentar.

Tabela 52 - Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 41 a 60 semanas de idade

Tratamentos ¹		Períodos (semanas)				
Energia	Xilanase	41 – 44	45 – 48	49 – 52	53 – 56	57- 60
Exigida	Sem	1.449	~900	4.337	1.060	1.104
	Com	13.595	18.166	25.917	16.130	16.199
Reduzida	Sem	1.273	1.471	5.582	1.554	2.443
	Com	14.037	16.167	21.853	14.547	15.313
Ingredientes						
Milho		8.192	7.013	9.864	2.871	4.947
Farelo de soja		~500	~850	~200	<500	<500

¹Energia exigida, segundo Rostagno et al. (2005). Energia reduzida, com redução de 100 kcal/kg em relação à energia exigida.

Tabela 53 - Recuperação da xilanase (BXU/kg) para os principais ingredientes e dietas experimentais fornecidas às aves no período de 61 a 80 semanas de idade

Tratamentos ¹		Períodos (semanas)				
Energia	Xilanase	61 – 64	65 – 68	69 – 71	72 – 76	77 – 80
Exigida	Sem	2.100	2.890	2.786	9.381	2.286
	Com	16.724	15.984	20.820	22.294	22.952
Reduzida	Sem	2.888	2.665	2.352	2.425	2.773
	Com	15.664	16.136	19.308	19.982	22.046
Ingredientes						
Milho		3.639	4.014	4.476	4.504	3.935
Farelo de soja		<500	<500	500	500	510

¹Energia exigida, segundo Rostagno et al. (2005). Energia reduzida, com redução de 100 kcal/kg em relação à energia exigida.

Tabela 54 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis							
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave/d)	PD (%)	PO (g)	MO (g/ave/d)	CA (g:g)	VC (%)
EXI	Sem	1.563	17,28	94,68	87,06	63,88	55,58	1,72	99,75
	Com	1.568	32,42	94,72	86,20	63,18	54,43	1,75	99,25
RED	Sem	1.529	-5,33	94,93	84,39	63,52	53,55	1,78	99,18
	Com	1.529	11,76	94,95	86,81	62,67	54,36	1,76	99,75
EN									
EXI		1.566 ^a	24,85	94,72 ^b	86,63	63,53	55,00	1,73	99,50
RED		1.529 ^b	3,21	94,94 ^a	85,60	63,09	53,95	1,77	99,46
XL									
Sem		1.546	5,98	94,81	85,72	63,70	54,56	1,75	99,46
Com		1.549	22,09	94,84	86,50	62,93	54,39	1,75	99,50
CV ² (%)		3,07	338,46	0,40	2,70	2,27	2,78	2,84	1,54
Valor P									
EN		0,0185	0,1584	0,0127	0,1715	0,3415	0,0355	0,0243	0,9422
XL		0,8596	0,2904	0,7797	0,2951	0,0967	0,7192	0,8499	0,9422
EN x XL ³		0,8717	0,9487	0,9314	0,0323	0,8784	0,0493	0,0494	0,2779

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F. ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; PD: Produção de ovos; PO: Peso do ovo; MO: Massa de ovo; CA: Conversão alimentar; VC: Viabilidade criatória. ²Coefficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 55.

Tabela 55 - Desdobramento para produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
	Produção de ovos (%)		
Exigida	87,06 ^{Aa}	86,20 ^{Aa}	86,63
Reduzida	84,39 ^{Bb}	86,81 ^{Aa}	85,60
Média	85,72	86,50	
CV ² (%)	2,70		
Massa de ovo (g/ave/d)			
Exigida	55,58 ^{Aa}	54,43 ^{Aa}	55,00
Reduzida	53,55 ^{Ba}	54,36 ^{Aa}	53,95
Média	54,56	54,39	
CV ² (%)	2,78		
Conversão alimentar (g:g)			
Exigida	1,72 ^{Aa}	1,75 ^{Aa}	1,73
Reduzida	1,78 ^{Ba}	1,76 ^{Aa}	1,77
Média	1,75	1,75	
CV ² (%)	2,84		

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F (p<0,05). ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F (p<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação.

Para o período de 61 a 80 semanas não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para peso do ovo (Tabela 56). Houve interação ($P<0,05$) entre os fatores para consumo de ração, produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar. Entretanto somente o fator energia proporcionou diferenças ($P<0,05$) para as características peso corporal, ganho de peso e viabilidade criatória. Como esperado, aves que receberam dietas com nível de energia recomendado obtiveram maior ($P<0,05$) peso corporal e ganho de peso, provavelmente devido aos 100 kcal de EM/kg a mais do que as dietas com redução no nível de energia. Por outro lado, as dietas com nível de energia recomendado proporcionaram menor ($P<0,05$) viabilidade criatória.

A suplementação de xilanase resultou em menor ($P<0,05$) consumo de ração, para o período de 61 a 80 semanas, para aves submetidas a dieta com nível de energia recomendado por Rostagno et al. (2005), possivelmente em decorrência da maior disponibilidade de energia da dieta resultando em menor quantidade de ração ingerida para atendimento da exigência nutricional (Tabela 57). Da mesma forma, foram obtidos maiores ($P<0,05$) valores de produção e massa de ovos e melhor ($P<0,05$) conversão alimentar para aves submetidas à dieta com redução de 100 kcal/kg de energia e suplementação de xilanase.

Jaroni et al. (1999b) não verificaram mudanças no ganho de peso e produção de ovos de poedeiras alimentadas com dietas a base de milho e farelo de soja ou com 8 e 16 % de farelo de trigo e presença de enzima (xilanase+protease), porém obtiveram maior peso de ovo com a utilização de dietas que foram suplementadas com enzima. Mathlouthi, Mohamed e Labier (2003) relataram que a suplementação enzimática de β -glucanase+xilanase de dietas a base de milho e farelo de soja para poedeiras não alterou a produção, peso e massa de ovos, no entanto proporcionou melhor conversão alimentar para o período de 45 a 54 semanas.

Tabela 56 - Desempenho de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis							
		PC (g)	GP (g)	CR (g/ave/d)	PD (%)	PO (g)	MO (g/ave/d)	CA (g:g)	VC (%)
EXI	Sem	1.626	62,65	94,83	80,12	65,36	52,35	1,82	99,50
	Com	1.646	78,00	94,67	77,71	64,30	49,92	1,91	98,93
RED	Sem	1.562	33,33	94,86	76,15	64,92	49,43	1,93	100,00
	Com	1.569	40,63	94,91	80,16	64,56	51,74	1,84	99,75
EN									
EXI		1.636 ^a	70,32 ^a	94,75	78,92	64,83	51,13	1,86	99,21 ^b
RED		1.566 ^b	36,98 ^b	94,88	78,16	64,74	50,59	1,89	99,88 ^a
XL									
Sem		1.594	47,99	94,84	78,13	65,14	50,89	1,87	99,75
Com		1.608	59,32	94,79	78,94	64,43	50,83	1,87	99,34
CV ² (%)		4,41	89,54	0,18	4,67	2,33	4,56	4,80	0,96
Valor P									
EN		0,0033	0,0347	0,0163	0,5179	0,8531	0,4631	0,4043	0,0356
XL		0,5347	0,4609	0,3220	0,4929	0,1484	0,9380	1,0000	0,1830
EN x XL ³		0,7738	0,7926	0,0481	0,0088	0,4707	0,0027	0,0035	0,5981

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de F. ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Energia exigida segundo Rostagno et al. (2005); RED: Energia reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida; PC: Peso corporal; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; PD: Produção de ovos; PO: Peso do ovo; MO: Massa de ovo; CA: Conversão alimentar; VC: Viabilidade criatória. ²Coefficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 57.

As principais características de qualidade externa dos ovos não foram influenciadas (P>0,05) pelos tratamentos (Tabela 58), exceto porcentagem de casca, em que a redução de energia e a suplementação de xilanase promoveram diminuição (P<0,05) do valor para essa variável no período de 61 a 80 semanas (Tabela 59). Os resultados estão de acordo com Jaroni et al. (1999b) uma vez que não observaram diferenças para porcentagem de casca de ovos de poedeiras submetidas a dietas a base de milho ou com 8 e 16 % de farelo de trigo e suplementação enzimática (xilanase+protease). Roberts e Choct (2006) verificaram que a suplementação de enzima (amilase+β-glucanase+celulase+protease) em dietas para poedeiras resultou em menor porcentagem e espessura de casca de ovos quando comparada à dieta controle sem enzima exógena.

Por outro lado, Jaroni et al. (1999b) constataram redução significativa na densidade aparente de ovos de poedeiras submetidas a dietas com adição de farelo de trigo e enzima (xilanase+protease). Os mesmos autores relataram que o declínio na densidade aparente foi devido, provavelmente ao aumento da quantidade de albúmen e gema com a suplementação enzimática, sendo que existem estudos

anteriores demonstrando que a inclusão de enzimas em dietas a base de cereais influenciam negativamente na qualidade de casca dos ovos.

Tabela 57 - Desdobramento para consumo de ração, produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
Consumo de ração (g/ave/d)			
Exigida	94,83 ^{Aa}	94,67 ^{Bb}	94,75
Reduzida	94,86 ^{Aa}	94,91 ^{Aa}	94,88
Média	94,84	94,79	
CV ² (%)	0,18		
Produção de ovos (%)			
Exigida	80,12 ^{Aa}	77,71 ^{Aa}	78,92
Reduzida	76,15 ^{Bb}	80,16 ^{Aa}	78,16
Média	78,13	78,94	
CV ² (%)	4,67		
Massa de ovo (g/ave/d)			
Exigida	52,35 ^{Aa}	49,92 ^{Ab}	51,13
Reduzida	49,43 ^{Bb}	51,74 ^{Aa}	50,59
Média	50,89	50,83	
CV ² (%)	4,56		
Conversão alimentar (g:g)			
Exigida	1,82 ^{Aa}	1,91 ^{Ab}	1,86
Reduzida	1,93 ^{Bb}	1,84 ^{Aa}	1,89
Média	1,87	1,87	
CV ² (%)	4,80		

^{A,B} Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação.

As características de qualidade interna de ovos de poedeiras no período de 41 a 60 semanas não foram influenciadas (P>0,05) pelas dietas, exceto para índice de gema e cor de gema, para as quais foi verificada interação (P<0,05) entre os fatores (Tabela 60). O menor (P<0,05) índice de gema foi obtido para ovos de poedeiras submetidas a dietas com nível de energia recomendado e sem xilanase (Tabela 61). Entretanto, os valores foram considerados adequados, uma vez que estiveram compreendidos entre 0,3 e 0,5. Por outro lado, embora tenha existido pequena variação numérica, a xilanase promoveu menor (P<0,05) coloração de gema a partir do fornecimento de dieta com redução no nível de energia.

Tabela 58 - Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		AO (mm)	DO (mm)	AO/DO	DA (g/mL H ₂ O)	CS (%)	EC (mm)
EXI	Sem	57,61	45,07	1,29	1,084	8,73	0,42
	Com	57,74	44,95	1,30	1,084	8,70	0,42
RED	Sem	57,50	43,98	1,31	1,084	8,69	0,42
	Com	57,46	44,86	1,30	1,084	8,67	0,42
EN							
EXI		57,67	45,01	1,30	1,084	8,72	0,42
RED		57,48	44,42	1,30	1,084	8,68	0,42
XL							
Sem		57,55	44,52	1,30	1,084	8,71	0,42
Com		57,60	44,90	1,30	1,084	8,69	0,42
CV ² (%)		0,91	6,29	3,00	0,12	1,34	1,61
Valor P							
EN		0,2525	0,5137	0,6589	0,5445	0,3689	0,8156
XL		0,7861	0,6695	0,7786	0,9033	0,4763	0,8156
EN x XL		0,6230	0,5739	0,4959	0,7157	0,8821	0,8156

¹EN: Energia; XL: Xilanase.; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: Dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; AO: Altura de ovo; DO: Diâmetro de ovo; DA: Densidade aparente; CS: Porcentagem de casca; EC: Espessura de casca. ²Coeficiente de variação.

Para o período de 61 a 80 semanas, não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) para características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas a base de milho e farelo de soja com ou sem inclusão de xilanase (Tabela 62).

Roberts e Choct (2006) obtiveram valores para altura de albúmen e consequentemente unidade Haugh inferiores de ovos de poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com enzimas (amilase, xilanase, protease, pectinase e β -glucanase). Além disso, assim como no presente experimento, os mesmos autores verificaram que a suplementação de xilanase+celulase+ β -glucanase+pectinase ou somente xilanase, resultou na menor coloração de gema dos ovos, concluindo que embora o efeito de menor coloração de gema devido à inclusão de enzimas nas dietas não possa ser esclarecido facilmente, pode-se provavelmente associar tal evento com diferenças na utilização dos lipídios da dieta pelas aves.

Tabela 59 - Características de qualidade externa de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis					
		AO (mm)	DO (mm)	AO/DO	DA (g/mL H ₂ O)	CS (%)	EC (mm)
EXI	Sem	58,39	43,87	1,33	1,080	8,31	0,40
	Com	58,34	43,76	1,33	1,080	8,16	0,40
RED	Sem	58,12	43,82	1,33	1,081	8,13	0,40
	Com	58,28	43,63	1,33	1,080	8,09	0,40
EN							
EXI		58,36	43,82	1,33	1,080	8,23 ^a	0,40
RED		58,20	43,73	1,33	1,080	8,11 ^b	0,40
XL							
Sem		58,25	43,85	1,33	1,080	8,22 ^a	0,40
Com		58,31	43,70	1,33	1,080	8,12 ^b	0,40
CV ² (%)		1,10	0,84	0,99	0,12	1,45	1,80
Valor P							
EN		0,4194	0,4380	0,7210	0,3484	0,0022	0,3848
XL		0,7882	0,2113	0,1952	0,4807	0,0160	0,6626
EN x XL		0,6188	0,7369	0,2873	0,8136	0,1462	1,0000

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste de F (P<0,05). ¹EN: Energia; XL: Xilanase.; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: Dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; AO: Altura de ovo; DO: Diâmetro de ovo; DA: Densidade aparente; CS: Porcentagem de casca; EC: Espessura de casca. ²Coeficiente de variação.

Tabela 60 - Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis				
		UH	PG (%)	IG	PA (%)	CG
EXI	Sem	101,59	26,86	0,39	64,44	8,41
	Com	101,44	26,67	0,40	64,63	8,40
RED	Sem	101,88	26,82	0,40	64,45	8,41
	Com	101,09	26,86	0,40	64,36	8,21
EN						
EXI		101,51	26,77	0,40	64,53	8,40
RED		101,48	26,84	0,40	64,40	8,31
XL						
Sem		101,73	26,84	0,40	64,44	8,41
Com		101,26	26,76	0,40	64,50	8,30
CV ² (%)		1,57	1,76	1,59	0,82	1,29
Valor P						
EN		0,9521	0,6224	0,0897	0,4482	0,0081
XL		0,3582	0,6084	0,8047	0,7546	0,0052
EN x XL ³		0,5254	0,4374	0,0312	0,4175	0,0081

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; UH: Unidade Haugh; PG: Porcentagem de gema; IG: Índice de gema; PA: Porcentagem de albúmen; CG: Cor de gema. ²Coeficiente de variação. ³Desdobramento da interação significativa (P<0,05) entre os fatores está apresentado na Tabela 61.

Tabela 61 - Desdobramento para índice e cor de gema de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 41 a 60 semanas de idade

Energia ¹	Xilanase		Média
	Sem	Com	
	Índice de gema		
Exigida	0,39 ^{Ba}	0,40 ^{Aa}	0,40
Reduzida	0,40 ^{Aa}	0,40 ^{Aa}	0,40
Média	0,40	0,40	
CV ² (%)	1,59		
Cor de gema			
Exigida	8,41 ^{Aa}	8,40 ^{Aa}	8,40
Reduzida	8,41 ^{Aa}	8,21 ^{Bb}	8,31
Média	8,41	8,30	
CV ² (%)	4,67		

^{A,B} Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de F ($p < 0,05$). ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de F ($p < 0,05$). ¹Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coefficiente de variação.

Tabela 62 - Características de qualidade interna de ovos de poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase no período de 61 a 80 semanas de idade¹

EN	XL	Variáveis				
		UH	PG (%)	IG	PA (%)	CG
EXI	Sem	98,47	27,76	0,38	64,02	6,79
	Com	98,58	27,77	0,38	64,07	6,69
RED	Sem	98,85	27,82	0,38	63,95	6,81
	Com	98,75	27,92	0,38	63,84	6,73
EN						
EXI		98,53	27,76	0,38	64,04	6,74
RED		98,80	27,87	0,38	63,89	6,77
XL						
Sem		98,66	27,79	0,38	63,98	6,80
Com		98,67	27,85	0,38	63,95	6,71
CV ² (%)		1,67	2,76	1,78	1,29	2,20
Valor P						
EN		0,6016	0,6671	0,3579	0,5645	0,5616
XL		0,9879	0,8145	0,6442	0,9062	0,0617
EN x XL		0,8402	0,8304	0,3579	0,7613	0,8242

¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; UH: Unidade Haugh; PG: Porcentagem de gema; IG: Índice de gema; PA: Porcentagem de albúmen; CG: Cor de gema. ²Coefficiente de variação.

6.4 Conclusão

A suplementação de xilanase em dietas com redução em 100 kcal/kg no nível de energia proporciona maior produção de ovos, massa de ovos e melhor conversão alimentar no período de 41 a 80 semanas de idade.

No período de 61 a 80 semanas de idade, a redução de energia da dieta em 100 kcal/kg resulta em diminuição da porcentagem de casca do ovo.

A redução de energia combinada com suplementação de xilanase não altera a maioria das características de qualidade externa e interna de ovos de poedeiras com idade entre 41 e 80 semanas, porém promove redução no escore para cor de gema no período de 41 a 60 semanas de idade.

7 INCREMENTO DE ENERGIA E COEFICIENTES DE METABOLIZABILIDADE DETERMINADOS COM POEDEIRAS COMERCIAIS DE 14, 36, 60 E 80 SEMANAS DE IDADE SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO XILANASE

7.1 Introdução

Energia não é um nutriente, entretanto é o principal componente nutricional que influencia o desempenho da ave. Resulta da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo, sendo liberada como calor ou armazenada para posterior uso pelos processos metabólicos dos animais.

Sabe-se que aproximadamente 20% da energia é utilizada para produção, com isso é fundamental a decisão da quantidade a ser fornecida, já que a ave direcionará a energia preferencialmente para sua manutenção e diminuirá a produção se o aporte for insuficiente. Uma dieta deficiente em energia poderá determinar diminuição no crescimento da ave, bem como queda de postura e perda de peso (LEESON; SUMMERS, 1997).

O milho é adicionado na dieta de aves principalmente como fonte de energia, entretanto a composição química e concomitantemente o valor nutricional do milho é variável e dependente da variedade, condições de crescimento, temperatura, estrutura do amido, matriz lipídica/protéica/aminoacídica e da presença de vários fatores anti-nutricionais (COLLINS; MORAN; STILBORN, 2001).

Destaca-se como um dos fatores anti-nutricionais os PNA's. O milho contém apenas 1% de PNA's solúveis, principalmente arabinoxilanos comparado com 24, 45 e 46% para trigo, cevada e centeio, respectivamente (CHOCT, 2010). Entretanto, embora seja considerado um ingrediente de fácil digestão, existem evidências que sugerem a presença de amido resistente à digestão, podendo limitar o valor de energia do milho e conseqüentemente da energia da dieta (SLOMINSKI, 2001).

Existe um número de mecanismos em potencial pelos quais as enzimas exógenas melhoram o valor nutritivo do milho e conseqüentemente de dietas a base de milho e soja (COWIESON, 2005). Enzimas podem hidrolisar polissacarídeos que impedem a digestão de grãos de amido ou proteína, tornando esses compostos disponíveis para digestão pela ação de enzimas endógenas (BEDFORD, 1996).

Embora a presença de PNA's no milho não seja um grande problema, a utilização de xilanase pode proporcionar efeitos benéficos em dietas a base de milho

e farelo de soja para aves, provavelmente pela melhoria nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, mediada por alterações na estrutura da parede celular, uma vez que xilanos e arabinoxilanos sofrendo hidrólise pela ação de enzima exógena, podem liberar nutrientes encapsulados (COWIESON, 2005).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de xilanase, em dietas com nível de energia reduzido, sobre a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), determinadas com poedeiras comerciais às 14, 36, 60 e 80 semanas de idade.

7.2 Material e métodos

Quatro ensaios de digestibilidade foram conduzidos no Galpão Aviário 1 do Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, nos períodos de novembro de 2009 (14 semanas), abril de 2010 (36 semanas), setembro de 2010 (60 semanas) e fevereiro 2011 (80 semanas).

Foram utilizadas 80 poedeiras comerciais com idade de 14, 36, 60 e 80 semanas da linhagem Hy-line, variedade W36, alojadas em gaiolas de metabolismo com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,60 m dispostas em bateria, munidas de comedouro frontal interno, bebedouro tipo *nipple* e bandejas previamente revestidas com plástico para o recolhimento das excretas.

Os ensaios foram desenvolvidos em duas fases de criação: recria (14 semanas de idade) e postura (36, 60 e 80 semanas de idade), sendo que cada ensaio consistiu de cinco dias de adaptação às dietas e às instalações e cinco dias para a coleta das excretas. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (nível de energia x inclusão de xilanase), totalizando quatro tratamentos com 10 repetições de duas aves cada.

Os tratamentos foram: controle positivo (dieta balanceada para respectiva idade); controle positivo+xilanase; controle negativo (dieta com redução de 100 kcal/kg no nível de EM); controle negativo+xilanase (Tabela 63). As dietas fareladas foram à base de milho e farelo de soja e formuladas para atender as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2005), para os períodos de 13 a 17 semanas (Recria II) e 33 a 80 semanas (Postura II), exceto para o nível de energia das dietas

dos tratamentos controle negativo (com ou sem inclusão de xilanase) (Tabelas 64 e 65). Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o ensaio.

A xilanase (ECONASE XT25[®]), produzida pelo microrganismo *Trichoderma reesei*, foi adicionada às dietas na proporção de 100 g/t (16.000 BXU/kg) para dietas fornecidas às 14 semanas e 75 g/t para dietas de 36, 60 e 80 semanas (12.000 BXU/kg). Temperatura e umidade relativa foram monitoradas diariamente (Tabela 66).

Tabela 63 – Dietas experimentais

Dietas	Fatores	
	Xilanase	Energia (kcal/kg)
Controle positivo	Sem	2.800
Controle positivo+xilanase	Com	2.800
Controle negativo	Sem	2.700
Controle negativo+xilanase	Com	2.700

O método de coleta total de excretas foi adotado, sendo realizado nos quatro ensaios de digestibilidade. O peso corporal inicial das aves para o período de coleta de cada ensaio de digestibilidade está apresentado na Tabela 67. As rações foram pesadas, antes e depois dos períodos de coleta para a determinação do consumo de ração, e marcadas com óxido de ferro para determinar o início e o fim das coletas. Durante o período de coleta, as excretas foram recolhidas duas vezes ao dia (8 e 16 h) a fim de evitar perdas de material, acondicionadas em sacos plásticos identificadas por repetição, e congeladas para análises posteriores (Figura 13).

Ao término do período de coleta, as excretas foram reunidas por repetição, descongeladas, pesadas e homogenizadas (Figura 14). Da massa homogênea foi retirada amostra a qual foi colocada em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por 72 horas, a fim de se proceder a pré-secagem (Figura 13). Posteriormente, as amostras pré-secas foram expostas ao ar para que houvesse equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente. Em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas em recipientes plásticos para as análises laboratoriais.

Tabela 64 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais para o ensaio de 14 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	72,60	72,60	69,90	69,89
Farelo de soja	18,00	18,00	17,68	17,68
Farelo de trigo	3,50	3,50	5,81	5,80
Óleo de soja	0,10	0,10	0,10	0,10
Econase XT 25	-	0,01	-	0,01
Fosfato bicálcico	1,12	1,12	1,10	1,10
Calcário	1,14	1,14	1,15	1,15
Sal	0,19	0,19	0,19	0,19
Bicarbonato de sódio	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de colina	0,03	0,03	0,03	0,03
Supl. mineral vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	2,76	2,75	3,50	3,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	15,00	15,00	15,00	15,00
Ácido linoléico (%)	1,62	1,62	1,60	1,60
Fibra bruta (%)	2,80	2,80	2,93	2,93
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15
Metionina digestível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27
Metionina+cistina digestível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50
Lisina digestível (%)	0,62	0,62	0,62	0,62

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM exigida segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 5.000 UI; Vitamina D3 2.200 UI; Vitamina E 11,00 UI; Vitamina K3 2,00 mg; Vitamina B1 2,20 mg; Vitamina B2 5,50 mg; Vitamina B6 2,20 mg; Vitamina B12 11,00 mcg; Ácido fólico 0,55 mg; Biotina 0,06 mg; Ácido pantotênico 11,00 mg; Niacina 260,00 mg; Coccidiostático 0,13 g; Cloreto de colina 0,50 g; Metionina 0,45 g; Selênio (Se) 0,20 mg; Manganês (Mn) 65,00 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 50,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Foram determinados das excretas e das rações os teores de umidade (UM), matéria seca (MS), nitrogênio e extrato etéreo (EE) segundo Silva e Queiroz (2002) e energia bruta (EB) por meio da bomba calorimétrica para se obter as informações do consumo de matéria seca (CMS), dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE), energia bruta (CMEB), valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) das rações e retenção de nitrogênio por dia (BN). Para o cálculo de EMA, EMAn e dos coeficientes de

metabolizabilidade foram utilizadas as fórmulas descritas por Matterson et al. (1965 apud SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).¹

Tabela 65 - Composição e valores calculados dos nutrientes das dietas experimentais para os ensaios de 36, 60 e 80 semanas de idade

Ingredientes (%)	Dietas experimentais ¹			
	CP	CP+xilanase	CN	CN+xilanase
Milho	62,15	62,15	61,61	61,61
Farelo de soja	25,03	25,03	25,14	25,14
Óleo de soja	1,06	1,06	0,10	0,10
Econase XT 25	-	0,0075	-	0,0075
Fosfato bicálcico	1,46	1,46	1,46	1,46
Calcário fino	4,53	4,53	4,53	4,53
Calcário granulado	4,53	4,53	4,53	4,53
Sal	0,34	0,34	0,34	0,34
Bicarbonato de sódio	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-metionina	0,23	0,23	0,23	0,23
Lisina	0,03	0,03	0,03	0,03
Supl. mineral vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40
Inerte	0,015	0,0075	1,40	1,39
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.700	2.700
Proteína bruta (%)	16,89	16,89	16,89	16,89
Ácido linoléico (%)	1,94	1,94	1,41	1,41
Fibra bruta (%)	2,69	2,69	2,69	2,69
Cálcio (%)	3,94	3,94	3,94	3,94
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Metionina digestível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
Metionina+cistina digestível (%)	0,71	0,71	0,71	0,71
Lisina digestível (%)	0,78	0,78	0,78	0,78

¹CP: controle positivo (dietas formuladas com exigência em EM exigida segundo Rostagno et al (2005); CN: controle negativo (redução de 100 kcal/kg de EM em relação ao controle positivo). ²Níveis/ kg de ração: Vitamina A 7.000 UI; Vitamina D3 2.000 UI; Vitamina E 5,00 UI; Vitamina K3 1,00 mg; Vitamina B1 1,44 mg; Vitamina B2 3,57 mg; Vitamina B6 0,50 mg; Vitamina B12 10,00 mcg; Ácido fólico 0,50 mg; Ácido pantotênico 8,00 mg; Niacina 17,68 mg; Metionina 0,35 g; Selênio (Se) 0,30 mg; Manganês (Mn) 68,80 mg; Cobre (Cu) 12,00 mg; Zinco (Zn) 50,00 mg; Ferro (Fe) 46,00 mg; Iodo (I) 1,00 mg.

Tabela 66 - Temperaturas e umidade relativa do ar registradas durante os ensaios de digestibilidade

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
14	31,2 ± 2,4	24,6 ± 1,0	59,1 ± 6,0	30,6 ± 10,4
36	28,7 ± 2,2	21,7 ± 2,4	53,7 ± 11,1	22,8 ± 11,4
60	26,4 ± 2,9	21,5 ± 1,9	63,4 ± 11,3	51,0 ± 13,4
80	31,2 ± 1,7	25,1 ± 1,3	73,3 ± 3,8	50,7 ± 7,5

¹ MATTERSON, L.B., POTTER, L.M., STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v. 7, p. 3-11, 1965.

Tabela 67 - Peso corporal (g), no início do período de coleta de excretas, de poedeiras comerciais submetidas a dietas contendo xilanase

Energia	Xilanase	Peso corporal inicial ¹ (g)			
		14 semanas	36 semanas	60 semanas	80 semanas
Exigida	Sem	1.040	1.524	1.556	1.550
	Com	996	1.549	1.548	1.590
Reduzida	Sem	1.038	1.538	1.538	1.562
	Com	1.019	1.521	1.544	1.571

¹P>0,05

Figura 13 - Procedimento para coleta total de excretas. (a) Excretas sobre bandeja para limpeza (retirada de penas). (b) Excretas depois de retirada de sujidades e identificadas para serem congeladas

Figura 14 - Preparo de amostra. (a) Excretas descongeladas. (b) Excretas homogenizadas por repetição. (c) Amostras em duplicatas para serem levadas à estufa. (d) Amostras pré-secas em estufa de ventilação forçada à 55°C

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do SAS, a 5% de probabilidade, segundo modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + Z_j + (E \times Z)_{ij} + e_{ijk};$$

Y_{ijk} = observação da característica nas aves da unidade experimental k, do nível de energia i e da forma de suplementação enzimática j;

μ = constante comum a todas as unidades experimentais;

E_i = Efeito do i-ésimo nível de energia da dieta (i=1,2);

Z_j = Efeito da j-ésima forma de suplementação enzimática (j=1,2);

EZ_{ij} = Efeito da interação do i-ésimo nível de energia e j-ésima forma de suplementação enzimática;

e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} ; $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$

7.3 Resultados e discussão

Verificou-se interação ($P < 0,05$) entre os fatores para EMA e EMAn determinadas às 14 semanas de idade (Tabela 68). A suplementação com enzima xilanase proporcionou maior ($P < 0,05$) porcentagem de CMPB da dieta, da mesma forma ocorreu maior BN.

Os maiores valores ($P < 0,05$) de EMA e EMAn foram obtidos para dietas balanceadas de acordo com recomendação nutricional para respectiva idade sem suplementação de enzima determinados com poedeiras às 14 semanas (Tabela 69). Provavelmente, os valores de EMA e EMAn, determinados com poedeiras às 14 semanas de idade foram resultados da disponibilidade na dieta de 100 kcal de EM/kg a mais nas dietas formuladas com nível de energia recomendado. Entretanto, esperava-se que a suplementação de xilanase, em dietas com nível de energia reduzido, proporcionasse efeitos semelhantes ou superiores ao encontrados para dietas sem suplementação e com nível de energia recomendado.

Novak, Yakout e Remus (2007) observaram maior retenção de energia (kcal/ave/dia) para aves submetidas a dietas com redução no nível de energia e suplementação de complexo enzimático (amilase+protease+xilanase) durante o período de crescimento (10 a 15 semanas).

Tabela 68 - CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAN e BN de poedeiras de 14 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis							
		CMS (g)	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEE (%)	CMEB (%)	EMA (kcal/kg)	EMAN (kcal/kg)	BN (g N/d)
EXI	Sem	394	73,91	46,04	94,63	81,26	3.703	3.590	1,10
	Com	406	73,99	54,12	93,51	80,18	3.518	3.375	1,42
RED	Sem	428	73,32	49,90	94,53	79,47	3.389	3.263	1,29
	Com	423	73,83	53,02	94,41	79,41	3.282	3.140	1,46
EN									
EXI		400	73,94	50,30	94,07	80,72 ^a	3.611	3.482	1,26
RED		426	73,59	51,46	94,47	79,44 ^b	3.338	3.205	1,38
XL									
Sem		411	73,64	47,97 ^b	94,58	80,41	3.554	3.435	1,19 ^b
Com		414	73,91	53,60 ^a	93,93	79,84	3.413	3.270	1,44 ^a
CV ² (%)		9,54	1,00	7,72	1,93	1,13	1,12	1,02	14,56
Valor P									
EN		0,0517	0,1359	0,2946	0,4978	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0614
XL		0,7909	0,2335	0,0001	0,2960	0,0623	<0,0001	<0,0001	0,0004
EN x XL ³		0,5122	0,3817	0,0637	0,3995	0,0960	0,0046	0,0003	0,2178

^{a,b}Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de F. ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca; CMEE: Coeficiente de Metabolizabilidade de Extrato Etéreo; CMEB: Coeficiente de Metabolizabilidade de Energia Bruta; EMA: Energia Metabolizável Aparente; BN: Retenção de nitrogênio. ²Coeficiente de Variação. ³Desdobramento da interação entre os fatores está apresentado na Tabela 69.

Tabela 69 - Desdobramento para EMA e EMAN determinadas com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 14 semanas de idade¹

Energia ²	Xilanase		Média
	Sem	Com	
EMA (kcal/kg)			
Exigida	3.703 ^{Aa}	3.518 ^{Ab}	3.611
Reduzida	3.389 ^{Ba}	3.282 ^{Bb}	3.338
Média	3.554	3.413	
CV ³ (%)	1,12		
EMAn (kcal/kg)			
Exigida	3.590 ^{Aa}	3.375 ^{Ab}	3.482
Reduzida	3.263 ^{Ba}	3.140 ^{Bb}	3.205
Média	3.435	3.270	
CV ³ (%)	1,02		

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de F (P<0,05). ¹EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAN: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio. Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ²Coeficiente de variação.

Constatou-se interação (P<0,05) entre os fatores para CMMS, CMPB, EMAN e BN (Tabela 70). Os valores de CMS e CMEE, às 36 semanas, foram maiores (P<0,05) para as aves submetidas a dietas com redução no nível de energia em 100 kcal/kg. Da mesma forma, o fator energia influenciou o CMEB e EMA, entretanto os

maiores valores foram obtidos para dietas com nível de energia recomendado para respectiva idade, segundo Rostagno et al (2005). A xilanase, associada a redução de energia da dieta, reduziu o CMMS às 36 semanas de idade, entretanto proporcionou melhores resultados ($P<0,05$) para CMPB e BN e menor ($P<0,05$) EMAn quando a enzima foi adicionada a dieta com nível de energia recomendado para respectiva idade das poedeiras (Tabela 71).

Novak, Yakout e Remus (2008) verificaram que a interação entre os fatores suplementação de enzima e nível de energia da dieta resultou em diferenças na porcentagem de retenção de energia às 38 semanas de idade. Os mesmos autores relataram que a ausência de suplementação enzimática (amilase+protease+xilanase) promoveu maior porcentagem de retenção de energia em poedeiras alimentadas com dietas formuladas com nível de energia recomendado para idade em comparação aquelas com redução de 3% no nível de energia, entretanto, associado à suplementação enzimática, o nível de energia da dieta não influenciou a porcentagem de energia retida.

Tabela 70 – CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAn e BN de poedeiras de 36 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis							
		CMS (g)	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEE (%)	CMEB (%)	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	BN (g N/d)
EXI	Sem	636	75,55	48,09	93,88	81,93	3.336	3.248	1,84
	Com	641	76,52	55,96	93,80	82,27	3.299	3.163	2,09
RED	Sem	667	75,89	53,11	95,22	80,95	3.108	2.981	2,05
	Com	687	73,96	47,18	94,90	80,67	3.112	3.001	1,86
EN									
EXI		638 ^b	76,03	52,46	93,84 ^b	82,11 ^a	3.318 ^a	3.203	1,97
RED		677 ^a	74,93	50,14	95,06 ^a	80,81 ^b	3.110 ^b	2.991	1,95
XL									
Sem		651	75,73	50,88	94,55	81,41	3.222	3.108	1,95
Com		665	75,17	51,57	94,35	81,47	3.205	3.082	1,97
CV ² (%)		8,54	1,85	7,68	1,51	1,83	1,85	1,75	12,17
Valor P									
EN		0,0386	0,0200	0,1519	0,0105	0,0105	<0,0001	<0,0001	0,8293
XL		0,4910	0,2932	0,4530	0,6598	0,9469	0,4759	0,0815	0,7057
EN x XL ³		0,6992	0,0030	<0,0001	0,7912	0,5183	0,3707	0,0049	0,0074

^{a,b}Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de F. ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; CMS: Consumo de matéria seca; CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca; CMPB: Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta; CMEE: Coeficiente de Metabolizabilidade de Extrato Etéreo; CMEB: Coeficiente de Metabolizabilidade de Energia Bruta; EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAn: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio; BN: Retenção de nitrogênio. ²Coeficiente de Variação. ³Desdobramento da interação entre os fatores está apresentado na Tabela 71.

Além disso, poedeiras submetidas a dietas com nível de energia recomendado para respectiva idade e suplementação de complexo enzimático (amilase+protease+xilanase) mostraram redução na porcentagem de retenção de proteína na idade de 38 semanas (NOVAK; YAKOUT; REMUS, 2008).

Verificou-se que somente EMA e EMAn, determinadas às 60 semanas de idade, foram influenciadas pelos tratamentos, sendo observada interação ($P<0,05$) entre os fatores nível de energia da dieta e suplementação de xilanase (Tabela 72). Constatou-se que as dietas formuladas para atender a exigência energética e sem xilanase apresentaram EMA e EMAn superior ($P<0,05$) àquelas formuladas com nível energético reduzido (Tabela 73). Observou-se que a suplementação de xilanase à dieta contendo nível energético reduzido, resultou em EMA e EMAn semelhantes ($P>0,05$) àquelas da dieta formulada conforme exigência nutricional.

Tabela 71 - Desdobramento para CMMS, CMPB, EMAn e BN determinados com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 36 semanas de idade¹

Energia ²	Xilanase		Média
	Sem	Com	
CMMS (%)			
Exigida	75,55 ^{Aa}	76,52 ^{Aa}	76,03
Reduzida	75,89 ^{Aa}	73,96 ^{Bb}	74,93
Média	75,73	75,17	
CV ³ (%)	1,85		
CMPB (%)			
Exigida	48,09 ^{Bb}	55,96 ^{Aa}	52,46
Reduzida	53,11 ^{Aa}	47,18 ^{Bb}	50,14
Média	50,88	51,57	
CV ³ (%)	7,68		
EMAn (kcal/kg)			
Exigida	3.248 ^{Aa}	3.163 ^{Ab}	3.203
Reduzida	2.981 ^{Ba}	3.001 ^{Ba}	2.991
Média	3.108	3.082	
CV ³ (%)	1,75		
BN (g de N Retido/d)			
Exigida	1,84 ^{Ab}	2,09 ^{Aa}	1,97
Reduzida	2,05 ^{Aa}	1,86 ^{Ba}	1,95
Média	1,95	1,97	
CV ³ (%)	12,17		

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de F ($P<0,05$). ^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de F ($P<0,05$). ¹ CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca; CMPB: Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta; EMAn: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio; BN: Retenção de nitrogênio. ² Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); Reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ³ Coeficiente de variação.

Tabela 72 – CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAN e BN de poedeiras de 60 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	EZ	Variáveis							
		CMS (g)	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEE (%)	CMEB (%)	EMA (kcal/kg)	EMAN (kcal/kg)	BN (g N/d)
EXI	Sem	674	77,34	57,24	90,44	82,81	3.382	3.222	2,70
	Com	665	77,22	57,00	91,09	82,48	3.270	3.110	2,61
RED	Sem	660	76,48	50,09	92,17	81,17	3.096	2.972	2,01
	Com	740	77,40	56,28	91,40	82,98	3.190	3.043	2,65
Energia									
EXI		669	77,28	57,12	90,77	82,64	3.326	3.166	2,66
RED		700	76,94	53,19	91,78	82,07	3.143	3.008	2,33
Enzima									
Sem		667	76,90	53,67	91,31	81,99	3.239	3.097	2,36
Com		702	77,31	56,64	91,24	82,73	3.230	3.077	2,63
CV ² (%)		14,84	3,81	11,52	3,24	3,23	3,30	2,98	24,28
Valor P									
EN		0,3452	0,7194	0,0578	0,2853	0,5019	<0,0001	<0,0001	0,0918
EZ		0,2808	0,6660	0,1475	0,9467	0,3820	0,7893	0,4877	0,1587
EN x EZ ³		0,1718	0,5775	0,1189	0,4524	0,2123	0,0044	0,0032	0,0635

^{a,b}Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de F. ¹EN: Fator energia; EZ: Fator enzima; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; CMS: Consumo de matéria seca; CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca; CMPB: Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta; CMEE: Coeficiente de Metabolizabilidade de Extrato Etéreo; CMEB: Coeficiente de Metabolizabilidade de Energia Bruta; EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAN: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio; BN: retenção de nitrogênio. ²Coeficiente de Variação. ³Desdobramento da interação entre os fatores está apresentado na Tabela 73.

Tabela 73 - Desdobramento para EMA e EMAN determinadas com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 60 semanas de idade¹

Energia ²	Enzima		Média
	Sem	Com	
EMA (kcal/kg)			
Exigida	3.382 ^{Aa}	3.270 ^{Ab}	3.326
Reduzida	3.096 ^{Ba}	3.190 ^{Aa}	3.143
Média	3.239	3.230	
CV ³ (%)	3,30		
EMAn (kcal/kg)			
Exigida	3.222 ^{Aa}	3.110 ^{Ab}	3.166
Reduzida	2.972 ^{Ba}	3.043 ^{Aa}	3.008
Média	3.097	3.077	
CV ³ (%)	2,98		

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de F (P<0,05). ¹ EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAN: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio. ²Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ³Coeficiente de variação.

Foi observada interação (P<0,05) entre os fatores energia e xilanase para CMEB, EMA e EMAN (Tabela 74). O fator energia influenciou (P<0,05) CMS, CMMS e CMPB, sendo que as dietas formuladas conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) proporcionaram menor (P<0,05) CMS e maiores (P<0,05) porcentagem

para CMMS e CMPB. Verificou-se ainda, que a suplementação de xilanase reduziu ($P<0,05$) o BN. Entretanto, a suplementação de xilanase promoveu valores superiores ($P<0,05$) para CMEB, EMA e EMAn determinados com poedeiras de 80 semanas de idade, submetidas a dieta com nível de energia de acordo com exigência nutricional para respectiva idade (Tabela 74).

Em experimento com frangos de corte, Mathlouthi, Mohamed e Larbier (2003), observaram melhor digestibilidade dos nutrientes e da EMA em dietas compostas por milho, farelo de arroz e cevada, suplementadas com xilanase+ β -glucanase. Cowieson, Singh e Adeola (2006) trabalhando com redução no nível de energia da dieta e adição de complexo enzimático (xilanase+protease+amilase+fitase) em dietas para frangos de corte verificaram valores de ingestão de frações digestíveis (matéria seca, nitrogênio, energia) superiores ou semelhantes àqueles resultantes do fornecimento de dietas formuladas com níveis nutricionais adequados sem inclusão de enzima.

Por outro lado, Viana et al. (2011) estudando a comparação de parâmetros produtivos a partir do fornecimento de dietas, a base de milho e farelo de soja, com níveis nutricionais adequados ou com redução em 5% da EMA e suplementação de xilanase, relataram que o valor médio de EMAn, determinado com poedeiras entre 24 e 48 semanas de idade, foi maior para dieta com nível adequado de EMA, entretanto não encontraram diferença significativa para coeficiente de metabolizabilidade entre os dois níveis de energia da dieta.

Os valores de EMA e EMAn determinados com poedeiras de 80 semanas de idade, poderia permitir que formulações com inclusão de xilanase, proporcionassem desempenho superior comparado ao das aves alimentadas com dietas nutricionalmente adequadas sem a suplementação de enzima. Contudo, informações sobre a digestão e valor nutricional das dietas com a suplementação de enzimas exógenas são importantes para os nutricionistas, uma vez que permitem, provavelmente, formulações de baixo custo e pode reduzir os riscos de se obter desequilíbrio de nutrientes (COWIESON, SINGH; ADEOLA, 2006).

Tabela 74 – CMS, CMMS, CMPB, CMEE, CMEB, EMA, EMAN e BN de poedeiras de 80 semanas de idade submetidas a dietas contendo xilanase¹

EN	XL	Variáveis							
		CMS (g)	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEE (%)	CMEB (%)	EMA (kcal/kg)	EMAN (kcal/kg)	BN (g N/d)
EXI	Sem	670	74,88	56,30	85,62	80,71	3.237	3.088	2.42
	Com	636	76,48	56,66	88,23	83,04	3.376	3.233	2.22
RED	Sem	693	73,81	52,44	81,74	81,72	3.246	3.111	2.28
	Com	718	73,61	48,76	88,03	81,59	3.240	3.125	2.03
EN									
EXI		653 ^b	75,68 ^a	56,48 ^a	86,93	81,88	3.307	3.161	2,32
RED		706 ^a	73,71 ^b	50,60 ^b	81,89	81,65	3.243	3.118	2,15
XL									
Sem		682	74,34	54,37	83,68	81,21	3.242	3.100	2,35 ^a
Com		677	74,04	52,71	85,15	82,31	3.308	3.179	2,12 ^b
CV ² (%)		9,83	2,89	9,34	9,47	1,92	1,93	1,84	14,58
Valor P									
EN		0,0185	0,0066	0,0007	0,0574	0,6546	0,0030	0,0246	0,1109
XL		0,8299	0,3128	0,2994	0,5756	0,0337	0,0020	0,0001	0,0324
EN x XL ³		0,1688	0,1992	0,2092	0,6534	0,0184	0,0009	0,0010	0,8285

^{a,b}Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de F. ¹EN: Energia; XL: Xilanase; EXI: Dieta formulada conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) para respectiva idade; RED: dieta com redução de 100 kcal/kg EM em relação à EXI; CMS: Consumo de matéria seca; CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca; CMPB: Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta; CMEE: Coeficiente de Metabolizabilidade de Extrato Etéreo; CMEB: Coeficiente de Metabolizabilidade de Energia Bruta; EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAN: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio; BN: Retenção de nitrogênio. ²Coeficiente de Variação. ³Desdobramento da interação entre os fatores está apresentado na Tabela 75.

Tabela 75 - Desdobramento para CMEB, EMA e EMAN determinadas com poedeiras submetidas a dietas contendo xilanase às 80 semanas de idade¹

Energia ²	Xilanase		Média
	Sem	Com	
CMEB (%)			
Exigida	80,71 ^{Ab}	83,04 ^{Aa}	81,88
Reduzida	81,72 ^{Aa}	81,59 ^{Ba}	81,65
Média	81,21	82,31	
CV ³ (%)	1,92		
EMA (kcal/kg)			
Exigida	3.238 ^{Ab}	3.376 ^{Aa}	3.307
Reduzida	3.246 ^{Aa}	3.240 ^{Ba}	3.243
Média	3.242	3.308	
CV ³ (%)	1,93		
EMAn (kcal/kg)			
Exigida	3.088 ^{Ab}	3.233 ^{Aa}	3.161
Reduzida	3.111 ^{Aa}	3.125 ^{Ba}	3.118
Média	3.100	3.179	
CV ³ (%)	1,84		

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de F (P<0,05). ^{a,b}Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem significativamente pelo teste de F (P<0,05). ¹ EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAN: Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio. ²Energia exigida segundo Rostagno et al (2005); reduzida em 100 kcal/kg em relação a energia exigida. ³Coeficiente de variação.

7.4 Conclusão

A suplementação de xilanase aumenta o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da dieta e melhora a retenção de nitrogênio de poedeiras às 14 semanas.

A xilanase associada a níveis adequados de energia da dieta proporciona valores superiores para EMA e EMAn determinadas com poedeiras de 80 semanas de idade.

8 CONCLUSÕES

A suplementação de xilanase em dietas de poedeiras com nível de energia reduzido promove melhor formação da mucosa intestinal, podendo favorecer a absorção de nutrientes da dieta.

Além disso, verifica-se que a xilanase melhora a produção, massa de ovos e conversão alimentar de poedeiras que são alimentadas a partir de dietas com redução do nível de energia. Assim, a adição de xilanase em dietas de poedeiras comerciais, a base de milho e soja possibilita a redução do nível de energia da dieta sem prejudicar o desempenho das aves.

Da mesma forma, o fornecimento de dietas com níveis de energia adequados associadas à suplementação de xilanase proporciona valores de energia metabolizável (EMA) e energia metabolizável corrigida (EMAn) superiores em relação aos valores obtidos com dietas sem suplementação de enzima para fase de postura.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAMOVIC, T. Commercial applications of enzyme technology for poultry production. **World's Poultry Science Journal**, v.57, p.225–243, 2001.
- ADEOLA, O.; BEDFORD, M.R. Exogenous dietary xylanase ameliorates viscosity-induced anti-nutritional effects in wheat-based diets for White Pekin ducks (*Anas platyrinchos domesticus*). **British Journal Nutrition**, v.92, p.87–94, 2004.
- ANNISON, G. Commercial Enzyme supplementation of wheat based diets raises ileal glycanase activities and improves apparent metabolizable energy, starch and pentosan digestibilities in broiler chickens. **Animal Feed Science Technology**, v.38, p.105–121, 1992.
- APAJALAHTI, J.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.223–232, 2004.
- ARAUJO, D.M. **Avaliação de farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangos e poedeiras**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areias, 2005.
- ARAUJO, D.M. ; SILVA, J.H.V ; MIRANDA, E.C. ; ARAUJO, 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, n.5, p.843-848, 2008.
- BALNAVE, D.; FARRELL, D.J.; CUMMING, R.B. The minimum metabolizable energy requirements of laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v.34, n.3, p.149-154, 1978.
- BAYRAM, I.; CETINGUL, I.S.; AKKAYA, A.B.; UYALAR, C. Effects of bacterial xylanase on egg production in the laying quail (*Coturnix coturnix japonica*) diets based on corn and soybean meal. **Archiva Zootechnica**, v.11, n.3, p.69-74, 2008.
- BEDFORD, M. R.; CLASSEN, H.L. Reductions of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is affected through changes in carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and feed conversion efficiency of broiler chicks. **Journal of Nutrition**, v.122, p.560–569, 1992.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.1-13, 2000.
- BEDFORD, M.R. The effects of enzymes on digestion. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.370–378, 1996.
- BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. CABI Publishing. Ed. Finnfeeds International, Marlborough, Wiltshire, UK, 2001, 432p.
- BEDFORD, M.R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v.11, p.91–114, 1998.
- BORGES, C.A. Exigências Nutricionais de Proteína Bruta e Energia Metabolizável para Galos Reprodutores de Corte na Fase de Produção. In: CONFERENCIA

- APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2005. Santos. **Anais...** Santos-SP, FACTA, 2005, p. 85-100.
- BOROS, D.; MARQUARDT, R.R.; GUENTER, W.; BRUFAU, J. Chick adaptation to diets based on milling fractions of rye varying in arabinoxylans content. **Animal Feed Science and Technology**, v.101, p.135-149, 2002.
- BROWN, I. Complex carbohydrates and resistant starch. **Nutrition Reviews**, v.54, n.11, p.115 – 119, 1996.
- CAFÉ, M.B.; BORGES, C.A.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **Journal of Applied Poultry Research**, n.11, p.29-33, 2002.
- CAMPBELL, G. L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.449–466, 1992.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; SOUSA, R.V.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, J.A.F. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.860-864, 2007.
- CARRÉ, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.76–89, 2004.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.5–15, 2006.
- CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. In: FEED INGREDIENTS ASIA'97, 1997. Singapore. **Proceedings...**Singapore:ASA, 1997, p.1-12.
- CHOCT, M. Feed polysaccharides: nutritional roles and effect of enzymes. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL – IV CLANA/CBNA/AMENA, 2010. São Pedro. **Anais...**São Pedro:CBNA, 2010, p.65-78.
- CHOCT, M.; HUGHES, R.J.; TRIMBLE, R.P.; ANGKANAPORN, K.; ANNISON, G. Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolizable energy. **Journal of Nutrition**, v.125, p.485-492, 1995.
- CHOCT, M.; HUGHES, R.J.; BEDFORD, M.R. Effects of a xylanase on individual BIRD variation, starch digestion throughout the intestine, and ileal and caecal volatile fatty acid production in chickens fed wheat. **British Poultry Science**, v.40, p. 419-422, 1999.
- CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D.L.E.; PETTERSSON, D.; ROSS, G.A. Comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.53-61, 2004.
- CLASSEN, H.L.; BEDFORD, M.R. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. In: Recent Advances in Animal Nutrition, 1991. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1991, p.95-116.
- COLLINS, N.E.; MORAN, J.R.; STILBORN, H.L. Influence of yellow dent maize hybrids having different kernel characteristics yet similar nutrient composition on

- broiler production. **Journal of Applied Animal Research**, v.10, p.228–235, 2001.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A.G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.
- CORRÊA, C.S.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**. v.85, n.11, p.3008- 30012, 2002.
- COSSON, T.; VENDRELL, A.M.P.; TERESA, B.G.; REÑÉ, D.; TAILLADE, P.; BRUFAU, J. Enzymatic assays for xylanase and β -glucanase feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, v.77, p.345-353, 1999.
- COWAN, W. D. Understanding the manufacturing, distribution, application, and overall quality of enzymes in poultry feeds. **Journal of Applied Poultry Research**, v.2, p.93–99, 1993.
- COWIESON, A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, n.119, p.293-305, 2005.
- COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. **British Poultry Science**, v.49, n.1, p.37-44, 2008.
- COWIESON, A.J.; SINGH, D.N.; ADEOLA, O. Prediction of ingredient quality and the effect of a combination of xylanase, amylase, protease and phytase in the diets of broiler chicks. 1. Growth performance and digestible nutrient intake. **British Poultry Science**, v.47, p.477-489, 2006.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- ENGLERT, S. **Avicultura – tudo sobre raças, manejo, e alimentação**. Ed. Agropecuária. 7 ed. Guaíba-RS 1998, 238p.
- ENGLYST, H.N. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science Technology**, v.23, p.27–42, 1989.
- FARIA, D.E.; SANTOS, A.L. Exigências Nutricionais de Galinhas Poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: 2005. p. 229-315.
- FISCHER JR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.
- GARCIA-DIEZ, F.; GARCIA-MEDIAVILLA, V.; BAYON, J.E.; GONZALEZ-GALLEGO, J. Pectin feeding influences fecal bile acid excretion, hepatic bile acid and cholesterol synthesis and serum cholesterol in rats. **Journal of Nutrition**, v.126, p.1766–1771, 1996.

- GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. Enterocytes dynamics and mucosal development in the posthatch chick. **Poultry Science**, v.80, p.776-782, 2001.
- GHAZI, S.; ROOKE, J.A.; GALBRAITH, H.; BEDFORD, M.R. The potential for the improvement of the nutritive value of soye-bean meal by different proteases in broiler chicks and broiler cockerels. **British Poultry Science**, v.43, p.70–77, 2002.
- GRAHAM, H.; BEDFORD, M. Using enzymes to improve energy utilization in animal feeds. In: 15th ANNUAL ASAIM SOUTHEAST ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 2007, Bali. **Anais...**Bali:2007. p.1-5.
- HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B.; SLOAN, D.R. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.535-541, 2000.
- HUBENER, K.; VAHJEN, W.; SIMON, O. Bacterial responses to different dietary cereal types and xylanases supplementation in the intestine of broiler chicken. **Archive Animal Nutrition**, v.56, p. 167-187, 2002.
- HY-LINE. Guia de Manejo da Hy-line variedade W36 2009-2011. Nova Granada: Hy-line do Brasil, 2009. 42p.
- JARONI, D.; SCHEIDELER, S.E; BECK, M.; WYATT, C. The effect of dietary wheat middlings and enzyme supplementation. II. Apparent nutrient digestibility, digestive tract size, gut viscosity, and gut morphology in two strains of leghorn hens. **Poultry Science**, v.78, p.1664-1674, 1999a.
- JARONI, D.; SCHEIDELER, S.E; BECK, M.; WYATT, C. The effect of dietary wheat middlings and enzyme supplementation. I. Late egg production efficiency, egg yields, and egg composition in two strains of leghorn hens. **Poultry Science**, v.78, p.841–847, 1999b.
- KOCHER, A.; CHOCT, M.; ROSS, G.; BROZ, J.; CHUNG, T.K. Effects of enzyme combinations on apparent metabolisable energy of maize-soybean meal-based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, p.275–283, 2003.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D.; CASTON, L.J. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p. 46-52, 2001.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**. 2nd ed. Ontário: University Book, 1997, 350p.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Digestion and nutrient availability. In: *Nutrition of the Chicken*. 4th ed. 2001. p.1-33
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002, 375p.
- MARQUARDT, R.R.; BRENES, A.; ZHANG, Z.; BOROS, D. Use of enzymes to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. **Animal Feed Science Technology**, v.60, p.321-330, 1996.
- MATHLOUTHI, N.; LALLÈS, J.P.; LEPERCQ, P.; JUSTE, C.; LARBIER, M. Xylanase and β -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. **Journal Animal Science**, v.80, p.2773-2779, 2002.

- MATHLOUTHI, N.; MOHAMED, M.A.; LARBIER, M. Effect of enzyme preparation containing xylanase and β -glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley- or maize/soybean meal-based diets. **British Poultry Science**, v. 44, p.60-66, 2003.
- MÉTAYER, J.P.; DEBICKI-GARNIER, A.; SKIBA, F. Le promatest : un bon indicateur de la qualite du sechage et de la valeur alimentaire du maïs grain chez les volailles. In: Huitièmes Journées de la Recherche Avicole: Saint-Malo, 2009. Disponível em: http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAStMalo2009/28_fpd2009_metayer.pdf . Acesso em: 15 ago 2010.
- MORRIS, T.M. Nutrition of chicks and layers. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p. 5-12, 2004.
- MORRIS, T.M. The effect of dietary energy level on the voluntary caloric intake of laying hens. **British Poultry Science**, v.9, n.1, p.285-295, 1968.
- 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 Science**, v.29, n.2, 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 growth and performance of leghorns: growing period. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.481-493, 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.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.
- NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2. Ed. Belo Horizonte: FEP –MVZ, 1998. 383p.
- NUNES, J.K.; ROSSI, P.; ROCHA, A. L. M.; ROCHA, A. A.; DALLMANN, H. M.; REIS, J. S.; RIBEIRO, J. N.; GONÇALVES, F. M.; ANDERS, P.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. Avaliação da qualidade dos ovos de poedeiras suplementadas com complexo enzimático em dieta vegetariana reformuladas. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: FAEM, 2007.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; CARMO, H.M. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 ias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p. 1132-1140, 2000.
- OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Energy utilization and growth performance of broilers receiving diets supplemented with enzymes containing

- carbohydrases or phytase activity individually or in combination. **British Journal Nutrition**, v.99, p.682-690, 2008.
- PEGURI, A.; COON, C. Effect of temperature and dietary energy on layer performance. **Poultry Science**, v.70, p.126-138, 1991.
- PETER, C.M.; HAN, Y.; BOLING-FRANKENBACH, S.D.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in maize gluten meal fed to young chicks. **Journal of Animal Science**, v.78, 2150–2156, 2000.
- PIRASSUNUNGA. Disponível em :<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pirassununga>>. Acesso em 05 ago 2011.
- ROBERTS, J.R.; CHOCT, M. Effects of commercial enzyme preparations on egg and eggshell quality in laying hens. **British Poultry Science**, v.47, n.4, p.501-510, 2006.
- ROSA, A.P.; ZANELLA, I.; THEIR, J.; VIEIRA, N.S. Influência de diferentes níveis de Proteína Bruta e Energia Metabolizável no desempenho de poedeiras Rhode Island Red na fase de recria. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.26, n.1, p.159-163, 1997.
- 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. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B.; SILVA, M.A. Alimentação de poedeiras semipesadas, usando equações de predição das exigências energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p.1019-1032, 1993.
- SAS Institute. SAS/STAT User's Guide. Release 9.1. Cary, NC: SAS Institute, 2005.
- SHAKOURI, M.D.; IJI, P.A.; MIKKELSEN, L.L.; COWIESON, A.J. Intestinal function and gut microflora of broiler chickens as influenced by cereal grains and microbial enzyme supplementation. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.93, p.647-658, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SKLAN, D.; GEYRA, A.; TAKO, E.; GAL-GERBER, O.; UNI, Z. Ontogeny of brush border carbohydrate digestion in the chick. **British Journal Nutrition**, v.89, p.747–753, 2003.
- SLOMINSKI, B.A. A new generation of enzymes for animal feeds. In: Proceedings of the 21st Western Nutrition Conference, Winnipeg: Manitoba, Canada, 2001.
- SONG, G.L.; LI, D.F.; PIAO, X.S.; CHI, F.; CHEN, Y.; MOUGHAN, P.J. True amino acid availability in Chinese high-oil maize varieties determined in two types of chickens. **Poultry Science**, v.83, p.683–688, 2004.

- SONI, S.K.; KAUR, A.; GUPTA, J.K. A solid state fermentation based bacterial amylase and fungal glucoamylase system and its suitability for the hydrolysis of wheat starch. **Process Biochemistry**, v.39, p.185-192, 2003.
- SOUTHON, S.; GEE, J.M.; JOHNSON, I.T. The effect of dietary protein source and guar gum on gastrointestinal growth and enteroglucagon secretion in the rat. **British Journal Nutrition**, v.58, p.65-72, 1987.
- STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; PEDROSO, A.A., CAFÉ, M.B.; CARVALHO, F.B.; MATOS, M.S. Nutrição no Período de Pré-Postura, Pico e Pós- Pico de Poedeiras Comerciais. CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 2005. Santos. **Anais...** Santos-Sp, FACTA, 2005, p. 171- 189.
- STRYER, L. **Bioquímica**. 4ed. Guanabara Koogan:Rio de Janeiro. 1996, 1000p.
- SVIHUS, B. Research note: a consistent low starch digestibility observed in pelleted broiler chicken diets containing high levels of different wheat varieties. **Animal Feed Science Technology**, v.92, p.45-49, 2001.
- TAKAHASHI, T.; GOTO, M.; SAKATA, T. Viscoelastic properties of the small intestine and caecal contents of the chicken. **British Journal Nutrition**, v.91, p.867-872, 2004.
- TESTER, R.F.; KARKALAS, I.; QI, X. Starch structure and digestibility Enzyme-substrate relationship. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.186-195, 2004.
- VIANA, M.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTANO, H.S.; SILVA, E.A.; VIEIRA, R.A.; RIBEIRO JUNIOR, V. Utilização de xilanase em dietas compostas por milho e farelo de soja de poedeiras comerciais em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p. 385-390, 2011.
- WISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal of Animal Science**, v.46, p.1447-1469, 1978.
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; PIZARRO, M.; CASTANO, M. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.237-251, 1994.
- WARD, N.E. Intestinal viscosity, broiler performance. **Poultry Digest**, v.12, n.1, p.12-13, 1996.
- WARD, A. T.; MARQUARDT, R.R. Antinutritional activity of a water-soluble pentosan-rich fraction from rye grain. **Poultry Science**, v.66, p.1655-1674, 1987.
- WEURDING, R.E.; VELDMAN, A.; VEEN, W.A.; VAN DER AAR, P.J.; VERSTEGEN, M.W. Starch digestion rate in the small intestine of the chicken differs among feedstuffs. **Journal of Nutrition**, v.131, p.2329-2335, 2001.
- WILLING, B.P.; VAN KESSEL, A.G. Enterocytes proliferation and apoptosis in the caudal small intestine is influenced by the composition of colonizing commensal bacteria in the neonatal gnotobiotic pig. **Journal of Animal Science**, v.85, p.3256-3266, 2007.

- YANG, Y.; IJI, P.A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L.L.; CHOCT, M. Effects of xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.21, n.11, p.1659-1664, 2008.
- YASAR, S.; FORBES, J.M. Enzyme supplementation of dry and wet wheat-based feeds for broiler chickens: performance and gut responses. **British Journal Nutrition**, v.84, p.297–307, 2000.
- YU, B.; LEE, T.T.T.; CHIOU, P.W.-S. Effects of sources of protein and enzyme supplementation on protein digestibility and chyme characteristics in broilers. **British Poultry Science**, v.43, n.3, p.424-431, 2002.
- YU, B.; SUN, Y.; CHIOU, P.W. Effects of glucanase inclusion in a de-hulled barley diet on the growth performance and nutrient digestion of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.102, p.35-52, 2002.
- ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G.; FIQUEIRDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on maize and soybeans. **Poultry Science**, v.78, p.561–568, 1999.