

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS
PARA CODORNAS DE CORTE

Autor: Alexandre Shigueki Iwahashi
Orientador: Antônio Claudio Furlan

MARINGÁ
Estado do Paraná
julho - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM DIETAS
PARA CODORNAS DE CORTE

Autor: Alexandre Shigueki Iwahashi
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Co-Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Julho – 2009

“Meu filho, se acolheres minhas palavras
e guardares com carinho meus preceitos,
ouvindo com atenção a sabedoria
e inclinando teu coração para o entendimento;
se tu apelares à penetração
se invocares a inteligência,
buscando-a como se procura a prata;
se a pesquisares como um tesouro;
então compreenderás o temor do Senhor
e descobrirás o conhecimento de Deus,
porque o Senhor é quem dá a sabedoria,
e de sua boca é que procedem a ciência e a prudência.
Ele reserva para os retos a salvação
e é um escudo para os que caminham com integridade;
protege as sendas da retidão
e guarda o caminho de seus fiéis.
Então compreenderás a justiça e a equidade,
a retidão e todos os caminhos que conduzem ao bem.
Quando a sabedoria penetrar em teu coração
e o saber deleitar a tua alma,
a reflexão velará sobre ti,
amparar-te-á a razão...”

À Deus

...Criador dos céus e da Terra...

Aos meus pais

Tadaaki Iwahashi e Angélica Megumi Fukuda

À minha irmã

Cecilia S. Iwahashi

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Tadaaki e Angélica pelo incentivo e compreensão, pelo afeto despendido durante todos esses anos;

Ao meu orientador Antônio C. Furlan, pela paciência e por compartilhar sua vasta sabedoria;

A Cecilia S. Iwahashi, minha querida irmã e seu namorado, Diogo Enemu pelo carinho e atenção nas horas necessárias, além do apoio incondicional;

Aos meus irmãos de orientação Ana Paula Ton, Carina Scherer, Eliany Batista e especialmente Juliana B. Toledo. Quem tem amigos tem tudo;

A Leticia Lorençon pelo companheirismo e horas agradáveis ao teu lado;

Às princesas do “castelo encantado”: Ana Carolina Lacerda (Carol), Luiza Paula C. Lopes (Preta), Roberta F. Miranda (Bettinha) e ao aspirante à macho alfa: Zé. Os dias não serão mais os mesmos sem vocês;

Aos companheiros de todas as horas, especialmente as boas, Carlos A. Hespanhol, Fernando Ferreira, Danilo Itami;

Ao CNPq pela concessão da bolsa, incentivo necessário para o progresso da ciência no Brasil.

À empresa Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda., através de Marcio Ceccantini que gentilmente forneceu o complexo enzimático.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ALEXANDRE SHIGUEKI IWAHASHI, filho de Tadaaki Iwahashi e Angélica Megumi Iwahashi, nasceu em São Paulo, Estado de São Paulo, no dia 18 de junho de 1978.

Em dezembro de 2004, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2007, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição codornas de corte.

No dia 27 de julho de 2009, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação de Mestrado.

ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
I - Introdução Geral.....	5
1.1. Utilização de enzimas exógenas em rações de aves	6
1.2. Polissacarídeos não amiláceos.....	7
1.3. Mecanismos de ação das enzimas.....	7
LITERATURA CITADA	10
II - OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.1. Objetivos Específicos	14
III - Utilização de complexo enzimático em rações de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade.....	15
Resumo	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos	18
Resultados e Discussão.....	22
Conclusões.....	25
Literatura Citada	25
IV - Utilização de complexo enzimático em rações de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.....	29
Resumo.....	29
Abstract.....	30

Introdução	31
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão.....	37
Conclusões	40
Literatura Citada	41
V - Considerações finais	46

LISTA DE TABELAS

III - Utilização de complexo enzimático em rações de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade

Páginas

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais.....	21
Tabela 2. Valores médios de peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) em função dos tratamentos para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade.	22
Tabela 3. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (CP), índice de eficiência econômica (IEE) e índice do custo (IC) de codornas de corte em função dos tratamentos.....	24

IV - Utilização de complexo enzimático em rações de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais.....	35
Tabela 2. Valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (RC), conversão alimentar (CA), rendimento de carcaça (RC), peso peito (PP) e peso coxa (PC) de codornas de corte de 15 a 35 dias em função dos tratamentos	37
Tabela 3. Média dos coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), matéria orgânica (CMMO), proteína bruta (CMPB), fibra em detergente neutro (CMFDN) e teores de energia metabolizável aparente (EMAn) em função dos tratamentos em codornas de corte de 15 a 35 dias.....	38
Tabela 4. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (CP), índice de eficiência econômica (IEE) e índice do custo (IC) de codornas de corte em crescimento em função dos tratamentos	40

RESUMO

Foram conduzidos três experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação enzimática de dietas sobre o desempenho nas fases inicial (1-14 dias) e crescimento (15-35 dias) e metabolizabilidade dos nutrientes (experimento 3) em codornas de corte. No Experimento 1 foram utilizadas 1.400 codornas de um dia de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e cinco repetições com 35 aves por repetição. Todas as dietas experimentais foram à base de milho e farelo de soja. Os tratamentos foram: um controle positivo (CP), formulado para atendimento das exigências nutricionais para essa fase; um controle positivo suplementado com complexo enzimático (CP+CE); dois controles negativos suplementados com CE e reduzidos em 2% (60 kcal/kg) e 4% (120 kcal/kg) na energia metabolizável (CN 2% e 4% EM); dois controles negativos suplementados com CE e reduzidos em 2% e 4% nos aminoácidos: lisina, metionina+cistina e treonina (CN 2% e 4% AA's); dois controles negativos suplementados com CE e reduzidos em 2% e 4% na EM e AA's (CN 2% e 4% EM+AA's). Não foram observadas diferenças ($P < 0,05$) no peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos. No tratamento CN 4% EM+AA's foi observado aumento do consumo de ração ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos CP e CP+CE. A suplementação de complexo enzimático (xilanase e β -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em 120 kcal/kg de EM e 4% nos aminoácidos sem prejudicar os parâmetros de desempenho de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade. A análise econômica demonstrou ser mais vantajosa ($P < 0,05$) a suplementação de dietas reduzidas nos AA's ao invés da energia. No Experimento 2 foram utilizadas 960 codornas de corte distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos, cinco repetições com 24 aves cada repetição. Os tratamentos

utilizados foram os mesmos do Experimento 1, sendo formuladas com base nas exigências nutricionais para essa fase (15-35d). Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no consumo de ração, conversão alimentar e carcaça entre os tratamentos. A suplementação “on top” (CP+CE) diminuiu o ganho de peso ($P<0,05$) em relação ao CP. O complexo enzimático foi eficaz para manutenção do ganho de peso dentre os CN, exceto entre CN 2% EM e 4% EM+AA's, sendo inferior para este último. Conclui-se que a suplementação pode ser utilizada com eficácia em dietas reduzidas em 120,0 kcal/kg na EM ou 4% nos AA's para codornas de 15 a 35 dias de idade. Economicamente é mais vantajoso suplementar dietas reduzidas nos AA's em comparação à energia. No Experimento 3, ensaio de metabolismo, foram utilizadas 160 codornas de corte distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos, quatro repetições com 5 aves por repetição. Os tratamentos utilizados foram semelhantes aos do ensaio de desempenho. Não foram observadas diferenças nos coeficientes de metabolização da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta ($P>0,05$) entre os tratamentos. O coeficiente de metabolização da FDN melhorou ($P<0,05$) com a adição de enzimas.

Palavras chave: balanço de nutrientes, carboidrases, *Coturnix coturnix sp*, desempenho, enzimas, rendimento de carcaça

ABSTRACT

Three experiments were carried out to evaluate the effects of enzymatic supplementation on meat type quails performance during the initial (1-14d) and growing (15-35d) phases and nutrients metabolisation. In the first experiment, were used, 1,400 meat type quails, one day age, non-sexed, allotted in a completely randomized design, with eight treatments and five replications with 35 birds per replication. All the diets were based on corn and soybean meal. The treatments used were: a positive control (PC) formulated to meet the nutritional requirements of this growth phase; a positive control supplemented with enzymatic complex (PC+EC); two negative controls supplemented with EC and reduced in 2 and 4% (60 and 120 kcal/kg) on metabolizable energy (NC 2 and 4% ME); two NC supplemented with EC and reduced contents of amino acids: lysine, methyonine + cystine and threonine (NC 2 and 4% AA's); two NC supplemented with EC and combined reductions on ME and AA's (NC 2 and 4% ME+AA's). There were no differences ($P < 0.05$) in body weight, weight gain and feed conversion ratio between treatments. In treatment NC 4% ME+AA's was observed increase in feed intake compared to PC and PC+EC. The enzymatic supplementation (xylanase and β -glucanase) can be used efficiently in corn soybean meal diets without performance losses to meat type quails from 1 to 14 days of age. To the second experiment were used 960 meat type quails distributed in a completely randomized design, eight treatments and five replications with 24 birds per replication. The treatments used were the same of first trial and the experimental diets were based on nutritional requirements for this phase (15-35d). There were no differences ($P > 0.05$) in feed intake, feed conversion ratio and carcass traits between treatments. Supplementation "on top" (PC+EC) decreased the weight gain ($P < 0.05$) compared to PC. The enzyme complex was

effective in maintain the weight gain among the groups, except between NC 2% ME and 4% ME+AA's, being lower for the last. In conclusion, the supplementation can be used successfully in diets reduced by 120.0 kcal/kg of ME or 4% in the AA's contents for meat type quails from 15 to 35 days of age. It's economically advantageous to supplement diets reduced on AA's contents instead of ME. In third experiment, a metabolism trial, 160 meat type quails were distributed in a completely randomized design with eight treatments, four replication and 5 birds per replication. The treatments were the same to performance trial. There were no differences ($P>0.05$) in metabolisable coefficients of dry matter, organic matter, crude protein and gross energy between treatments. The metabolisation coefficient of NDF was improved ($P<0.05$) by enzyme supplementation. The economic analysis demonstrate advantages ($P<0.05$) on AA's reductions instead ME.

Key words: carbohydrases, carcass yield, *Coturnix coturnix sp*, enzymes, nutrient balance, performance

I – INTRODUÇÃO GERAL

A introdução de codornas no Brasil ocorreu ao final da década de 50 (Murakami & Ariki, 1998). De 1984 a 1988 o plantel praticamente dobrou de tamanho, permanecendo estável até o ano de 1994 (IBGE, 2009). Desde então cresce em ritmo acelerado dada sua alta produtividade e rentabilidade, consequência do rápido desenvolvimento das aves, da maturidade precoce, alta taxa de postura e do baixo consumo de ração (Murakami & Furlan, 2002).

No Brasil, assim como nos países asiáticos, as codornas são criadas para produção de ovos. Quase a totalidade (95%) do plantel nacional de 7,5 milhões de cabeças tem como finalidade a postura, no entanto, em países do mediterrâneo como França, Espanha, Itália e Grécia sua carne é muito apreciada (Murakami & Ariki, 1998). O mesmo ocorre na Índia, onde a codorna é a menor espécie de ave criada para essa finalidade. Segundo Narayan e Singh (2006) sua carne contém altos teores de energia e proteína de elevado valor biológico.

Estudos sobre exigência nutricional de codornas de corte são escassos e, em alguns casos conflitantes. A ração para codornas de corte é, geralmente, formulada tendo como base tabelas de exigências estrangeiras (NRC, 1994) ou extrapolações de valores para frangos de corte ou codornas de postura. Como a nutrição compreende cerca de 70% dos custos na produção de codornas, informações sobre a melhor utilização dos alimentos e de aditivos alimentares por estas aves são muito relevantes.

1.1. Utilização de enzimas exógenas em rações de aves

A suplementação enzimática das dietas é uma ferramenta importante uma vez que elimina fatores antinutricionais e disponibiliza nutrientes inacessíveis às aves. O primeiro relato do uso de enzimas na nutrição de aves data de 1925, quando Clickener & Follwell utilizaram uma enzima comercial e relataram melhora no desempenho das aves (Choct, 2006), porém, somente nos anos 80 a indústria de alimentação animal começou a utilizar o poder da tecnologia enzimática de forma apropriada. A cevada possui alto teor de fibra indigestível por monogástricos, o que serviu de incentivo para cientistas europeus investigarem a possibilidade de reduzir os efeitos negativos da inclusão deste cereal suplementando as dietas com β -glucanase. Encorajados pelo sucesso obtido, o trigo se tornou o próximo alvo das pesquisas com a hipótese de que trigo mais xilanase seria equivalente ao milho (Sheppy, 2001).

Na metade da década de 80 as fitases se tornaram populares uma vez que seu uso não se restringia somente aos grãos viscosos, mas a todos os ingredientes de fonte vegetal. O fitato (ácido fítico ou hexafosfato de inositol), é a forma de armazenamento de fósforo nas sementes, admite-se que cerca de dois terços do fósforo nos vegetais estejam na forma de fitato (NRC, 1994) sendo praticamente indigestível por monogástricos. À medida que o fósforo é removido do fitato pela enzima fitase, ele perde a capacidade de se ligar ou formar quelatos com minerais e proteínas (Wyatt et al., 2008). Portanto, as fitases melhoram a digestibilidade não só do fósforo e cátions divalentes como Ca, Zn e Mg, mas também do nitrogênio, evitando associações eletrostáticas com amino grupos terminais das proteínas (Maenz, 2001).

As fitases são aceitas e aplicadas mundialmente, seus efeitos benéficos sobre o custo de produção e excreção de fósforo se difundiram em ritmo acelerado (Sheppy, 2001). Atualmente, elas lideram o mercado global de enzimas com mais da metade das vendas (Wyatt et al., 2008). A redução no custo de produção está relacionada ao fato do fósforo ser o terceiro ingrediente mais caro em uma ração para monogástricos, atrás somente das fontes de energia e proteína (Gomes et al., 2004). Outro fator é a questão ambiental, uma vez que o fósforo tem alto potencial poluidor.

A expansão da indústria de aditivos para nutrição animal na década de 90 culminou na produção de “blends” específicos para grãos não viscosos, como milho, sorgo, milho e para combinação milho + farelo de soja, dieta que predomina na produção de aves nos EUA, Ásia e América do Sul.

1.2. Polissacarídeos não amiláceos

O desenvolvimento de enzimas para nutrição animal se deu a partir do conhecimento prévio da existência de uma fração fibrosa praticamente indigestível por monogástricos. Essa fração engloba diversos polímeros, principalmente carboidratos estruturais da parede celular vegetal, denominados polissacarídeos não amiláceos (PNA's). Proteínas e compostos fenólicos também são encontrados, porém, em menor quantidade. Polissacarídeos são polímeros de monossacarídeos unidos através de ligações glicosídicas. De acordo com Choct (2002), os PNA's podem ser classificados em três grupos: celulose, polissacarídeos não celulósicos e polissacarídeos pécticos. O perfil dos PNA's presentes na parede celular vegetal varia largamente entre os tecidos e espécies (Carré, 2002). Nos cereais (monocotiledôneas) os principais PNA's são: celulose, arabinosilanos e β -glucanos enquanto nas dicotiledôneas as substâncias pécticas, como ramnagalacturonanos, são encontradas em maior quantidade (Bach Knudsen, 2001).

Os monogástricos não expressam enzimas para digerir PNA's, porém, seus efeitos adversos vão além da ação diluente. Os PNA's, especialmente os solúveis, aumentam a viscosidade da digesta, modificam a fisiologia do trato gastrointestinal (trocas gasosas) e alteram a flora microbiana (Choct, 2002). Embora tanto os suínos quanto as aves sofram com as consequências negativas dos PNA's, as aves respondem melhor à suplementação enzimática. Provavelmente devido à anatomia gastrointestinal, capacidade digestiva e características da dieta (Partridge, 2001).

1.3. Mecanismos de ação das enzimas

Os benefícios da suplementação de carboidrases nas dietas são atribuídos a três fatores: a diminuição da viscosidade intestinal, disponibilização de nutrientes encapsulados na parede celular (Cowieson et al., 2006) e mudanças na flora intestinal (Choct, 2006).

Embora todos os três estejam interrelacionados, a contribuição de cada mecanismo na resposta final varia em cada situação particular (Bedford, 2006; Wyatt et al., 2008).

A viscosidade intestinal produzida pelos PNA's contidos nos ingredientes é reconhecidamente prejudicial às aves (Choct, 2006, Cowieson et al., 2006, Wyatt et al., 2008) uma vez que sua ação reduz a taxa de absorção dos nutrientes (Bach Knudsen, 2001). Os PNA's solúveis interagem com o glicocálix nas bordas em escova e modificam a espessura da camada aquosa do intestino, formando um gel, o que reduz a absorção através da parede intestinal e dificulta a troca gasosa entre digesta e parede intestinal, especialmente proximal. De acordo com Moran Jr. (2006), a diminuição dos níveis de oxigênio, devido à viscosidade, propicia o aumento do número de microrganismos anaeróbios patogênicos. A viscosidade dos PNA's depende da sua solubilidade, massa molar e configurações na solução (Choct, 2002). As enzimas clivam as longas cadeias de PNA's em polímeros menores, reduzindo a viscosidade da digesta, o que aumenta o valor nutritivo dos ingredientes (Choct & Annison, 1992 citados por Choct, 2002).

A parede celular no endosperma do milho e do sorgo é construída por pequenas quantidades de celulose incrustadas por hemicelulose que, por sua vez, é constituída em sua maior parte por arabinoxilanos e quantidades menores de β -glucanos e mananos (Stone, 2004 citado por Wyatt et al., 2008). Dada a incapacidade das aves em digerir essa fração, seu conteúdo (especialmente amido e proteínas) é utilizado pela microbiota ou excretado. As enzimas agem sobre a integridade da parede celular, expondo os nutrientes encapsulados e permitindo a ação das amilases e proteases endógenas ou exógenas. Os efeitos benéficos da utilização de complexos enzimáticos em cereais não viscosos estão mais relacionados à disponibilização de nutrientes encapsulados do que à diminuição da viscosidade da digesta (Cowieson, 2005; Wyatt et al., 2008) uma vez que a quantidade de PNA's solúveis, nesses grãos é pequena em comparação aos cereais viscosos como trigo, cevada e centeio. O milho possui entre 0,8 a 1,0 g/kg MS (Mathlouthi et al., 2002; Choct, 2006); o farelo de soja 13,4 a 27,0 g/kg MS (Meng & Slominski, 2005; Choct, 2006). Enquanto o trigo e cevada contém, respectivamente, 24,0 e 45,0 g/kg MS (Choct, 2006).

Cerca de 400-500 cepas de diferentes bactérias habitam o trato gastrointestinal (TGI) das aves, principalmente íleo e ceco (Bedford & Apajalahti, 2001). Embora diversos fatores influenciem a população residente no intestino (sexo e idade das aves, tipo de criação, etc.)

a dieta é tida como responsável direta pelo controle da flora microbiana (Bedford & Apajalahti, 2001). A dieta é a única fonte de nutrientes para o crescimento e manutenção da microbiota. As enzimas inibem a fermentação no intestino delgado e aumentam a formação de ácidos graxos voláteis no ceco (Choct et al., 1996; Choct, 1999). De acordo com Bedford & Apajalahti (2001), o efeito das enzimas sobre a população microbiana é caracterizado por duas fases. A primeira ocorre no íleo, prevenindo a formação do conteúdo viscoso e a segunda no ceco, onde os oligômeros são fermentados pela microbiota cecal. No entanto, as respostas variam quanto à digestibilidade da dieta, idade das aves e tipo de enzima aplicado (Bedford, 2006). Os mecanismos pela qual a suplementação enzimática e tipos de PNA modificam a microbiota intestinal são pouco entendidos (Józefiak et al., 2004; Apajalahti, 2005; Choct, 2009).

O binômio milho e farelo de soja são considerados padrão ouro em termos de consistência na resposta sobre o desempenho. Entretanto, a possibilidade de melhorar a digestibilidade desse tipo de dieta pela suplementação enzimática das rações resultou em diversos estudos (Zanella et al., 1999; Garcia et al., 2000; Café et al., 2002; Cowieson & Adeola, 2005; West et al., 2007; Rutherford et al., 2007).

Um dos efeitos benéficos da suplementação enzimática é diminuir a variabilidade existente entre esses ingredientes. Douglas et al. (2000) e D'Alfonso (2005) observaram diferenças no desempenho de frangos de corte ao avaliarem amostras de farelo de soja e milho de diferentes locais (n=12 e 93 respectivamente). A suplementação enzimática das dietas nesses casos reduziu as diferenças nutricionais entre as amostras de ambos os ingredientes.

Cabe ressaltar que os efeitos observados nos ensaios de desempenho e digestibilidade variam quanto à idade das aves (Olukosi et al., 2007) enzima utilizada (Kocher et al., 2002; Mathlouthi et al., 2002; Kocher et al., 2003) e forma física da ração (Gracia et al., 2009). Embora as respostas à suplementação enzimática sejam menos consistentes em comparação aos grãos viscosos, é cada vez maior o número de pesquisas demonstrando que as enzimas podem melhorar a digestibilidade de dietas baseadas em milho e farelo de soja.

LITERATURA CITADA

APAJALAHTI, J. Comparative gut microflora, metabolic challenges, and potential opportunities. **Journal of Applied Poultry Research**, v14, p.444-453, 2005.

BEDFORD, M.R. Effect of non-starch polysaccharidases on avian gastrointestinal function. In: Perry, G.C. (Ed.) **Avian Gut Function in Health and Disease**. UK: Wallingford, 2006. p.159-170.

BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1-2, p.3-20, 2001.

BEDFORD, M.R.; APAJALAHTI, J. Microbial interactions in the response to exogenous enzyme utilization. In: Bedford, M.R. (Ed.) **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. UK: Wallingford, 2001, p.299-314.

CAFÉ, M.; BORGES, C.A.; FRITTS, C.A. et al. Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v11, p.29-33, 2002.

CARRÉ, B. Carbohydrate chemistry of the feedstuffs used for poultry. In: McNab J.; Boorman N. (Ed.) **Poultry Feedstuffs**. UK: Wallingford, 2002. p. 39-56.

CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. In: McNab J.; Boorman N. (Ed.) **Poultry Feedstuffs**. UK: Wallingford, 2002. p.222-236.

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, n.3, p.419-422, 1999.

- CHOCT, M. Managing gut health through nutrition. **British Poultry Science**, v.50, n.1, p.9-15, 2009.
- CHOCT. M. Enzymes for the feed industry: past, present and future, In: **World's Poultry Science Journal**, v.62, n.1, p.5-16, 2006.
- CHOCT, M.; HUGHES, R.J.; WANG, J. et al. increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**, v.37,n.3, p.609-621, 1996.
- COWIESON A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, n.12, p.1860-1867, 2005.
- COWIESON, A.J.; Factors that affect the nutritional value of corn for broilers, In: **Animal Feed Science and Technology**, v.119, n.3-4, p.293-305, 2005.
- COWIESON, A.J.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v.19. n.1, p.90-103, 2006.
- D'ALFONSO T. H. Sources of variance of energy digestibility in corn-soy poultry diets and the effect on performance: starch, protein, oil and fiber. **Krmiva**, v.47,n.2,p.83-86, 2005.
- DOUGLAS M.W.; PARSONS, C.M.; BEDFORD, M.R. Effect of various soybean meal sources and avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v9, p.74-80, 2000.
- GOMES, C. P.; RUNHO, C. R . et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004 (Supl. 1).
- GARCIA. E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.

GRACIA, M.I.; LAZARO R., LATORRE, M.A. et al. Influence of enzyme supplementation of diets and cooking–flaking of maize on digestive traits and growth performance of broilers from 1 to 21 days of age. **Animal Feed Science and Technology**, v.150, n.3-4, p.303–315, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE. [2006]. Sistema IBGE de recuperação automática; tabela 73. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>> Acesso em: 11/03/2009.

JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; Martin, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: A review. **Animal Feed Science and Technology**. v.113, n.1-4, p.1-15, 2004.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; ROSS, G. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn–soybean meal-based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v12, p.275-283, 2003.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D. et al. Effects of feed enzymes on nutritive value of soyabean meal fed to broilers. **British Poultry Science** v.43, n.1, p.54–63, 2002.

MAENZ, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. In: Bedford, M.R. (Ed.) **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. UK: Wallingford, 2001. p. 61-84.

MATHLOUTHI, N.; SAULNIER, L.; QUEMERER, B. et al. Xylanase, β -glucanase, and other side enzymatic activities have greater effects on the viscosity of several feedstuffs than xylanase and β -glucanase used alone or in combination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.8, p.5121-5127, 2002

MENG, X.; SLOMINSKI, B.A. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes. **Poultry Science**, v.84, n.8, p.1242-1251, 2005.

MORAN Jr., e.t. Anatomy, microbes, and fiber:small versus large intestine. **Journal of Applied Poultry Research**, v15, p.154-160, 2006.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 79p.

- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.113-120.
- NARAYAN, R.; SINGH, D.P. Japanese quail breeding: present status and future strategies. In: Sasidhar, P.V.K. Poultry research priorities to 2020. **Proceedings of National Seminar. Izatnagar:** CARI, 2006. p. 31-37.
- NATIONAL RESERCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry.** 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences: 1994. 155p.
- OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, p.77-86, 2007.
- PARTRIDGE, G.G. The role of carbohydrase enzymes in pig nutrition. In: Bedford, M.R. (Ed.) **Enzymes in Farm Animal Nutrition.** UK: Wallingford, 2001. p.161-198.
- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHAN, P.J. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.665-672, 2007.
- SHEPPY, C. The current feed enzyme market and likely trends. In: Bedford, M.R. (Ed.) **Enzymes in Farm Animal Nutrition.** UK: Wallingford, 2001. p.1-10.
- WEST, M. L., CORZO, A., DOZIER, W.A.III et al. Assessment of dietary rovbio excel in practical united states broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v16, p.313-321, 2007.
- WYATT, C.L.; PARR, T.; BEDFORD, M.R. Mechanisms of action for supplemental nsp and phytase enzymes in poultry diets. In: Carolina poultry nutrition conference, 35., 2008, North Carolina. **Proceedings of...** North Carolina: Carolina Feed Industry Association, 2008. 53p. Disponível em: http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference/2008/nutrition_2008.pdf Acesso em: 25/03/09.
- ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78, n.4, p.561-568, 1999.

II - OBJETIVOS GERAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de complexo enzimático (xilanase + β -glucanase) em dietas para codornas de corte em crescimento, de 1 a 35 dias de idade.

2.1. Objetivos Específicos

1 – Avaliar os efeitos da suplementação de complexo enzimático utilizando dois métodos de suplementação (“on top” e superestimação de nutrientes) em dietas à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade;

2 - Avaliar os efeitos da suplementação de complexo enzimático utilizando dois métodos de suplementação (“on top” e superestimação de nutrientes) em dietas à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso de cortes em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade;

3 – Determinar por meio de ensaio de metabolismo os coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), matéria orgânica (CMMO), proteína bruta (CMPB), FDN (CMFDN) e energia bruta (CMEB), bem como os teores de EMAn das rações.

III - Utilização de complexo enzimático em rações de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade

RESUMO – O Experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de enzimas exógenas em dietas para codornas de corte nas fases inicial 1-14 dias. Foram utilizadas 1.400 codornas de um dia de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e cinco repetições e 35 aves por repetição. Os tratamentos foram: um controle positivo (CP), formulado para atendimento das exigências nutricionais da espécie; um controle positivo suplementado com complexo enzimático (CP+CE); dois controles negativos suplementados com CE e reduzidos em 2% (60 kcal/kg) e 4% (120 kcal/kg) na energia metabolizável (CN 2% e 4% EM); dois controles negativos suplementados com CE reduzidos em 2% e 4% nos aminoácidos: lisina, metionina+cistina e treonina (CN 2% e 4% AA's); dois controles negativos suplementados com CE reduzidos em 2% e 4% na EM e AA's (CN 2% e 4% EM+AA's). Não foram observadas diferenças ($P<0,05$) no peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos. No tratamento CN 4% EM+AA's foi observado aumento do consumo de ração ($P<0,05$) em relação aos tratamentos CP e CP+CE. A suplementação de complexo enzimático (xilanase e β -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em 120 kcal/kg de EM e 4% nos aminoácidos sem prejudicar os parâmetros de desempenho de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade. A análise econômica demonstrou ser mais vantajosa ($P<0,05$) a suplementação de dietas reduzidas nos AA's em comparação à energia.

Palavras chave: carboidrases, *Coturnix coturnix sp*, desempenho, enzimas

Enzymatic complex utilization in meat type quail diets from 1 to 14 days of age

ABSTRACT - The experiment were carried out to evaluate the effects of exogenous enzymes supplementation of meat type quail diets during initial phase (1-14d). There were used 1.400 quails, one-day old, non-sexed, and distributed in a completely randomized design, with eight treatments and five replications, 35 birds each replication. The treatments were: a positive control (PC), formulated to meet the nutritional requirements of the specie, one positive control supplemented with enzyme complex (PC+EC), two negative controls supplemented with EC and reduced in 2% (60 kcal/kg) and 4% (120 kcal/kg) on metabolizable energy (NC 2% and 4% ME), two negative controls supplemented with EC reduced in 2% and 4% in amino acids: lysine, methyonine + cystine and threonine (NC 2 and 4% AA's), two negative controls supplemented with EC with combined reductions on ME and AA's (CN 2 and 4% ME+AA's). There were no differences ($P<0.05$) in body weight, weight gain and feed conversion ratio among the treatments. In treatment CN 4% ME+AA's was observed increase of feed intake ($P<0.05$) in comparison to PC and PC+EC. The enzymatic complex (xylanase and β -glucanase) supplementation can be used successfully in diets based on corn and soybean meal reduced in 120 kcal/kg of ME and 4% in amino acids without negative effects on performance parameters of meat type quails from 1 to 14 days of age. The economic analysis shown that is more advantageous ($P<0.05$) the supplementation of diets reduced on AA's content instead of energy.

Key words: carbohydrases, *Coturnix coturnix sp*, enzymes, performance

Introdução

No Brasil a coturnicultura para produção de carne não é muito expressiva à exemplo de países do mediterrâneo como França, Espanha, Itália e Grécia (Murakami & Ariki, 1998). Assim como no Japão e China, a coturnicultura nacional tem como finalidade principal a produção de ovos. Apesar da franca expansão do plantel, que passou de 4,3 milhões em 1997 para 7,5 milhões em 2007 (IBGE, 2009) o efetivo total ainda tem como finalidade principal a produção de ovos (95%). Mesmo sua carne sendo reconhecidamente de alta qualidade, com baixos teores de energia e alto teor de proteína (Narayan & Singh, 2006)

O potencial coturnícola para produção de carne no Brasil é enorme e pouco explorado, atualmente somente uma empresa de grande porte explora a coturnicultura para essa finalidade e possui uma linha específica para comércio de carnes exóticas (Avis Raras[®]).

A coturnicultura exige baixo custo de investimento e proporciona rápido retorno, o que torna a atividade promissora (Pinto et al., 2002). Por outro lado, os custos com a alimentação para produção de codornas respondem por mais de 70% do custo total de produção (Furlan et al. 1999), o que justifica as pesquisas para determinação das exigências nutricionais e aplicação de aditivos às rações. A busca por mais informações sobre nutrição de codornas de corte começou, então, a despertar interesse de grupos de pesquisa para determinar as exigências nutricionais (Furlan et al., 2007; Corrêa et al., 2007; Oliveira et al., 2005; Freitas et al., 2006) e avaliar efeitos da utilização de aditivos em rações (Otutumi et al., 2009) para essa espécie.

Complexos enzimáticos comerciais contendo carboidrases têm sido aplicados em dietas para aves como aditivo há mais de 20 anos (Cowieson et al., 2006), sua eficiência é resultado da melhora no aproveitamento da energia de alimentos ricos em PNA's (Choct, 2006). O efeito negativo dos PNA's é decorrente de três fatores, o aumento da viscosidade intestinal devido à hidratação da fração solúvel dos PNA's, seu efeito encapsulador de nutrientes e mudanças na população microbiana do intestino (Bedford & Apajalahti, 2001; Choct, 2002).

Embora a maior parte das pesquisas envolvendo carboidrases em dietas para frangos de corte ter utilizado cereais viscosos, é cada vez maior o número de trabalhos focados nos efeitos da aplicação dessas enzimas em cereais não viscosos, como sorgo (Morais et al., 2002; Santos et al., 2006) milho (Strada et al., 2005) e na combinação milho e farelo de soja (Zanella et al., 1999; Kocher et al. 2002; Fisher et al., 2002; West et al., 2007).

Tendo em vista a inconsistência nos dados obtidos envolvendo carboidrases em rações de frangos de corte e a inexistência de estudos envolvendo enzimas em codornas de corte, o presente experimento teve como objetivo avaliar o desempenho (peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) dessa espécie quando alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexo enzimático (xilanase e β -glucanase).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá – UEM no período de julho a agosto de 2008 sob aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal – CEEA/UEM.

Foram utilizadas 1.400 codornas de corte de 1 a 14 dias de idade não sexadas, alojadas num galpão convencional dividido em 40 “boxes” de 2,5 m².

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos, cinco repetições e 35 codornas por unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram: um controle positivo (CP), formulado para atendimento das exigências nutricionais da espécie; um controle positivo suplementado com complexo enzimático (CP+CE); dois controles negativos suplementados com CE e com redução de 2% (60 kcal/kg) e 4% (120 kcal/kg) na energia metabolizável (EM) em relação ao CP (CN 2% e CN 4% EM); dois controles negativos suplementados com CE e com redução de 2% e 4% nos aminoácidos (AA's): lisina, metionina+cistina e treonina (CN 2% e CN 4% AA's); dois controles negativos suplementados com CE e com redução de 2% e 4% na EM e AA's (CN 2% e CN 4% EM+AA's).

O complexo enzimático (ROVABIO EXCEL[®]) composto por xilanase e β -glucanase foi suplementado seguindo as instruções do fabricante (ADISSEO) na proporção de 50g/tonelada de ração.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja utilizando as relações para os aminoácidos metionina+cistina e treonina proposto por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte. As dietas controle positivo foram formuladas com base nos níveis de EM, PB, lisina, metionina + cistina, cálcio e fósforo determinados anteriormente para o mesmo grupo genético em nosso laboratório.

Para avaliação de desempenho zootécnico (peso corporal, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) as aves e as rações foram pesadas ao 7º e 14º dia.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo software Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (1997), da Universidade Federal de Viçosa (MG) de acordo com o modelo estatístico apresentado a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = variáveis estudadas obtidas com o indivíduo j, recebendo tratamento i;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tratamento i (sendo $i_1 = CP$; $i_2 = CP+CE$; $i_3 = CN\ 2\% EM$; $i_4 = CN\ 4\% EM$; $i_5 = CN\ 2\% AA's$; $i_6 = CN\ 4\% AA's$; $i_7 = CN\ 2\% EM+AA's$; $i_8 = CN\ 4\% EM+AA's$)

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

Para determinar a viabilidade econômica da utilização do complexo enzimático em dietas para codornas de corte, o custo da ração por quilo de peso vivo ganho ou produzido (Y_i) foi determinado segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i \text{ (R\$/kg)} = \frac{Q_i * P_i}{G_i}$$

Onde:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento e

G_i = ganho de peso do i-ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991):

$$IEE (\%) = \frac{MC_{ex}}{CT_{ei}} * 100 \text{ e } IC (\%) = \frac{CT_{ei}}{MC_e} * 100$$

Onde:

MC_e = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos

CT_{ei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: farelo de soja, R\$ 0,79/kg; milho grão, R\$ 0,31/kg; óleo de soja, R\$ 1,95/kg; fosfato bicálcico, R\$ 2,34/kg; calcário, R\$ 0,18/kg; L-lisina, R\$ 10,09/kg; DL-Metionina, R\$ 34,26/kg; L-treonina, R\$ 10,06; premix mineral e vitamínico R\$ 9,50/kg; sal comum, R\$ 0,32/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; complexo enzimático R\$ 21,80/kg.

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Student-Newman-Keuls (SNK) em nível de 5% de significância.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais

Tratamentos	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's	
Ingredientes			2%	4%	2%	4%	2%	4%
Farelo soja 45%	51,090	51,092	50,822	50,552	51,338	51,561	51,078	51,022
Milho grão	40,316	40,305	41,737	43,169	40,110	39,934	41,535	42,798
Óleo de soja	4,560	4,564	3,399	2,234	4,637	4,701	3,474	2,371
Fosfato bicálcico	1,572	1,572	1,569	1,565	1,571	1,570	1,567	1,562
Calcário	0,326	0,326	0,329	0,332	0,326	0,326	0,329	0,331
L-lisina HCl	0,467	0,467	0,472	0,477	0,407	0,354	0,412	0,364
DL-metionina	0,648	0,648	0,646	0,644	0,613	0,584	0,608	0,581
L-treonina	0,311	0,311	0,311	0,312	0,283	0,256	0,282	0,256
Premix ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Complexo enzimático ³	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados								
EM (kcal/kg)	2,997	2,997	2,937	2,877	2,997	2,997	2,937	2,877
PB (%)	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52
Lis dig. (%)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,84	1,80	1,84	1,80
Met+cis dig.(%)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,30	1,28	1,30	1,28
Tre dig. (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,19	1,17	1,19	1,17
P disp (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Ca (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

¹ Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg;

² BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

³ Complexo enzimático contendo xilanase e β -glucanase

Resultados e Discussão

As médias de temperaturas (máxima e mínima) registradas durante o período experimental foram, respectivamente, 33,20 e 20,13°C pela manhã e 32,82 e 21,64°C à tarde.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no PC, GP e CA entre os tratamentos utilizados (Tabela 2), no período de 1 a 14 dias de idade. A suplementação de complexo enzimático permitiu a redução de até 120 kcal/kg na EM e 4% nos aminoácidos lisina, metionina+cistina e treonina sem ocorrer prejuízo no desempenho. Resultados semelhantes aos observados em frangos de corte por West et al. (2007) e Toledo et al. (2007) ao suplementarem dietas superestimadas à base de milho e farelo de soja com o mesmo complexo enzimático. Os autores observaram que a suplementação de xilanase + β -glucanase compensou a redução nos teores de AA's, proteína bruta e energia, nas dietas controles negativos, mantendo os parâmetros de desempenho observado no CP.

Tabela 2. Peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) em função dos tratamentos para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade

Tratam.	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's		CV
			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
PC (g)	70,04	72,71	72,24	73,05	71,92	74,35	71,53	76,17	4,96
CR (g)	102,11 ^b	103,78 ^b	108,15 ^{ab}	111,67 ^{ab}	107,96 ^{ab}	108,04 ^{ab}	107,28 ^{ab}	116,02 ^a	4,76
GP (g)	61,25	63,84	63,34	64,17	63,10	65,51	62,58	67,39	5,53
CA (g/g)	1,67	1,63	1,71	1,74	1,71	1,65	1,71	1,72	3,40

^{a,b} Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo Teste SNK ($P<0,05$)

A aplicação “on top”, ou seja, a suplementação enzimática de uma dieta formulada para atendimento das exigências nutricionais (CP+CE), não diferiu da dieta controle positivo ($P<0,05$) nos parâmetros PC, GP e CA. Garcia et al. (2000), Fisher et al. (2002) e Mushtaq et al. (2006) trabalhando com grãos não viscosos para frangos de corte não observaram diferenças nos parâmetros de desempenho ao suplementar dietas superestimadas e “on top” durante a fase inicial.

Observou-se, ainda, que os animais do tratamento CN 4% EM+AA's foram 8,72% mais pesados, porém consumiram 13,62% a mais em relação ao CP.

O CR não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos CN, porém, notou-se que a redução em energia das dietas provocou aumento mais acentuado no consumo do que a redução em AA's. As aves dos tratamentos CP e CP+CE ($P<0,05$) consumiram menor quantidade de ração em comparação ao tratamento CN 4% EM+AA's, ou seja, dietas com menor densidade energética e aminoacídica promoveram aumento do consumo de ração, entretanto, tal aumento não resultou em diferenças no GP e CA ($P>0,05$).

A suplementação "on top" da enzima ocasionou melhora de 2,45% na CA e aumento de 4,23% no GP em relação ao CP, embora não tenham diferido ($P>0,05$). Barbosa et al. (2008) ao obter resultado semelhante em frangos de corte afirmaram que a aplicação "on top" é mais recomendada na fase inicial em razão da imaturidade do sistema enzimático nas aves jovens. Uma vez que o CR entre os controles positivos (tratamentos CP e CP+CE) não diferiram ($P>0,05$) pode se afirmar que a melhora numérica na CA foi efeito da suplementação enzimática, que proporcionou melhor aproveitamento dos nutrientes para o ganho de peso. O maior CR observado nos tratamentos CN 4% EM e 4% EM+AA's ocasionou piora numérica na CA de, respectivamente, 4,19 e 2,99% em relação ao tratamento CP.

A suplementação de enzimas exógenas é conhecida por produzirem respostas variadas mesmo quando adicionadas em dietas similares e animais de mesma idade (Officer, 2000). Sorbara (2008) avaliando a combinação de enzimas (amilase, xilanase, β -glucanase, pectinase e hemicelulase) e programas enzimáticos em dietas controle positivo e negativo (-100 kcal/kg EM), não observou diferenças ($P>0,05$) sobre CR e GP de frangos de corte durante a fase inicial. O autor sugeriu que, para melhor desempenho, seria viável a utilização de programas enzimáticos com suplementação de amilase ou amilase + xilanase somente durante a fase final de crescimento em frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja.

A inconsistência nos dados de desempenho das codornas pode também ser atribuído aos níveis de PNA's solúveis encontrados nesses ingredientes, quantidade relativamente baixa em relação aos outros cereais (Cowieson et al., 2006). Os níveis de PNA's solúveis encontrados no milho variam entre 0,8 a 1,0 g/kg MS (Mathlouthi et al., 2002; Choct, 2006) com predominância de arabinosilanos. O farelo de soja, por sua vez, possui entre 13,4 a 27,0 (Meng & Slominski, 2005; Choct, 2006) com predominância de arabinogalactanos e ramnogalacturanos (Vahjen et al., 2005). Essas quantidades são pequenas comparadas aos níveis encontrados no trigo, cevada e centeio: 25,0; 50,0 e 54,0 g/kg respectivamente (Bach Knudsen, 2001).

Os PNA's solúveis são responsáveis diretos pela viscosidade intestinal (Choct, 2002). Segundo Cowieson (2005), a habilidade de enzimas, em especial carbohidrases, em melhorar o valor nutricional de dietas à base de milho e soja é provavelmente em razão das mudanças na arquitetura da parede celular ao invés da redução da viscosidade, como é o caso frequente para os grãos viscosos.

Outro fator pode estar relacionado às codornas possuírem o ceco maior que em galinhas, proporcionalmente ao peso corporal, resultando em melhor digestibilidade de alimentos fibrosos (Murakami & Ariki, 1998).

O custo em alimentação por quilo de peso vivo ganho (R\$/kg PV) (Tabela 3) demonstra que o menores custos em ração por unidade produzida foram obtidos nos tratamentos CN 4% AA's e CN 4% EM+AA's (P<0,05). Nos tratamentos em que houve redução nos teores de AA's, os custos de produção foram menores (P<0,05) em relação aos demais.

A redução do nível de energia em 2 e 4% (60 e 120 kcal/kg) não propiciou menor custo por unidade produzida em relação ao CP e CP+CE (P>0,05). Esse resultado ressalta a importância da energia durante a fase inicial. A deficiência energética e/ou desproporção na razão energia:proteína nessa fase, provocaram o aumento do consumo e menor ganho de peso, o que levou ao aumento do custo de produção por unidade.

Tabela 3. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (CP), índice de eficiência econômica (IEE) e índice do custo (IC) de codornas de corte em função dos tratamentos

Tratamentos	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's		CV
Variáveis			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
CR (R\$/kg)	1,43	1,43	1,41	1,39	1,33	1,24	1,30	1,20	-
CP (R\$/kg									
PV)	2,38 ^a	2,32 ^a	2,40 ^a	2,41 ^a	2,27 ^b	2,05 ^c	2,23 ^b	2,07 ^c	3,01
IEE (%)	86,15	88,28	85,37	84,96	90,19	100	91,87	99,20	-
IC (%)	116,08	113,28	117,14	117,7	110,88	100	108,85	100,81	-

^{a,b,c} Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo Teste SNK (P<0,05)

Os resultados de desempenho das aves permitem afirmar que a suplementação com complexo enzimático à base de xilanase e β -glucanase foi eficiente em proporcionar semelhante desempenho em dietas reduzidas em EM e AA's para a fase inicial de codornas de corte. A análise de viabilidade econômica, por sua vez,

demonstra que a suplementação de dietas reduzidas nos aminoácidos: lisina, metionina + cistina e treonina, isoladamente ou em conjunto com redução energética (60 ou 120 kcal/kg) diminuem o custo da alimentação por unidade de peso vivo produzido.

Conclusões

A suplementação de complexo enzimático (xilanase e β -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em 120 kcal/kg de EM e 4% nos aminoácidos sem prejudicar os parâmetros de desempenho de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade.

Economicamente é mais vantajoso suplementar dietas reduzidas nos aminoácidos em detrimento à energia.

Literatura Citada

- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1-2, p.3-20, 2001.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. In: McNab J.; Boorman N. (Ed.) **Poultry Feedstuffs**. UK: Wallingford, 2002. p.222-236.
- CHOCT. M. Enzymes for the feed industry: past, present and future, In: **World’s Poultry Science Journal**, v.62, n.1, p.5-16, 2006.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigências de proteína bruta e energia metabolizável em codornas de corte durante a fase de crescimento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.59, n.2, p.488-494, 2007.

- COWIESON, A.J.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v.19. n.1, p.90-103, 2006.
- COWIESON, A.J.; Factors that affect the nutritional value of corn for broilers, In: **Animal Feed Science and Technology**, v.119, n.3-4, p.293-305, 2005.
- FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1705-1710, 2006.
- FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, A.M.; MURAKAMI, A.E. Avaliação de alguns alimentos para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.717-720, 1999.
- FURLAN, A.C. ; TON, A.P.S. ; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e energia metabolizável de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento com base no conceito de proteína ideal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigoilhado para suínos**. (S.I): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE**. [2006]. Sistema IBGE de recuperação automática; tabela 73. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>> Acesso em: 11/03/2009.
- KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D. et al. Effects of feed enzymes on nutritive value of soyabean meal fed to broilers. **British Poultry Science** v.43, n.1, p.54–63, 2002.

- MATHLOUTHI, N.; SAULNIER, L.; QUEMERER, B. et al. Xylanase, β -glucanase, and other side enzymatic activities have greater effects on the viscosity of several feedstuffs than xylanase and β -glucanase used alone or in combination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.8, p.5121-5127, 2002.
- MENG, X.; SLOMINSKI, B.A. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes. **Poultry Science**, v.84, n.8, p.1242-1251, 2005.
- MORAIS, E.; FRANCO, S.G.; FEDALTO, L.M. Efeitos da substituição do milho pelo sorgo, com adição de enzimas digestivas, sobre o ganho médio de peso de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.2, p.109-114, 2002.
- MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 79p.
- MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G. et al. The influence of exogenous multienzyme preparation and graded levels of digestible lysine in sunflower meal-based diets on the performance of young broiler chicks two weeks posthatching. **Poultry Science**, v.85, n.12, p.2180-2185, 2006
- NARAYAN, R.; SINGH, D.P. Japanese quail breeding: present status and future strategies. In: Sasidhar, P.V.K. Poultry research priorities to 2020. **Proceedings of National Seminar**. Izatnagar: CARI, 2006. p. 31-37.
- OFFICER, D.I.; Feed Enzymes. In: D'MELLO, I.D.; FELIX, J.P. (Ed.) **Farm Metabolism and Nutrition: Critical Review**. UK: Wallingford, 2000, p.405-426.
- OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. Avaliação do rendimento de carcaça de codornas para corte alimentadas com dietas com diferentes níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.3, p.42-45, 2005.
- OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Efeito do probiótico sobre o desempenho, rendimento de carcaça e exigências nutricionais de proteína bruta de codornas de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.2, p.299-306, 2009.
- PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p. 1761-1770, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos** (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.

- SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F. et al. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.811-817, 2006.
- SORBARA, O.B. **Carboidrases em programas enzimáticos de rações para frangos de corte**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008. 68p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2008.
- STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.
- TOLEDO, G.S.P.; FRANCO, S.G.; FEDALTO, L.M. et al. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.518-523, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- VAHJEN, W.; BUSCH, T.; SIMON, O. Study on the use of soya bean polysaccharide degrading enzymes in broiler nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, n.3-4, p.259–276, 2005.
- WEST, M. L., CORZO, A., DOZIER, W.A.III et al. Assessment of dietary rovabio excel in practical united states broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v16, p.313-321, 2007.
- ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78, n.4, p.561-568, 1999.

IV - Utilização de complexo enzimático em rações de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

RESUMO – Foram conduzidos dois experimentos para avaliar os efeitos da suplementação enzimática em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade. No experimento de desempenho, 960 aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos, cinco repetições com 24 aves cada. Os tratamentos utilizados foram: um controle positivo (CP), formulado para atendimento das exigências nutricionais; um CP suplementado (CP+CE) e seis controles negativos (CN) suplementados e com dois níveis de redução (2 e 4%) nos teores de energia (EM) e aminoácidos (AA's), separadamente ou em conjunto. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no consumo de ração, conversão alimentar e carcaça entre os tratamentos. A suplementação “on top” (CP+CE) diminuiu o ganho de peso ($P<0,05$) em relação ao CP. O complexo enzimático foi eficaz para manutenção do GP dentre os CN, exceto entre CN 2% EM e 4% EM+AA's, sendo inferior para este último. Conclui-se que a suplementação pode ser utilizada com eficácia em dietas reduzidas em 120,0 kcal/kg na EM ou 4% nos AA's para codornas de 15 a 35 dias de idade. Economicamente é mais vantajoso suplementar dietas reduzidas nos AA's em comparação à energia. No ensaio de metabolismo utilizou-se 160 machos com 28 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições de 5 aves cada. Os tratamentos foram os mesmos utilizados no primeiro experimento. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos coeficientes de metabolização da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta entre os tratamentos. O coeficiente de metabolização da FDN melhorou ($P<0,05$) com a adição de enzimas.

Palavras chave: balanço de nutrientes, carboidrases, *Coturnix coturnix sp*, desempenho, enzimas, rendimento de carcaça

Enzymatic complex utilization in meat type quail diets from 15 to 35 days of age

ABSTRACT - Two experiments were carried out to evaluate the effects of enzyme supplementation in meat type quail diets from 15 to 35 days of age. In the performance trial, 960 birds were distributed in a completely randomized design (CRD) with eight treatments, five replications with 24 birds per replication. The treatments were: a positive control (PC), formulated to meet the nutritional requirements of the specie, a PC supplemented with enzyme (PC+EC) and six negative controls (NC) supplemented with EC and two levels of reduction (2 to 4%) in energy (ME) and amino acids (AA's) contents, separately or in combination. There were no differences ($P>0.05$) in feed intake, feed conversion ratio and carcass parameters between treatments. Supplementation "on top" (PC+EC) decreased the weight gain ($P<0.05$) compared to PC. The enzyme complex was effective in maintain the WG among the treatments, except between NC 2% ME and 4% ME+AA's, being lower for the last. In conclusion, the supplementation can be used successfully in diets reduced in 120.0 kcal/kg or 4% in AA's contents for meat type quails from 15 to 35 days of age. It's economically advantageous ($P<0.05$) the supplementation of diets reduced on AA's contents instead of energy reduction. The metabolism trial used 160 males, 28 days old, distributed in a CRD with eight treatments and four replications with 5 birds per replication. The treatments were the same used in the first experiment. There were no differences ($P>0.05$) in metabolisation coefficient of dry matter, organic matter, crude protein and gross energy between treatments. The metabolisation coefficient of NDF improved ($P<0.05$) by enzyme supplementation.

Key words: carbohydrases, carcass yield, *Coturnix coturnix sp*, enzymes, nutrient balance, performance

Introdução

A coturnicultura nacional, especialmente a postura, tem apresentado uma rápida evolução, tornando se cada vez mais profissional e automatizada. Segundo Murakami & Garcia (2007) a atividade por muitos anos foi considerada atividade secundária e atualmente, o potencial de produção de ovos e carne tem estimulado o interesse na exploração comercial coturnícola.

Dados do IBGE (2009) sobre o plantel coturnícola nacional mostram que desde 1987 até o ano de 1994, o plantel se manteve praticamente estável e desde então, o plantel tem crescido em ritmo acelerado.

Apesar de 95% do plantel coturnícula ser voltado para a produção de ovos, é cada vez maior o interesse pela coturnicultura para produção de carne, resultando no aumento de grupos de pesquisa para determinação de exigências nutricionais para essa espécie (Minvielle, 2004). A maior justificativa para essas pesquisas reside no fato da alimentação contribuir em mais de 70% dos custos de produção de codornas (Furlan et al., 1999).

A suplementação de complexos enzimáticos em dietas baseadas em trigo e cevada tem sido utilizada por aproximadamente 20 anos nos países onde esses grãos predominam para a alimentação de frangos de corte (Cowieson et al., 2006). Os elevados níveis de PNA's solúveis nesses grãos aumentam a viscosidade intestinal prejudicando o desempenho das aves (Choct, 2006, Cowieson et al., 2006).

A eficácia da suplementação de xilanases e β -glucanases em dietas à base de grãos viscosos, como trigo e cevada, é bem documentada (Cowieson et al., 2006; Choct, 2006) e seus benefícios estão relacionados à diminuição da viscosidade intestinal, com consequente aumento na taxa de difusão dos nutrientes do lúmen para a corrente sanguínea (Bach Knudsen, 2001). As enzimas clivam as longas cadeias de polissacarídeos reduzindo a capacidade de formar gel. Além disso, agem sobre a parede celular vegetal, disponibilizando nutrientes encapsulados, e modificam a microflora intestinal (Choct, 2006).

As pesquisas com cereais não viscosos vieram com a expansão da indústria de enzimas durante a década de 90 (Choct, 2006). Cereais como sorgo (Santos et al., 2006) milho (Strada et al., 2005) e a combinação milho e farelo de soja (Zanella et al., 1999; Kocher et al. 2003; Fisher et al., 2002; West et al., 2007) foram suplementados com

diversas combinações de enzimas mostrando resultados positivos. Os efeitos benéficos da suplementação com carboidrases nesses grãos estão mais relacionados à ação sobre a parede celular vegetal e microbiota intestinal ao invés da ação sobre a viscosidade intestinal (Cowieson, 2005).

Segundo Wyatt et al. (2008), a suplementação enzimática, principalmente de carboidrases que agem na parede celular vegetal (xilanases, β -glucanases, celulases, mananases) em dietas à base de milho e farelo de soja produzem respostas variadas e requerem mais estudos para avaliação de novos “blends” enzimáticos e seus efeitos sobre o desempenho e digestibilidade dos nutrientes nas aves.

Poucos estudos foram conduzidos utilizando suplementação de complexos enzimáticos em rações para codornas de corte alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja. Desta forma, este experimento foi conduzido para avaliar o efeito da suplementação de carboidrases (xilanase, β -glucanase) em rações de codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e metabolizabilidade de nutrientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá – UEM no período de julho a agosto de 2008 sob aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal – CEEA/UEM.

Foram utilizadas 960 codornas de corte de 15 a 35 dias de idade não sexadas, com peso médio inicial de 70,65 gramas, alojadas num galpão convencional dividido em 40 “boxes” de 2,5 m².

Os animais foram redistribuídos por classe de peso aos 14 dias de idade a fim de minimizar a desuniformidade entre as unidades experimentais de acordo com Sakomura & Rostagno (2007). As temperaturas foram aferidas diariamente durante todo período experimental no início da manhã e final de tarde e determinadas por termômetro de máxima e mínima.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos, cinco repetições e 24 codornas por unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram: um controle positivo (CP), formulado para atendimento das exigências nutricionais da espécie; um controle positivo suplementado com complexo enzimático

(CP+CE); dois controles negativos suplementados com CE reduzidos em 2 e 4% na energia metabolizável (CN 2% e CN 4% EM); dois controles negativos suplementados com CE reduzidos em 2 e 4% nos aminoácidos (AA's): lisina, metionina+cistina e treonina (CN 2% e CN 4% AA's); dois controles negativos suplementados e reduzidos em 2 e 4% na EM e AA's (CN 2% e CN 4% EM+AA's).

O complexo enzimático (ROVABIO EXCEL[®]) composto por xilanase e β -glucanase foi suplementado seguindo as instruções do fabricante (ADISSEO) na proporção de 50g/ tonelada de ração.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja utilizando as relações para os aminoácidos metionina+cistina e treonina proposto por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte. As dietas controle positivo foram formuladas com base nos níveis de EM, PB, lisina, metionina + cistina, cálcio e fósforo determinados anteriormente para o mesmo grupo genético em nosso laboratório.

Para avaliação de desempenho zootécnico (peso corporal, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) as aves e as rações foram pesadas semanalmente até o 35º dia.

Ao final do período experimental, as aves foram sexadas para determinar a razão macho:fêmea de cada unidade experimental, considerado no modelo estatístico para correção do efeito do sexo. Duas aves, uma de cada sexo, foram aleatoriamente retiradas de cada boxe num total de 10 aves por tratamento para avaliação de rendimento de carcaça. Os animais foram submetidos a 3 horas de jejum sendo posteriormente abatidos por decapitação entre os ossos atlas e occipital sendo posteriormente sangradas por 2 minutos em cone adaptado para o abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55°C. A depena foi realizada manualmente e as aves foram evisceradas por meio de corte abdominal realizado com tesoura. Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação ao peso vivo, obtido individualmente antes do abate das aves, além do peso dos cortes perna (coxa + sobrecoxa) e peito.

Para determinar a viabilidade econômica da utilização de complexo enzimático em dietas para codornas de corte, inicialmente foi determinado o custo da ração por quilo de peso vivo ganho segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i \text{ (R\$/kg)} = \frac{Q_i * P_i}{G_i}$$

Onde:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento e

G_i = ganho de peso do i-ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991):

$$\text{IEE (\%)} = \frac{\text{MC}_{\text{ex}}}{\text{CT}_{\text{ei}}} * 100 \text{ e } \text{IC (\%)} = \frac{\text{CT}_{\text{ei}}}{\text{MC}_{\text{e}}} * 100$$

Em que:

MC_{e} = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos

CT_{ei} = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: farelo de soja, R\$ 0,79/kg; milho grão, R\$ 0,31/kg; óleo de soja, R\$ 1,95/kg; fosfato bicálcico, R\$ 2,34/kg; calcário, R\$ 0,18/kg; L-lisina, R\$ 10,09/kg; DL-Metionina, R\$ 34,26/kg; L-treonina, R\$ 10,06; premix mineral e vitamínico R\$ 9,50/kg; sal comum, R\$ 0,32/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; complexo enzimático R\$ 21,80/kg.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais

Tratamentos	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's	
Ingredientes			2%	4%	2%	4%	2%	4%
Farelo soja 45%	37,653	37,65	37,377	38,505	37,891	38,112	37,638	38,273
Milho grão	55,462	55,46	56,902	56,655	55,274	55,086	56,693	57,105
Óleo de soja	2,49	2,49	1,318	0,495	2,569	2,637	1,400	0,480
Fosfato bicálcico	1,63	1,63	1,627	1,640	1,629	1,628	1,625	1,670
Calcário	0,257	0,257	0,260	0,245	0,256	0,256	0,259	0,225
L-lisina	0,729	0,729	0,733	0,707	0,669	0,624	0,674	0,610
DL-metionina	0,673	0,673	0,671	0,658	0,626	0,599	0,625	0,589
L-treonina	0,396	0,396	0,397	0,380	0,371	0,343	0,371	0,333
Premix ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Complexo enzimático ³	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados								
EM (kcal/kg)	3.036	3.036	2.975	2.915	3.036	3.036	2.975	2.915
PB (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Lisina digestível (%)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,71	1,68	1,71	1,68
Metionina+cistina digestível (%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,23	1,21	1,23	1,21
Treonina digestível (%)	1,14	1,14	1,14	1,14	1,12	1,09	1,12	1,09
Pdisp (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Ca (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61

¹ Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg;

² BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

³ Complexo enzimático contendo xilanase e β -glucanase

Para o ensaio de metabolismo foram utilizadas 160 machos, com 28 dias de idade, distribuídos em 8 tratamentos, 4 repetições com cinco aves cada repetição. As aves foram retiradas dos respectivos tratamentos e alojadas em gaiolas de arame galvanizado (20cm de largura x 33cm de profundidade x 25cm de altura) equipados com bebedouros tipo “nipple” e de comedouro tipo calha.

Os tratamentos utilizados foram idênticos aos do ensaio de desempenho. Utilizou-se óxido férrico (2%) na ração como marcador do início e do final de coleta. As gaiolas foram forradas com plástico e as coletas foram realizadas a cada 12 horas, durante todo o período experimental.

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e armazenadas em congelador após cada coleta. No final do período experimental, foram determinadas as quantidades de ração consumida e de excretas produzidas por repetição. As excretas foram descongeladas, reunidas por parcela, homogeneizadas, pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após a pré-secagem, foram moídas e encaminhadas para análises químicas. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FUEM/DZO e foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), FDN e cinzas, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2004). A energia bruta (EB) das excretas e das rações foi determinada em calorímetro adiabático (Parr Instruments Co.).

Os coeficientes de metabolização (matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia bruta), bem como os dados de desempenho e carcaça (peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, taxa de conversão alimentar, rendimento de carcaça, peso pernas e de peito) foram submetidos à análise estatística pelo software Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (1997), da Universidade Federal de Viçosa (MG) de acordo com o modelo estatístico apresentado a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = variáveis estudadas obtidas com o indivíduo j, recebendo tratamento i;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tratamento i (sendo $i_1 = CP$; $i_2 = CP+CE$; $i_3 = CN\ 2\% EM$; $i_4 = CN\ 4\% EM$; $i_5 = CN\ 2\% AA's$; $i_6 = CN\ 4\% AA's$; $i_7 = CN\ 2\% EM+AA's$; $i_8 = CN\ 4\% EM+AA's$)

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

As médias foram comparadas pelo Teste Student-Newman-Keuls (SNK) em nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

As temperaturas (máxima e mínima) médias registradas durante o período experimental foram, respectivamente, de 30,45 e 20,45°C pela manhã e 30,46 e 23,23°C à tarde.

A suplementação enzimática “on top”, ou seja, adição de complexo em uma dieta formulada para atendimento das exigências nutricionais afetou negativamente ($P < 0,05$) o GP comparado aos tratamentos CP e CN 2 e 4% EM (Tabela 2).

Esta resposta pode estar associada à alta disponibilização de nutrientes, especialmente monossacarídeos, pela ação das enzimas. De acordo com Wyatt et al. (2008) a alta liberação de monossacarídeos ocasiona diarreia em virtude de alterações na pressão osmótica no intestino. Morgan et al. (1993) observaram que a desproporção entre enzima e substrato leva a piora no desempenho, em função, provavelmente, à produção de monômeros de xilose e arabinose. Outra hipótese pode estar relacionada à mudança no padrão de fermentação cecal, onde o aumento de oligômeros de arabinoxilanos e β -glucanos podem ter alterado a microbiota residente de forma prejudicial. Porém, nenhuma das hipóteses pode ser avaliada nas condições em que este experimento foi conduzido.

Tabela 2. Ganho de peso (GP), consumo de ração (RC), conversão alimentar (CA), rendimento de carcaça (RC), peso peito (PP) e peso coxa (PC) de codornas de corte de 15 a 35 dias em função dos tratamentos

Tratam.	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's		CV
			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
GP (g)	149,7 ^{ab}	137,9 ^c	154,7 ^a	148,3 ^{ab}	145,0 ^{abc}	147,5 ^{abc}	145,5 ^{abc}	142,1 ^{bc}	3,60
CR (g)	408,90	400,10	427,10	423,20	402,20	415,00	416,10	424,60	4,71
CA (g/g)	2,73	2,91	2,76	2,85	2,77	2,81	2,86	2,99	5,09
RC (%)	68,80	67,91	67,98	69,65	69,64	69,12	67,61	67,36	2,98
PP (g)	61,31	60,89	58,84	61,02	61,12	60,66	61,81	59,11	7,34
PC (g)	32,70	31,86	32,52	33,80	34,18	32,17	34,21	32,79	7,33

^{a,b,c} Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$)

Observou-se dentre os controles negativos (Tabela 2) que a suplementação foi eficiente para manutenção do GP. Diferenças ($P < 0,05$) só foram obtidas entre os tratamentos CN 2% EM e CN 4% EM+AA's, sendo o GP inferior para este último.

Não foram observados diferenças ($P > 0,05$) no CR entre os tratamentos. A suplementação de carboidrases em cereais viscosos costuma ocasionar aumento da taxa de passagem da digesta (Bedford, 2006) e consequente aumento no consumo de ração (Broz & Beardsworth, 2001). Portanto, o efeito das enzimas sobre a taxa de passagem está diretamente relacionado à diminuição da viscosidade intestinal causada pelos PNA's, principalmente xilanos e β -glucanos. Como os níveis desses compostos no milho e farelo de soja são baixos (Meng & Slominski, 2005) as diferenças no parâmetro CR costumam não existir quando se utiliza a suplementação de carboidrases em dietas à base desses ingredientes (Garcia et al., 2000; Bi Yu & Chung, 2004; Cowieson & Adeoula, 2005).

A CA não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$), assim como o PP e o PC. Os resultados de rendimento de carcaça concordam com os obtidos por Café et al. (2002) e West et al. (2007), que não observaram diferenças para essa variável ($P > 0,05$) ao suplementar carboidrases em rações de frangos de corte.

Os CMMS não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Efeito semelhante foi observado em dietas para frangos de corte suplementadas com fitase (Santos et al., 2006); amilase, protease, xilanase (Pucci et al., 2003) amilase, protease, xilanase e fitase (Barbosa et al., 2008); α -galactosidase, pectinase, celulase, proteases e lipase (Garcia et al., 2000); xilanase, pectinase e β -glucanase (Dourado et al., 2007). O CMMO também não apresentou diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Tabela 3. Coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), matéria orgânica (CMMO), proteína bruta (CMPB), fibra em detergente neutro (CMFDN) e teores de energia metabolizável aparente (EMAn) em função dos tratamentos em codornas de corte de 15 a 35 dias

Tratamentos	CP	CP+CE	EM		AA's		EM+AA's		CV
			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
Coeficientes			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
CMMS (%)	67,65	65,09	67,80	65,21	66,57	62,69	65,47	65,41	4,66
CMMO (%)	71,51	69,09	71,63	69,27	70,32	67,06	69,49	69,00	3,84
CMPB (%)	34,16	27,52	30,72	31,62	31,66	29,85	28,29	27,87	9,72
CMFDN (%)	23,80 ^b	25,52 ^{ab}	28,57 ^a	28,42 ^a	29,75 ^a	29,67 ^a	29,44 ^a	27,78 ^a	7,77
CMEB (%)	75,95	74,33	75,88	73,92	74,14	72,48	74,57	73,76	3,16
EMAn (Kcal/kg MN)	3.054	3.021	3.003	2.897	3.041	3.002	2.938	2.890	-

^{a,b} Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$)

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos CMEB entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Pourreza et al., (2007); Rutherford et al., (2007) e Garcia et al. (2000) em dietas para frangos de corte suplementadas com enzimas. No entanto, alguns trabalhos demonstram efeitos positivos da suplementação sobre a metabolizabilidade da energia contida nas rações (Zanella et al., 1999; Kocher et al., 2002; Olukosi et al., 2007).

Tais diferenças nos resultados não são obtidas somente em dietas à base de milho e farelo de soja. Im et al. (1999) pesquisando os efeitos da suplementação “on top” de xilanase em dietas baseadas em trigo ou triticales, não observaram efeitos nos teores de EMA ($P>0,05$) entre os tratamentos. Segundo os autores, tal fenômeno foi inesperado uma vez que os níveis de PNA's solúveis nesses cereais são altos. Resultado diferente do obtido por Ravindran et al. (1999) ao utilizarem o mesmo complexo enzimático e tipo de aplicação obtendo diferenças ($P<0,05$) nos níveis de EMA em dietas à base de trigo e aveia. Officer (2000) e Acamovic (2001) em suas revisões já haviam mencionado que a suplementação dietética de enzimas é conhecida por produzir efeitos variados, inclusive em dietas e animais de idades semelhantes.

Não foram observadas diferenças no CMPB ($P>0,05$) entre os tratamentos. No entanto, Meng et al. (2005) pesquisando os efeitos de diversas carboidrases em dietas à base de trigo e farelo de soja, observaram melhora no CMPB com todas as combinações experimentadas. Kocher et al. (2002) observou melhora no CDiPB ao suplementar com carboidrases dietas à base de milho e farelo de soja. Os efeitos nesse parâmetro variam, principalmente quanto à viscosidade produzida pelo alimento.

Apesar de não terem sido observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos para o CMMS, CMMO e CMPB, a melhora observada no CMFDN ($P<0,05$) nas dietas reduzidas nos níveis de energia e teores de aminoácidos (lisina, metionina + cistina, treonina) comprova a eficácia da suplementação enzimática de xilanase e β -glucanase, que disponibilizou nutrientes intracelulares contidos na parede vegetal. Em média, houve melhora de cinco pontos percentuais no coeficiente de metabolização da FDN em decorrência da suplementação nos CN.

Foi observada, ainda, melhora numérica no CDFDN (1,72 pontos percentuais) entre os tratamentos CP e CP+CE. Furlan et al. (1997) pesquisando dietas de frangos de corte contendo triticales obtiveram melhor CMFDN ao suplementar carboidrases “on top”. Efeito notado também em nível ileal em resposta à suplementação “on top” de carboidrases em dietas para frangos de corte por Brito et al. (2006).

A suplementação enzimática nas rações com redução de 4% na EM (tratamento CN 4% EM) e em conjunto com 4% AA's (tratamento CN 4% EM+AA's) não foi eficiente para suprir os déficits de EM, haja vista que os teores de EMAn aqui determinados caíram, respectivamente em 157 e 164 kcal/kg.

A análise de viabilidade econômica (Tabela 4) demonstrou que os custos em alimentação nos tratamentos reduzidos em 4% nos níveis de AA's e EM+AA's foram menores ($P < 0,05$) em comparação aos obtidos no CP; CP+CE; CN 2 e 4% EM. Embora numericamente menores, as médias dos custos dos tratamentos CN 4% AA's e 4% EM+AA's não diferiram dos seus respectivos tratamentos reduzidos em 2%. A análise econômica também demonstrou ser mais viável ($P < 0,05$) produzir codornas com dietas reduzidas em AA's ao invés da redução em energia. Quando houve redução energética das dietas as médias do custo por peso vivo produzido se equipararam ($P < 0,05$) aos observados no tratamento CP.

Tabela 4. Custo do quilograma da ração (CR), custo da ração por quilo de peso vivo produzido (CP), índice de eficiência econômica (IEE) e índice do custo (IC) de codornas de corte em crescimento em função dos tratamentos

Tratamentos	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's		CV
			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
CR (R\$/kg)	1,58	1,58	1,56	1,49	1,46	1,36	1,44	1,30	-
CP (R\$/kg PV)	4,32 ^{ab}	4,60 ^a	4,32 ^b	4,27 ^{ab}	4,04 ^{bc}	3,84 ^c	4,11 ^{bc}	3,88 ^c	5,02
IEE (%)	89,01	83,73	89,16	90,11	94,85	100	93,38	99,03	-
IC (%)	112,35	119,43	112,16	110,98	105,43	100	107,09	100,98	-

^{a,b,c} Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste SNK ($P < 0,05$)

A análise dos dados de desempenho, portanto, permite afirmar que a suplementação de complexo enzimático em dietas para codornas de 15 a 35 dias de idade proporcionou semelhante desempenho às aves quando as dietas foram superestimadas em 2 e 4% na EM (60,72 e 121,44 kcal/kg respectivamente) e em 2 e 4% nos aminoácidos (lisina, met+cist e treonina).

Conclusões

A suplementação de complexo enzimático (xilanse + β -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em 120,0 kcal/kg na energia metabolizável ou 4% nos aminoácidos (lisina, metionina + cistina e

treonina) para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade, com redução nos custos de produção.

Economicamente, é mais vantajoso suplementar dietas reduzidas nos aminoácidos em comparação à energia.

Literatura Citada

- ACAMOVIC, T. Commercial application of enzyme technology for poultry production. **World's Poultry Science Journal**, v.57, n.3, p.225-243, 2001.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1-2, p.3-20, 2001.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BEDFORD, M.R. Effect of non-starch polysaccharidases on avian gastrointestinal function. In: Perry, G.C. (Ed.) **Avian Gut Function in Health and Disease**. UK: Wallingford, 2006. p.159-170.
- BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- BI YU; CHUNG, T.K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.178–182, 2004
- BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada: valores energéticos e digestibilidade de nutrientes em pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1047-1055, 2006
- BROZ, J.; BEARDSWORTH, P. Recent trends and future developments in the use of feed enzymes in poultry nutrition In: McNab J.; Boorman N. (Ed.) **Poultry Feedstuffs**. UK: Wallingford, 2002. P.345-362.
- CAFÉ, M.; BORGES, C.A.; FRITTS, C.A. et al. Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **Journal of Applied Poultry Research**,

- v11, p.29-33, 2002. CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. In: McNab J.; Boorman N. (Ed.) **Poultry Feedstuffs**. UK: Wallingford, 2002. p.222-236.
- CHOCT. M. Enzymes for the feed industry: past, present and future, In: **World's Poultry Science Journal**, v.62, n.1, p.5-16, 2006.
- COWIESON, A.J.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v.19. n.1, p.90-103, 2006.
- COWIESON, A.J.; Factors that affect the nutritional value of corn for broilers, In: **Animal Feed Science and Technology**, v.119, n.3-4, p.293-305, 2005.
- COWIESON A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, n.12, p.1860-1867, 2005.
- DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A. Determinação da energia metabolizável do milho com adição de enzimas exógenas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, A.M.; MURAKAMI, A.E. Avaliação de alguns alimentos para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.717-720, 1999.
- FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales, ensaio de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.759-764, 1997.
- FURLAN, A.C. ; TON, A.P.S. ; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e energia metabolizável de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento com base no conceito de proteína ideal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a

- digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigo para suínos**. (S.I): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA - IBGE**. [2006]. Sistema IBGE de recuperação automática; tabela 73. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>> Acesso em: 11/03/2009.
- IM, H.L.; RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G. et al. The apparent metabolisable energy and amino acid digestibility of wheat, triticale and wheat middlings for broiler chickens as affected by exogenous xylanase supplementation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, n.12, p.1727-1732, 1999.
- KOCHER, A.; CHOCT, M.; ROSS, G. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn–soybean meal-based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v12, p.275-283, 2003.
- KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D. et al. Effects of feed enzymes on nutritive value of soyabean meal fed to broilers. **British Poultry Science** v.43, n.1, p.54–63, 2002.
- MATHLOUTHI, N.; SAULNIER, L.; QUEMERER, B. et al. Xylanase, β -glucanase, and other side enzymatic activities have greater effects on the viscosity of several feedstuffs than xylanase and β -glucanase used alone or in combination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.8, p.5121-5127, 2002
- MENG, X.; SLOMINSKI, B.A. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes. **Poultry Science**, v.84, n.8, p.1242-1251, 2005.
- MENG, X.; SLOMINSKI, B.A.; NYACHOTI, C.M. et al. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, v.84, n.1, p.37-47, 2005.
- MINVIELLE F. The future of Japanese quail for research and production. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.500-507, 2004

- MORGAN, A.J.; GRAHAM, H.; BEDFORD, M.R. xylanases improve wheat and rye diets by reducing chick gut viscosity. In: WENK, C.; BOESSINGER, M., (Ed.) **Enzymes in Animal Nutrition**. Suíça: Kartause Ittingen, 1993, 73-77.
- MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 79p.
- MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R. de M. Pontos críticos na criação de codornas. **IV Curso de atualização em avicultura para postura comercial**. Jaboticabal: FCAV/Unesp Jaboticabal, 2007. p. 41-53.
- NARAYAN, R.; SINGH, D.P. Japanese quail breeding: present status and future strategies. In: Sasidhar, P.V.K. Poultry research priorities to 2020. **Proceedings of National Seminar. Izatnagar**: CARI, 2006. p. 31-37.
- OFFICER, D.I.; Feed Enzymes. In: D'MELLO, I.D.; FELIX, J.P. (Ed.) **Farm Metabolism and Nutrition: Critical Review**. UK: Wallingford, 2000, p.405-426.
- OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, p.77-86, 2007.
- POURREZA, J.; SAMIE, A.H.; ROWGHANI, E. Effect of supplemental enzyme on nutrient digestibility and performance of broiler chicks fed on diets containing triticale. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.2, p.115-117, 2007.
- PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.R.; FREITAS, R.T.F. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.909-917, 2003
- RAVINDRAN, V.; HEW, L.I.; GILL, R.J. et al. Influence of xylanase supplementation on the apparent metabolisable energy and ileal amino acid digestibility in a diet containing wheat and oats, and on the performance of three strains of broiler chickens, **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.7, p.1159-1163, 1999
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos** (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.
- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHAN, P.J. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid

- digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.665-672, 2007.
- SAKOMURA, N. K. & ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição para Monogástricos**. Jaboticabal : Funep, 2007. 283 p.
- SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F. et al. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.811-817, 2006.
- SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. D. **Análises de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- SORBARA, O.B. **Carboidrases em programas enzimáticos de rações para frangos de corte**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008. 68p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2008.
- STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- VAHJEN, W.; BUSCH, T.; SIMON, O. Study on the use of soya bean polysaccharide degrading enzymes in broiler nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, n.3-4,p.259–276, 2005.
- WEST, M. L., CORZO, A., DOZIER, W.A.III et al. Assessment of dietary rovbio excel in practical united states broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v16, p.313-321, 2007.
- WYATT, C.L.; PARR, T.; BEDFORD, M.R. Mechanisms of action for supplemental nsp and phytase enzymes in poultry diets. In: Carolina poultry nutrition conference, 35., 2008, North Carolina. **Proceedings of...** North Carolina: Carolina Feed Industry Association, 2008. 53p. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference/2008/nutrition_2008.pdf> Acesso em: 25/03/09.
- ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78, n.4, p.561-568, 1999.

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Complexos enzimáticos contendo carboidrases podem ser utilizados com eficácia em dietas baseadas em milho e farelo de soja para codornas de corte de 1 a 35 dias. A suplementação enzimática de dietas proporciona desempenho semelhante às aves e permite a redução do custo de produção, aumentando assim a margem de lucro por unidade produzida.

Mais estudos devem ser conduzidos para desenvolvimento e adequação dos complexos enzimáticos para o milho e farelo de soja. Os esforços devem se concentrar no desenvolvimento e produção de pectinases específicas e enzimas que degradam a fração insolúvel dos PNA's. Além disso, o efeito dos complexos enzimáticos como moduladores da microbiota deve ser melhor elucidado para aplicação efetiva.