

**EFEITO DO PROCESSAMENTO DE RAÇÕES
COM DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS
E SUPLEMENTADAS COM ENZIMAS PARA
FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO E
DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES**

LUIZ EDUARDO AVELAR PUCCI

2008

LUIZ EDUARDO AVELAR PUCCI

**EFEITO DO PROCESSAMENTO DE RAÇÕES COM
DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS E SUPLEMENTADAS
COM ENZIMAS PARA FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO E
DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Pucci, Luiz Eduardo Avelar.

Efeito do processamento de rações com diferentes níveis nutricionais e suplementadas com enzimas para frangos de corte: desempenho e digestibilidade de nutrientes / Luiz Eduardo Avelar Pucci. -- Lavras : UFLA, 2008.

113p.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Complexo enzimático. 3. Desempenho. 4. Processamento de ração. 5. Nutrição de monogástricos. 6. Digestibilidade.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.513

LUIZ EDUARDO AVELAR PUCCI

**EFEITO DO PROCESSAMENTO DE RAÇÕES COM
DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS E SUPLEMENTADAS
COM ENZIMAS PARA FRANGOS DE CORTE: DESEMPENHO E
DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Zootecnia, área de concentração em
Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do
título de “Doutor”.

APROVADA em 31 de outubro de 2008.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini DZO – UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas DZO – UFLA

Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima DEX – UFLA

Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino DZO – UFV

**Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues
(Orientador-UFLA)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL
2008**

A Deus, pelo dom da vida;

A minha amada esposa Elaine pelo amor, carinho, respeito, compreensão e paciência;

Ao meu irmão Denisson pelo constante incentivo;

A minha querida sobrinha Isabella;

A minha vovó Ilza pelo exemplo de vida, força e lucidez;

A todos os meus familiares que acompanharam e torceram por mim nesta etapa;

A todos os meus verdadeiros amigos que acreditaram

OFEREÇO

Aos meus amados pais, Carlos Magno e Denize, pelo imenso amor dedicado, pelo carinho, pelo apoio, pela compreensão e, principalmente, pelo incentivo em todos os momentos;

E à próxima geração...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força transmitida, pelas bênçãos concedidas e por sempre iluminar os caminhos da vida.

A Nossa Senhora Aparecida, pelas graças alcançadas.

A todos os familiares e amigos, pelo incentivo e apoio constantes.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues, pelos anos de convívio, aprendizado, respeito e pela grande amizade conquistada.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de participar de sua história construindo a minha.

Ao Departamento de Zootecnia pelas amizades feitas e por permitir e auxiliar na realização de todas as etapas deste projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Alltech Agroindustrial do Brasil, na pessoa de Andréa Malaguido, pelo fornecimento do complexo enzimático.

À Total Alimentos S.A., na pessoa do Sr. Anderson Duarte, pela produção das rações experimentais.

Aos co-orientadores, Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini e Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelos ensinamentos e amizade.

Ao Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima, do Departamento de Ciências Exatas da UFLA, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino, do Departamento de Zootecnia da UFV, pela grande amizade construída.

Ao Prof. Dr. Édison José Fassani, da UFVJM, pelo auxílio e cooperação, enriquecendo nosso trabalho.

Ao Prof. Márcio G. Zangerônimo, do curso de Zootecnia do CCA/UNIFENAS, pela possibilidade de realização das análises laboratoriais.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação e do Departamento de Zootecnia pelos ensinamentos transmitidos e pelo incentivo na formação acadêmica.

Ao amigo Luiz Carlos de Oliveira, pessoa fundamental e indispensável no Departamento de Zootecnia para a execução dos experimentos.

Ao amigo Germano Augusto pela parceria na realização do projeto de tese e na condução dos experimentos realizados no decorrer do curso. E também pelos conselhos e sugestões sempre pertinentes.

Aos amigos e técnicos do Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA Eliane Santos, José Virgílio, Márcio Nogueira e Suelba de Souza.

Aos amigos e funcionários do PPGZ/DZO/UFLA, Carlos Henrique, Pedro Adão, Keila de Oliveira e Kátia de Oliveira.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFLA pela amizade, pelos serviços prestados e pela boa vontade em ajudar sempre.

Aos colegas de Pós-graduação Edson Lindolfo, Jéferson, Elisângela, Renata, Adimar, Luziane, Jerônimo e Júlio.

Em especial aos amigos bolsistas, Gustavo Lima, Leonardo Rafael, Maria Cecília e Alline Nunes, pela colaboração, entusiasmo e dedicação constantes no dia-a-dia dos trabalhos realizados.

Aos alunos de graduação e estagiários, Igor, André e Drielli, o meu enorme agradecimento pelos dias e noites de colaboração e ajuda.

Aos integrantes do Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologias Avícolas – NECTA pelo agradável convívio.

A todos que direta e indiretamente participaram deste projeto.

MUITO OBRIGADO A TODOS!!!

BIOGRAFIA

Luiz Eduardo Avelar Pucci, filho de Carlos Magno Pucci e Denize de Fátima Avelar Pucci, nasceu em 25 de junho de 1974, na cidade de Cruzília – Minas Gerais.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade de Alfenas – UNIFENAS, em 19 de março de 1999, na cidade de Alfenas – Minas Gerais.

Em maio de 1999, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, pelo Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – DZO/UFLA, obtendo o título de Mestre em Zootecnia em 18 de maio de 2001.

Em março de 2005, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, pelo Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – DZO/UFLA, obtendo o título de Doutor em Zootecnia no dia 31 de outubro de 2008.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| RESUMO..... | i |
| ABSTRACT | iii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 2 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1. Processamento de rações para aves..... | 4 |
| 2.2. Enzimas..... | 6 |
| 2.3. Utilização de complexo enzimático | 9 |
| 2.4. Efeitos da temperatura e peletização na atividade enzimática | 11 |
| 2.5. Efeito das enzimas sobre o desempenho e digestibilidade dos nutrientes ... | 14 |
| 2.6. Efeitos da peletização sobre a ação das vitaminas..... | 19 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 22 |
| CAPÍTULO II..... | 28 |
| RESUMO..... | 29 |
| ABSTRACT | 30 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 31 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 33 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 41 |
| 3.1. Fase inicial - 8 a 21 dias de idade | 41 |
| 3.1.1. Experimento 1- Ensaio de desempenho..... | 41 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.2. Experimento 2 - Ensaio de metabolismo | 51 |
| 4. CONCLUSÕES | 61 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 62 |
| CAPÍTULO III | 67 |
| RESUMO | 68 |
| ABSTRACT | 69 |
| 1. INTRODUÇÃO | 70 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 72 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 81 |
| 3.1 Fase final de criação - 22 a 42 dias de idade..... | 81 |
| 3.1.1. Experimento 1 - Ensaio de desempenho e características de carcaça | 81 |
| 3.1.2. Experimento 2 - Ensaio de metabolismo | 91 |
| 4. CONCLUSÕES | 100 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 101 |
| 6. ANEXOS | 106 |

RESUMO

PUCCI, Luiz Eduardo Avelar. **Efeito do processamento de rações com diferentes níveis nutricionais e suplementadas com enzimas para frangos de corte**: desempenho e digestibilidade de nutrientes. 2008. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Dois ensaios de desempenho e dois de metabolismo foram realizados com o objetivo de avaliar a forma física da ração, o uso de enzimas, os níveis nutricionais e a adição de vitaminas (antes ou após o processo de peletização), em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte nas fases inicial – 8 a 21 dias de idade, e final – 22 a 42 dias de idade. Os experimentos foram conduzidos em um delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos com 5 repetições de 30 aves cada (ensaios de desempenho); e 6 repetições de 5 aves cada (ensaio de metabolismo – 8 a 21 dias de idade); e 6 repetições de 3 aves cada (ensaio de metabolismo – 22 a 42 dias de idade), sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo Teste F para contrastes mutuamente ortogonais. As dietas experimentais consistiram de duas formas físicas (farelada e triturada), sem ou com complexo enzimático (amilase, celulase e protease), dois níveis nutricionais (95 e 100% das recomendações segundo as tabelas brasileiras) e adição de vitaminas antes ou após o processo de peletização. Nos ensaios de desempenho, conduzidos isoladamente, foram avaliados consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) e, na fase final, os rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa+sobrecoxa (RC+SC) e teor de gordura abdominal (GA) das aves. Nos ensaios de metabolismo, simultaneamente a cada ensaio de desempenho determinaram-se os valores energéticos das rações (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), a proteína bruta (CMPB) e o extrato etéreo (CMEE). A forma física da ração influenciou a EMAn e a digestibilidade da MS, PB e EE na fase inicial e o desempenho dos frangos e a EMAn da ração na fase final. A suplementação enzimática influenciou a CA, a EMAn e a digestibilidade dos nutrientes na fase inicial. Na fase final, a suplementação enzimática não influenciou os resultados de desempenho, entretanto influenciou EMAn, CMPB e CMEE. O nível nutricional influenciou os resultados de EMAn e a digestibilidade dos nutrientes nas fases inicial e final; CR, CA, na fase inicial e o GP e a CA na fase final. A adição de vitaminas influenciou o CR, a CA, a EMAn e a digestibilidade dos nutrientes na fase inicial e, na fase final, a CA,

¹Comitê Orientador: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Orientador); Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

a EMAn e o CMEE. Na fase final, as características de carcaça não foram influenciadas pelos tratamentos experimentais. Observou-se, na fase inicial, que a ração triturada proporcionou maior EMAn. O uso do complexo enzimático influenciou apenas a CA das aves que receberam as rações fareladas, não mostrando efeito para os valores energéticos e de digestibilidade dos nutrientes. O nível nutricional em 100% das recomendações, independentemente da forma física da ração, mostraram melhores CR, CA, EMAn e digestibilidade dos nutrientes. A adição de vitaminas promoveu efeito significativo para o CR e a CA antes da peletização, enquanto a adição após a peletização influenciou a digestibilidade da MS, PB e EE independentemente do nível nutricional da ração. Na fase final, a forma física farelada proporcionou os melhores valores para GP e CA, enquanto a forma triturada influenciou a EMAn. A suplementação enzimática não influenciou os resultados de desempenho, entretanto foi significativo para EMAn, CMPB e CMEE, independentemente da forma física da ração. O nível nutricional com 100% das recomendações, independentemente da forma física da ração, influenciou GP e CA, além da EMAn e da digestibilidade dos nutrientes, exceto o CMEE, influenciado pelo nível de 95% das exigências nutricionais. A adição de vitaminas antes da peletização influenciou a CA, a EMAn e o CMEE, independentemente do nível nutricional. Para as características de carcaça não foram observados efeitos das variáveis dos tratamentos experimentais estudados.

ABSTRACT

PUCCI, Luiz Eduardo Avelar. **Processing effect of diets with different nutritional levels and supplemented with enzymes for broiler chickens: performance and nutrients digestibility.** 2008. 113p. Thesis (Doctorate in Animal Science). Federal University of Lavras, Lavras, MG¹.

Two assays of performance and two of metabolism were carried out to evaluate the physical form of diet, use of enzymes, nutritional levels and the vitamins addition (before or after the pelleting process) in diets based on corn and soybean meal for broiler chickens in the initial - 8 to 21 and final phases - 22 to 42 days of age. A randomized design were used with 12 treatments with 5 replicates of 30 birds each (performance assay), and 6 replications of 5 birds each (metabolism assay - 8 to 21 days of age), and 6 repetitions of 3 birds each (assay of metabolism - 22 to 42 days of age), being and the were average of the treatments compared by mutually orthogonal contrasts for the F test. The experimental diets consisted of two physical forms (meal and crushed), with or without complex enzymatic (amylase, cellulase and protease), two nutritional levels (95 and 100% of the brazilian tables recommendations) and the addition of vitamins before or after the pelleting process. In the performance assays, carried isolately, feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC) and, in the final phase the carcass yield (CY), pectoris yield (PY), thigh + drumsticks (TY+DS) and percentage of abdominal fat (AF) of the birds. In assay of metabolism, simultaneously at the each performance assay, it was determined the energy values of diets (AMEn), the metabolizability coefficients of dry matter (MCDM), crude protein (MCCP) and ether extract (MCEE). The physical form of diet influenced the AMEn and digestibility of DM, CP and EE in the initial phase, and the performance of chickens and AMEn in the final phase. The enzyme supplementation influenced the FC, the AMEn and digestibility of nutrients in the initial phase. In the final phase the results of performance not was influence by the enzyme supplementation, it was evaluated the, however, influenced AMEn, MCCP and MCEE. The level nutritional influenced the results of the AMEn and digestibility of nutrients in the initial and final phases, FI, FC, in the initial phase and the WG and FC in the final phase. The addition of vitamins influenced the FI, FC, the AMEn and digestibility of nutrients in the initial phase and, in the final phase the FC, the AMEn and MCEE. In the final phase, the carcass characteristics it was not influenced by experimental treatments.

¹Guidance committee: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser). Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

It was observed that, in the initial phase, the crushed diet provided greater AMEn. The use of the complex enzymatic affected only the FC birds that received the feed mash, showing no effect on the energy values and digestibility of nutrients. The nutritional level in 100% of the recommendations, regardless of physical form of diet, showed better FI, FC, AMEn and nutrients digestibility. The addition of vitamins promoted significant effect on the FI and FC before the pelleting, while the addition after the pelleting influence the digestibility of DM, CP and EE, regardless of the nutritional level diet. In the final phase, the physical meal provided the best value for WG and FC, while the diet crushed influence the AMEn. The enzyme supplementation did not influence the results of performance, however, was significant for AMEn, MCCP and MCEE, regardless of physical form of diet. The nutritional level with 100% of the recommendations, regardless of physical form of diet, influenced the WG and FC, in addition to AMEn and digestibility of the nutrients, except MCEE, influenced by the level of 95% of the nutritional requirements. The addition of vitamins before the pelleting influenced the FC, the AMEn and MCEE, regardless of nutritional level. For the carcass characteristics were not observed effects of the variables of the experimental treatments studied.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os constantes aumentos nos preços dos insumos utilizados na alimentação de frangos de corte nos últimos anos têm levado os nutricionistas a se empenharem na busca de estratégias e alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes, que garantam um rápido crescimento das aves, com redução no seu tempo de abate, e econômicas, visto que a alimentação constitui o item que mais onera a sua produção. Entre as alternativas nutricionais, o processamento das rações e a suplementação enzimática têm auxiliado na promoção de um melhor desempenho das aves.

Os benefícios do processamento da ração (peletização) têm sido reconhecidos pela indústria avícola. Todos estão de acordo com a constatação de que o tratamento térmico do alimento pode melhorar seu valor nutritivo. O principal modo de ação é, sem dúvida, a influência do processamento sobre a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica e pela temperatura do processo.

Por outro lado, os principais objetivos da suplementação com enzimas nas rações das aves têm sido remover os fatores antinutricionais dos cereais, aumentando, assim, a digestibilidade de produtos de baixa qualidade, e melhorar a digestibilidade total da ração, para disponibilizar determinados nutrientes essenciais ao melhor desenvolvimento e eficiência de produção das aves. Para isso, as enzimas devem resistir ao processamento das rações, bem como às condições de pH ácidos e às ações das enzimas proteolíticas no proventrículo e na moela.

Porém, durante as condições práticas de processamento, o vapor usado durante a peletização pode ser responsável pela perda da atividade das enzimas. Assim, existe uma dúvida se o processo de peletização inativa as enzimas ou também as vitaminas, ou ainda se ocorrem os dois processos

concomitantemente. Para isso, analisar a termoestabilidade das enzimas durante o processo de peletização, sem a presença de vitaminas na ração antes do mesmo, seria importante para determinar se os possíveis efeitos negativos deste processo irão afetar a integridade das enzimas e/ou das vitaminas.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a forma física da ração (farelada e triturada), com ou sem suplementação enzimática (amilase, celulase e protease), com níveis nutricionais normais ou reduzidos (95 e 100% das exigências recomendadas por Rostagno et al., 2005) e com adição de vitaminas (antes ou após o processo de peletização) sobre o desempenho, características de carcaça, valor energético da ração e digestibilidade dos nutrientes de frangos de corte nas fases inicial e final de criação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processamento de rações para aves

Processar um alimento significa o conjunto de operações necessárias para obter o máximo potencial nutricional de um alimento. Em termos práticos, envolve mudar a estrutura de um ingrediente em seu estado natural para obter retornos líquidos desta mudança quando em uso pelo animal. Uma vez que o custo de produção das espécies domésticas é muito dependente da alimentação, é muito importante ter alimentos bem processados para obter o máximo benefício. O processamento pode ser físico e/ou químico, sendo que a redução do tamanho de partículas, a aglomeração, a mistura, o tratamento por calor, a pressão, as mudanças na estrutura do amido, a proteína e as gorduras estão entre as diferentes formas de processamento (Esminger, 1985).

O processamento de ingredientes e de rações para aves tem evoluído paralelamente ao conhecimento das exigências nutricionais. As formas de uso mais comumente conhecidas e utilizadas na avicultura são as rações fareladas e, há alguns anos, as rações trituradas e peletizadas (Silva, 2007).

O processo de peletização pode ser definido como uma aglomeração de partículas moídas de um ingrediente ou de mistura de ingredientes, por meio de processos mecânicos, em combinação com umidade, pressão e calor. Pode ser entendida, ainda, como uma operação de moldagem por extrusão termoplástica na qual partículas finamente divididas são aglomeradas em uma forma compacta, chamada de grânulo ou pelete (Silva, 2007 e Penz Júnior, 1998).

As pesquisas sobre os efeitos da peletização concentram-se na comparação entre os benefícios da alimentação com rações peletizadas versus fareladas. Segundo Dozier (2001), a peletização da ração aumenta a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica e pela temperatura do processo. No caso dos carboidratos, a digestibilidade aumenta, pois a

temperatura desagrega os grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática. Os processos térmicos também promovem alterações das estruturas terciárias naturais das proteínas, facilitando sua digestão posterior.

Desse modo, a peletização da ração melhora o desempenho das aves devido aos seguintes fatores: maior consumo de alimento pela estrutura grosseira e tamanho homogêneo das partículas, melhora da palatabilidade da ração, aumento da densidade da ração, falta de condições para apreensão seletiva do alimento, melhora da qualidade dos peletes pela gelatinização do amido, alteração do tempo de consumo de ração, favorecimento da utilização da sua energia para fins produtivos, diminuição da contaminação microbiana da ração (McCracken, 2002) e aumento da velocidade de passagem através do trato gastrintestinal (TGI) (Macari et al., 2002).

Freitas et al. (2003), utilizando ração peletizada e peletizada moída (triturada), observaram melhores resultados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar e teor de gordura na carcaça quando compararam com a ração farelada para pintos na primeira semana de vida. Da mesma forma, Nagano et al. (2003) obtiveram melhores resultados de peso médio e conversão alimentar aos 7 dias de idade para frangos alimentados com dietas peletizadas e extrusadas quando comparadas à ração farelada. Esta diferença entre tratamentos não foi observada aos 47 dias de idade.

Muitas são as informações sobre por que as aves têm um desempenho melhor com rações peletizadas, porém algumas delas se mostraram inconsistentes em estudos posteriores (Silva & Ribeiro, 2001).

O desperdício de ração também pode ser influenciado pela forma física da dieta. Zanotto et al. (2003) analisaram o efeito do tamanho das partículas de milho e do tipo da ração sobre o comportamento de frangos de corte e concluíram que o desperdício de ração aumentou com o avanço da idade. As aves alimentadas com rações fareladas chegaram a apresentar desperdício de

ração de 3,22% aos 46 dias. Além disso, as aves alimentadas com rações peletizadas gastaram menos tempo com as refeições do que aquelas alimentadas com ração farelada.

2.2 Enzimas

Enzimas são catalizadores protéicos que aumentam a velocidade de uma reação química e não são consumidos durante a reação que catalizam (Champe & Harvey, 1996). São catalizadores biológicos produzidos por todos os seres vivos, atuando em substratos específicos, conforme condições de temperatura, umidade e pH, em um tempo definido. Facilitam as reações bioquímicas que permitem aos microorganismos, plantas e animais realizarem suas funções vitais. Fazem um papel crucial na digestão, já que ajudam a degradar os componentes alimentícios em moléculas simples para sua digestão e assimilação.

A maioria das enzimas é nomeada por meio da adição do sufixo “-ase” ao nome do substrato que ela atua (carboidrase – substrato carboidrato) ou a um termo descritivo da reação que cataliza (álcool desidrogenase – remove H⁺ da molécula do álcool). Porém, algumas enzimas são nomeadas pelo nome histórico (tripsina) (Santos Júnior & Ferket, 2007; Penz Jr., 1998; Horton et al., 1996).

O uso comercial de enzimas digestivas na avicultura é relativamente recente, com o primeiro interesse ocorrido no Canadá, por volta de 1988. Todavia, a história do uso de enzimas começa com pesquisadores da Universidade do Estado de Washington – USA, na década de 50, os quais descobriram que umedecendo determinados grãos de cereais na água antes do fornecimento poderia melhorar a performance das aves. Mais tarde eles observaram que isto ocorria devido à liberação de enzimas endógenas. Muitos anos mais tarde o interesse aumentou na Europa, onde muitos países possuem a agricultura baseada no plantio da cevada. Neste período descobriu-se que a β -

glucanase era a enzima específica que poderia melhorar a performance da ave e eliminar problemas de cama, ocasionados por dietas baseadas em cevada. Mais tarde foi descoberto que arabinoxilanasas (pentosanases) tinham o mesmo efeito sobre o trigo e dietas baseadas em centeio.

A maioria dos produtos enzimáticos utilizados na alimentação animal são extratos de fermentação preparados a partir de fungos, bactérias e leveduras, contêm principalmente amilases, pectinases, celulases e proteases e envolvem fermentação, extração, separação e purificação (Pucci et al., 2003).

Recentemente, a biotecnologia tem evoluído muito no caminho de produzir substâncias para serem utilizadas em vários ramos da produção animal. Neste contexto, as enzimas têm sido importantes na melhoria do aproveitamento dos nutrientes presentes nos ingredientes que constituem as rações.

O termo mais correto de se utilizar é o de produtos enzimáticos, uma vez que as condições nas quais as enzimas são produzidas são diferentes, resultando em produtos enzimáticos distintos. Com isso, pode-se afirmar que os diferentes produtos enzimáticos existentes no mercado não são iguais. Isto se deve a fatores específicos, inerentes às condições de fabricação das enzimas, tais como: tipo e cepa de microrganismo, meio de cultura utilizado, condições de fermentação e processamento (Lecznieski, 2005).

As indústrias produtoras de enzimas comercializam enzimas específicas ou complexos enzimáticos para serem adicionados em matérias-primas ou suplementados nas dietas, buscando sempre melhorar o valor nutritivo. Sendo assim, várias são as enzimas empregadas para melhorar o desempenho das aves, cuja a grande maioria já está presente no mercado há alguns anos e é utilizada para degradar ou acelerar a digestão dos compostos dos macro-ingredientes vegetais.

Algumas enzimas utilizadas em dietas para aves, a base de milho e farelo de soja, e seus possíveis efeitos são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Enzimas mais usadas em dietas avícolas

| Enzima | Substrato | Efeito |
|---------------|------------------|--|
| Xilanases | Arabinoxilanas | Redução da viscosidade da digesta intestinal |
| Glucanases | Betaglucanas | Redução da viscosidade da digesta intestinal Diminuição de ovos sujos |
| Pectinases | Pectinas | Redução da viscosidade da digesta intestinal |
| Celulases | Celulose | Aumento da digestibilidade da matéria seca |
| Proteases | Proteínas | Suplementação de enzimas endógenas Maior digestibilidade dos nutrientes |
| Amilases | Amido | Suplementação de enzimas endógenas Maior digestibilidade dos nutrientes |
| Fitases | Ácido fítico | Aumento na utilização do fósforo vegetal Remoção do fósforo fítico |

Fonte: Adaptado de Cleophas et al. (1995), citado por Carvalho (2006)

Segundo Zanella (2001), existem três grupos de enzimas disponíveis no mercado: enzimas para alimentos com baixa viscosidade (milho, sorgo e soja), enzimas para alimento de alta viscosidade (trigo, centeio, cevada, aveia, triticales e farelo de arroz) e enzima para degradar o ácido fítico dos grãos vegetais (melhorando a utilização do fósforo dos vegetais).

De acordo com a sua finalidade, as enzimas usadas em rações animais podem ser destinadas a completar a ação de enzimas endógenas; remover ou destruir fatores antinutricionais (Polissacarídeos Não Amiláceos - PNA e Ácido fítico); aumentar a digestibilidade total da ração; potencializar a ação de enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental por nutrientes excretados (P, N, Zn e Cu) (Guenter, 2002; Cousins, 1999; Soto-Salanova, 1996).

As enzimas adicionadas ao alimento são ativadas no trato digestivo quando são misturadas aos fluidos digestivos e sob a temperatura do organismo. Sua ação máxima ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado, isto é, no duodeno.

A estrutura molecular das enzimas é bastante frágil e pode ser desnaturada pelo calor, pelos ácidos, pelas vitaminas, pelos minerais, pelos metais pesados e por outros agentes oxidantes, a maioria usualmente encontrada

nos premixes. Por essa razão, existe a preocupação de que as enzimas utilizadas na alimentação animal possam manter nível de atividade suficiente para obter resposta significativa.

2.3 Utilização de complexos enzimáticos

A utilização das enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte tem aumentado significativamente nos últimos anos em função do aumento do custo das matérias-primas convencionais, da utilização de ingredientes alternativos e da tentativa de redução de custo das dietas. Minimizar a excreção de nutrientes não digestíveis no meio ambiente, diminuindo o impacto ambiental da cadeia produtiva, também é considerada uma grande vantagem atribuída ao uso das enzimas na nutrição das aves. Além disso, existe uma preocupação internacional com a adição de aditivos antimicrobianos. A utilização de enzimas seria, portanto, uma alternativa para o uso de promotores antibióticos, sendo, portanto, considerada como um produto alternativo para promotores de crescimento (Junqueira e Duarte, 2005).

Bedford (2006) cita que o uso crescente de enzimas na alimentação animal é um fato notável considerando que, há apenas 10 anos, somente 5% do volume das dietas continham alguma enzima exógena. Segundo Souza et al. (2008), as pesquisas se concentraram principalmente no desenvolvimento de enzimas que pudessem melhorar o baixo desempenho e a cama úmida de aves alimentadas com dietas contendo ingredientes com altos teores de PNA, como cevada, trigo e centeio, alimentos bastante utilizados na formulação de dietas na Europa e Estados Unidos.

A utilização de enzimas e complexos enzimáticos em dietas com matérias-primas de alta viscosidade, como cevada, centeio, trigo e triticales, é uma rotina na indústria avícola européia desde a década de 80, apresentando vantagens técnicas e econômicas (Bedford & Morgan, 1996).

Zanella (1998) relatou o desafio de se desenvolverem enzimas para dietas de baixa viscosidade, constituídas por milho, sorgo ou farelo de soja, que representam as principais matérias-primas utilizadas nas dietas avícolas no Brasil. Atualmente, a utilização de várias enzimas, derivadas de fermentação microbiana para dietas de baixa viscosidade, à base de milho e farelo de soja, para aves, já é uma realidade, com o objetivo de complementar as enzimas endógenas produzidas, aumentando a digestibilidade dos demais nutrientes, e, como conseqüência, melhor o desempenho (Souza et al., 2008).

O fato de as enzimas serem específicas em suas reações determina que os produtos que tenham só uma enzima sejam insuficientes para produzir o máximo benefício. Segundo Carvalho (2006), a especificidade das enzimas requer conhecimento da composição dos nutrientes não digestíveis por enzimas exógenas ou digeridas com baixa eficiência. Isto sugere que misturas de enzimas sejam mais eficientes no aproveitamento dos nutrientes das dietas, pois atuam sobre uma série de substratos, levando ao melhor aproveitamento da dieta (Borges, 1997).

É importante ressaltar que nem sempre a suplementação de enzimas digestivas proporciona resposta positiva. Para uma enzima atuar, é necessário ter o substrato específico na dieta, dosagens corretas das enzimas, capacidade das mesmas em ultrapassar barreiras encontradas no estômago (como o pH baixo) e a temperatura à qual a ração é submetida durante o processo de peletização (Penz Júnior, 1998).

Zanella (2001) cita que as indústrias produtoras de enzimas comercializam complexos multienzimáticos para serem adicionadas em matérias primas específicas ou para serem suplementados nas dietas, buscando melhorar o valor nutritivo. Para dietas à base de cereais de alta viscosidade utilizam-se, geralmente, complexos enzimáticos compostos por glucanase, amilase,

arabinoxilanase, celulase e hemicelulase. Para dietas de baixa viscosidade, os suplementos enzimáticos contêm amilase, protease e xilanase.

As enzimas podem contribuir para adequar sistemas de alimentação na nutrição de aves e oferecem uma possibilidade de redução nos efeitos dos fatores antinutricionais presentes em quase todos os alimentos usados atualmente. Além disso, as enzimas ajudam a reduzir o impacto da produção avícola na poluição ambiental, a qual tem uma grande influência na produção animal atual.

2.4 Efeitos da peletização na atividade enzimática

Os procedimentos normalmente utilizados para melhorar a qualidade das rações envolvem peletização e extrusão, que consistem em submeter as rações a condições de temperaturas elevadas, que podem variar de 60 a 90°C.

Segundo Tejedor (2000), existem alguns fatores limitantes à adição de enzimas para aves. As condições de processamento dos alimentos – peletização, armazenamento, temperatura, umidade, tempo e pressão; as condições de acidez no proventrículo; a proteólise intestinal e a inconsistência de resultados podem comprometer a utilização das enzimas na dieta dos animais. Algumas técnicas para proteger as enzimas têm sido desenvolvidas, como adsorção em carreadores, encapsulação, além da sua inclusão após o processamento das rações (Ferket, 1993).

As enzimas são proteínas e, portanto, sujeitas à desnaturação, especialmente por tratamento calórico. Portanto, é extremamente importante que os fabricantes de rações sejam capazes de manter a atividade da enzima antes de mistura-lá com a ração, durante o processamento, e após o processamento, durante a armazenagem (Cantor, 1995).

De acordo com Penz Júnior (1998), entre os fatores que mais interferem na ação das enzimas exógenas está a temperatura. Quando o alimento é submetido à temperatura elevada, esta promove a desnaturação irreversível das

enzimas, parcial ou total, e faz com que os animais não respondam à sua inclusão na dieta. Entre os tratamentos térmicos mais comumente empregados está a peletização.

Segundo Jensen (1998), deve-se levar em conta o efeito da peletização em dietas que contenham enzimas adicionadas porque as enzimas são proteínas e podem ser inativadas pelo calor. Estudos têm demonstrado que a inclusão de enzimas pode suportar a peletização convencional quando a temperatura máxima é de 75 a 80°C. Entretanto, com as novas tecnologias de estabilização, alguns produtos enzimáticos podem chegar a suportar temperaturas de peletização de até 90°C. Uma inovação recente tem sido o uso de um condicionador a pressão entre o curto prazo do condicionador e a prensa de peletização. Como se adiciona mais vapor, a temperatura pode alcançar de 90 a 130°C. Abaixo dessas condições de temperatura, a atividade enzimática seria destruída; portanto, as enzimas devem ser adicionadas depois da peletização.

Spring et al. (1996) testaram o efeito da temperatura da peletização (60 a 100°C) sobre a atividade das enzimas exógenas celulase, amilase (produzida por fungos e por bactérias) e pentosanase em dietas à base de trigo e cevada. A análise da atividade enzimática foi baseada nos substratos solúveis e na capacidade de reduzir a viscosidade da dieta. Com base nos resultados dos substratos solúveis, os autores concluíram que a celulase, a amilase fúngica e a pentosanase mantêm sua atividade enzimática a uma temperatura de peletização até 80° C, e que a amilase proveniente de bactérias suporta até 90°C.

Bedford (1996), utilizando um complexo enzimático formado pelas enzimas amilase, protease e xilanase, afirma que elas resistem à temperatura de 85°C durante 15 minutos; e quando submetidos a 90°C, resistem a 2 minutos durante o processo de peletização, podendo ser armazenado durante 12 meses, em temperatura de 22°C.

Bustany (1996) verificou que a suplementação de uma preparação multienzimática à base de β -glucanase foi mais eficiente na dieta moída do que nas dietas peletizadas em melhorar a conversão alimentar e reduzir a frequência de emplastamento de excretas em frangos de corte no período de 0-21 dias de idade. A suplementação de enzima na dieta moída também tendeu a ter um efeito mais pronunciado no ganho de peso do que a suplementação em dietas peletizadas. Esse resultado pode ser atribuído à alta temperatura no processo de peletização, que pode ter destruído a atividade da enzima da dieta. Sob as condições experimentais usadas no presente estudo, pode-se concluir que, com relação à conversão alimentar e à incidência de emplastamento, a adição de β -glucanase em dietas baseadas em cevada foi mais eficiente nas dietas moídas do que nas dietas peletizadas.

As pesquisas sobre os efeitos da peletização concentram-se historicamente na comparação entre os benefícios da alimentação com dietas peletizadas x fareladas. Atualmente, o fornecimento da ração peletizada e/ou triturada constitui uma alternativa de arraçãoamento em substituição à ração farelada, o que possibilita um maior consumo da dieta, com conseqüentes melhorias no ganho de peso e na conversão alimentar (Botura, 1997). Uma abrangente literatura correlaciona o uso da ração peletizada com a melhoria no desempenho de frangos de corte.

O processo de peletização das dietas melhora a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica, temperatura e umidade utilizadas no processo. Em relação aos carboidratos, a digestibilidade é aumentada, pois tal processo provoca um desagregamento dos grânulos de amilose e amilopectinas, facilitando a ação enzimática. No caso das proteínas, a peletização também promove uma alteração das estruturas terciárias, facilitando a digestão das mesmas.

Com relação à energia, a peletização proporciona um aumento do valor energético dos nutrientes. A peletização contribui para diminuição da contaminação da ração, pois reduz a população microbiana, reduzindo, dessa forma, o risco do surgimento de infecções bacterianas por salmonela e *E. coli*. Outras vantagens também são atribuídas à peletização das dietas: previne a seletividade dos ingredientes, pois estão agregados, evitando o desbalanceamento da ração; evita a segregação de ingredientes durante o transporte e manejo; aumenta a densidade do produto final, aumentando a capacidade de transporte e armazenamento; diminui a pulverulência da ração e melhora a eficiência alimentar, pois reduz o tempo gasto para o consumo (Nilipour, 1993). Com relação ao desempenho dos frangos de corte que são alimentados com ração peletizada, existe uma série de trabalhos que demonstram um melhor desempenho através do emprego da peletização.

De acordo com Lecznieski (2005), no caso de rações peletizadas, em que a ração é submetida a condições adversas de temperatura, umidade e pressão, é importante ter segurança de que a enzima realmente está presente na ração que os animais estão consumindo.

A capacidade de analisar a atividade enzimática na ração final é fundamental se um produtor quer estar seguro do produto que está utilizando (Bedford, 2005).

2.5 Efeito das enzimas sobre o desempenho e digestibilidade dos nutrientes

Existem duas alternativas quando se considera a incorporação de suplementos multienzimáticos nas dietas avícolas. A primeira consiste em suplementar as dietas por cima (“on the top”) com uma formulação existente sem alterar os níveis nutricionais, buscando melhorar o desempenho de frangos de corte de forma econômica. Esta é a aplicação mais simples e, provavelmente, a mais prática para aves jovens (1 a 21 dias de idade).

Considerando esta opção, Pack & Bedford (1997) apresentaram um resumo dos resultados de desempenho de 51 ensaios com frangos de corte, alimentados com dietas à base de milho e soja ou sorgo e soja, suplementadas com complexo enzimático (xilanase, protease e amilase), conduzidos em diferentes instituições de pesquisa e empresas avícolas integradoras comerciais. Pelos resultados apresentados, a adição do suplemento multienzimático proporcionou uma melhora de, em média, 2,2% no ganho de peso e 2,8% na conversão alimentar.

Zanella et al. (1999), utilizando dietas à base de milho e farelo de soja, soja extrusada e soja tostada, avaliaram o efeito da adição de um complexo enzimático (protease, amilase e xilanase) sobre a digestibilidade de nutrientes e o desempenho de frangos. A adição do complexo enzimático melhorou significativamente a digestibilidade da proteína bruta (2,9%), dos aminoácidos (valina e treonina, em 2,3 e 3,0%, respectivamente), do amido, da gordura e da energia metabolizável.

Garcia et al. (2000) avaliaram o efeito da suplementação de enzimas em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. A adição do complexo enzimático nas rações foi efetiva na melhoria da eficiência de utilização da energia metabolizável, da proteína e dos aminoácidos (metionina, metionina+cistina e lisina) em 9, 7 e 5%, respectivamente.

Tejedor et al. (2001) avaliaram o efeito da adição de um complexo enzimático (protease, amilase, celulase + fitase) sobre os coeficientes de digestibilidade ileal de matéria seca, proteína bruta, energia bruta, fósforo e cálcio e valores de energia digestível das rações. Os autores observaram que houve melhora na digestibilidade ileal da matéria seca, da proteína bruta e de energia.

Gracia et al. (2003) verificaram que o uso de α -amilase suplementada em rações permitiu melhor desempenho e melhoria na digestibilidade do amido e incrementos nos conteúdos de energia metabolizável de rações à base de milho e farelo de soja, bem como reduziu o peso relativo do proventrículo, moela, pâncreas, fígado e intestino delgado.

Rodrigues et al. (2003), suplementando dietas à base de milho e farelo de soja com um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e protease, observaram uma melhora na digestibilidade ileal do amido, da proteína bruta e da energia ileal digestível das rações suplementadas com as enzimas.

Cowieson & Adeola (2005), combinando a fitase com xilanase, amilase e protease, verificaram que o uso conjunto de fitase e xilanase melhorou a conversão alimentar e aumentou o ganho de peso, sendo que os ganhos estiveram na faixa de 6 a 7% com o uso individual das enzimas; porém, em combinação houve um acréscimo de 14%. Além disso, o ganho em energia digestível ileal foi de 165 kca/kg.

Souza et al. (2006) conduziram um experimento para determinar o efeito de um complexo enzimático (α -galactosidase, galactomanase, xilanase e β -glucanase) sobre a energia metabolizável verdadeira (EMV) de frangos de corte alimentados com rações fareladas e peletizadas. De acordo com os resultados, concluiu-se que a cada 200 g de complexo enzimático adicionado por tonelada de ração houve um incremento de 92,58 kcal na EMV/kg de ração, indicando melhoria na EMV de 2,89%, quando comparada com a ração sem suplementação.

Brito et al. (2006), utilizando rações à base de milho e soja extrusada (subprocessada, normal e superprocessada), suplementadas com celulase, amilase e protease, promoveram um aumento médio dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca, da proteína, da energia e da gordura.

A segunda alternativa consiste em alterar a formulação das dietas para reduzir o custo por tonelada de ração por meio da adição de enzimas digestivas com o objetivo de restaurar o valor nutricional da dieta padrão. Neste caso, as dietas teriam os níveis de energia, proteína e/ou aminoácidos reduzidos e seriam suplementados com as enzimas, buscando obter o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais. Com base nesse raciocínio, se a suplementação enzimática for eficaz, os parâmetros produtivos seriam os mesmos.

Pack & Bedford (1997) suplementaram dietas à base de milho e farelo de soja com xilanase, amilase e protease para frangos de corte e verificaram aumento significativo no ganho de peso e melhora na conversão alimentar com a idade de abate. Também avaliaram a suplementação deste complexo multienzimático em dietas com redução de 5% na energia metabolizável, proteína e os aminoácidos metionina e lisina. Com a redução dos níveis nutricionais da dieta houve redução no desempenho, o qual foi recuperado com a suplementação enzimática.

Pesquisas recentes têm evidenciado efeitos benéficos da utilização de enzimas exógenas digestivas nas dietas avícolas sobre a digestibilidade dos nutrientes das matérias-primas ou das dietas como um todo. A utilização de enzimas digestivas exógenas pelas aves, aos 42 dias, não influenciou o índice europeu de eficiência produtiva dos rendimentos de carcaças e nem dos teores de gordura abdominal dos frangos. Entretanto, seu uso manteve o desempenho zootécnico das aves alimentadas com dietas com níveis energéticos ou protéicos reduzidos, demonstrando que é possível formular rações com níveis mais baixos desses nutrientes (Torres et al., 2003).

Gentilini et al. (2007) avaliaram a influência de um complexo enzimático, por meio da valorização de diferentes níveis de energia metabolizável, sobre o desempenho produtivo de poedeiras comerciais. Os

tratamentos consistiram de: T1 – dieta basal (controle); T2 – dieta basal + enzimas (valorizado em 120 kcal EM/kg); T3 – dieta basal + enzimas (valorizado em 90 kcal EM/kg); T4 – dieta basal + enzimas (valorizado em 60 kcal EM/kg); T5 – dieta basal + enzimas (valorizado em 30 kcal EM/kg) e T6 – dieta basal + enzimas (sem valorização energética). Pelos resultados obtidos, os autores observaram o menor consumo para as aves do T6, concluindo que, possivelmente, isto se deve à liberação de energia do alimento, provocada pelo complexo enzimático.

Fernandes et al. (2007), trabalhando com frangos de corte, procuraram avaliar a eficiência da adição de um complexo enzimático sobre a digestibilidade da EM em ração de engorda à base de milho e farelo de soja. O complexo enzimático era composto pelas enzimas xilanase, amilase e protease e foi adicionado em 0,05 kg/t. Os tratamentos eram compostos por: A – ração de engorda, base milho; B – ração de engorda, base milho com matriz de milho valorizada em 130 kcal de EM + enzimas; C – ração de engorda, base sorgo; D – ração de engorda, base sorgo com matriz de sorgo valorizada em 130 kcal de EM + enzimas. Os resultados demonstraram que os valores de EMA e EMAN foram iguais entre os 4 tratamentos, concluindo-se que a suplementação do complexo enzimático pode ser feita somente com a valorização de 130 kcal na matriz nutricional do milho e do sorgo. Dourado et al. (2007), também utilizando o mesmo complexo enzimático em dietas formuladas com redução de energia, demonstraram que as enzimas foram eficientes em restabelecer os valores de energia digestível e melhorar a digestibilidade da matéria seca.

O uso de suplementação enzimática na alimentação de aves tem tido uma considerável expansão nos últimos anos e representa um dos principais avanços na nutrição animal durante as últimas décadas. Enzimas melhoram a eficiência de produção das aves, aumentando a digestão de produtos de baixa qualidade e reduzindo a perda de nutrientes nas excretas.

2.6 Efeitos da peletização sobre as vitaminas

Anteriormente a 1950, a maior parte das vitaminas era fornecida pela administração de óleo de fígado de peixes, subprodutos industriais e ingredientes naturais. Hoje, todas as vitaminas estão disponíveis no mercado, seja para adição direta aos alimentos ou à água de bebida, seja para fins terapêuticos. Embora todas as vitaminas estejam presentes nos alimentos (vegetais e animais), tornou-se rotina a suplementação de rações comerciais ou mesmo as manufaturadas pelo criador. Como os riscos de intoxicação são relativamente pequenos, é mais seguro adicionar vitaminas em excesso do que não adicioná-las, por coincidência, justamente quando estão faltando (Nunes, 1998).

A manutenção da potencialidade das vitaminas, isto é, da sua estabilidade, é a maior preocupação das indústrias de premixes, de alimentos e farmacêutica. Ela é afetada pela temperatura, pH, minerais, oxidação, redução, luz, tamanho de partícula, solubilidade, agressões físicas, tempo de estocagem e umidade. Provavelmente, a umidade é o fator individualmente mais importante na origem de problemas de estabilidade, seguida de oxidação (McGinnis, 1988).

Durante o manuseio dos ingredientes das rações, seu preparo e mistura, ocorre perda de vitaminas. O aquecimento que ocorre durante o cozimento que antecede a peletização causa perdas de ordem de 10-20% nos teores de vitamina A, D₃, E, K, B₁, ácido fólico, ácido pantotênico e vitamina C.

Segundo Nunes (1998), técnicas especiais de proteção, usando coberturas contendo gelatina, carboidrato e antioxidantes, permitem um aumento da estabilidade das vitaminas, que permanecem plenamente disponíveis para o animal. Produtos na forma de “spray” seco são cada vez mais usados, pois permitem melhores características de manuseio, dispersibilidade na água e aumento da estabilidade.

Diversos fatores influenciam a estabilidade das vitaminas em misturas minerais, como temperatura, umidade, tempo de peletização (processo), reações

de óxido-redução e luz. As oxidações podem ocorrer devido à auto-oxidação de gorduras, a oxidações induzidas por minerais, à oxidação hidrolítica e à oxidação causada por microrganismos. Para vitaminas puras, os principais fatores são a umidade e o oxigênio. Em misturas minerais, a oxidação é a maior causadora da perda da estabilidade das vitaminas. Os minerais Cu, Zn e Fe são os mais reativos e o Se e Mn são os menos reativos. Entre as formas, os íons são os mais reativos, seguidos dos sulfatos, carbonatos, óxidos, e os menos reativos são os quelatizados. A umidade e o calor existentes no processo de peletização aceleram as reações químicas e diminuem a disponibilidade das vitaminas. A abrasão e a pressão do mesmo processo causam destruição física das vitaminas e o tempo que leva para peletizar o alimento permite que haja a óxido-redução das vitaminas.

Assim, os maiores obstáculos para a utilização das vitaminas nas dietas podem ser a dificuldade de manter a vitamina em solução; vitaminas em forma líquida não têm proteção; quando a solução é pulverizada em “pellets”, ela só os cobre externamente; a distribuição da vitamina nos alimentos é desigual; e o tempo de estocagem é indefinido em razão dos inúmeros fatores que influenciam sua estabilidade. As possíveis soluções para essas limitações seriam: reduzir o tempo de estocagem de misturas minerais, reduzir a temperatura e o tempo de peletização e reduzir o tempo de estocagem dos alimentos. Todavia, outros fatores mais importantes que a preservação das vitaminas determinam estes tempos e temperaturas. Assim, deve-se aceitar que perdas ocorrem e, sabendo-se o tempo de retenção da vitamina pelos produtos utilizados, tem-se idéia da quantidade perdida e coloca-se uma quantidade tal que, com as perdas, seja adequada (Nardon, 2004).

Segundo Leite et al. (2008), as vitaminas na sua forma cristalina seca e pura são razoavelmente estáveis. Entretanto, são facilmente oxidadas em condições neutras ou alcalinas, nas quais o oxigênio, a umidade, os

microelementos, as temperaturas elevadas, a luz e os lipídeos oxidados promovem sua oxidação e destruição. Por estas razões, perdas das vitaminas podem ocorrer durante a industrialização e o prolongado armazenamento das rações.

Portanto, o processamento da ração (peletização), bem como a suplementação com complexo enzimático para frangos de corte, são de fundamental importância para melhorar a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho das aves. Todavia, é importante conhecer os fatores que podem prejudicar a máxima utilização dessas estratégias a fim de que sejam minimizados ou eliminados da criação de frangos de corte.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDFORD, M.R. Efecto del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves. **Avicultura Profesional**, Atlanta, v. 14, n.4, p.56-68, 1996.
- BEDFORD, M.R. Nuevas tecnologías en materia de enzimas para piensos de Aves de corral. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 2005, Cidade do Panamá. **Anais...** Cidade do Panamá: p.158- 189, 2005.
- BEDFORD, M. R. Novas tecnologias no uso de enzimas para frangos de corte. **Boletim Técnico Syngenta Nutrição Animal**, Porto Feliz, n. 1. p.1-5, 2006.
- BEDFORD, M.R.; MORGAN, A.J. The use of enzymes in poultry diets. **World Poultry Science Journal**, Cambridge, v.52, n.1, p.61-68, 1996.
- BORGES, F.M. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n.20, p.5-30, jun. 1997.
- BOTURA, A.P. **Efeito da forma física da ração e características de carcaça de frangos de corte fêmeas criados no período de inverno**. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Adição de complexo enzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p.457-461, 2006.
- BUSTANY, Z.A. The effect of pelleting an enzyme – supplemented barley – based broiler diet. **Animal Feed Science Technology**, Davis, 58: 283 – 288, 1996.
- CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, 1995. p.31-42.
- CARVALHO, J.C.C. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996. 446p.

CLEOFHAS, G.M.L.; VAN HARTINGSVELDT, W.; SOMER, W.A.C. Enzyme can play an important role in poultry nutrition. **World Poultry Science**, Cambridge, v. 11, p. 12-15, 1995.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV - Embrapa Sobre Nutrição de Aves. 1999, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1999. p.118-132.

COWIESON, A.J. e ADEOLA, O. Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**. Champaign, v.84, p.1860-1867, 2005.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BARBOSA, N.A.A.; ZANUZZO, F.S.; HUBRY, M.; COWIESON, A.; MORELATO, R.G.N. Efeito da suplementação de carboidrases exógenas na digestibilidade dos nutrientes em rações de frangos de corte. 2007. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 2007. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.125.

DOZIER, W. A. Pelet de calidad para obtener carne de ave más economica. **Alimentacion Balanceada Animal**, Madrid, v.8, p.16-19, 2001.

ESMINGER, M.E. Processing effects. In: Feed Manufacturing Technology III. AFIA. 1985. Cap. 66. p.529-533.

FERKET, P.R. Practical use of enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.2, p.75-81, 1993.

FERNANDES, E.A.; MOREIRA, F.S.; MOREIRA, G.A.; ALMEIDA, R.A.T. Efeito da suplementação enzimática sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável das rações à base de milho e à base de sorgo para frangos de corte. 2007. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.76.

FREITAS, E.R., SAKOMURA, N.K.; LAURENTIS, A.C.; NEME, R.; SANTOS, A.L. Efeitos da forma física da ração pré-inical no desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, p. 20, 2003. (Suplemento, 5).

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. 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.

GENTILINI, F.P.; da SILVA, R.A.G.; ANCIUT, M.A.; RUTZ, F. Uso da Allzyme SSF e valorização da energia metabolizável na dieta sobre o desempenho produtivo de poedeiras (26-38 semanas de idade). In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.75.

GRACIA, M.I.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G.G. Alpha-Amylase Supplementation of Broiler Diets Based on Corn. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.436-442, 2003.

GUENTER, W. Practical experience with the use of enzymes. Capturado em 1 de julho de 2007. Disponível em: <http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html>.

HORTON, H.R.; MORAN, L.A.; RAWN, J.D. Properties of enzymes. In: _____. **Principles of Biochemistry**. 2ed. River: Prentice-Hall Inc. 1996. p.119-146.

JENSEN, L. Historical perspective of enzymes from an earlier researcher. In: FEED ENZYMES - REALIZING THEIR POTENTIAL IN CORN/SOY BASED POULTRY DIETS, Atlanta, 1998. **Proceedings...** Atlanta, 1998. p.35-45.

JUNQUEIRA, O.M. e DUARTE, K.F. Resultados de pesquisa com aditivos alimentares no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, 2005. p.169-182..

LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2005, Florianópolis. **Anais...** 2005. Florianópolis: AVESUI, 2005. p.34-47.

LEITE, J.L.B.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.T.F.; NAGATA, A.G.; CANTARELLI, V.S. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento de energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p.1292-1298, jul./ago., 2008.

MACARI, M. Neurofisiologia aplicada. In: ____ MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP- UNESP, 2002. 400p.

McCRAKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. **Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value**. Wallingford: Cabi Publishing, 2002. p.301-316.

McGINNIS, Jr. New concepts in vitamin nutrition. In: Georgia Nutrition Conference, 25, 1988. Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: Georgia University, 1988. p.1-8.

NAGANO, F.H.; FERNANDES, E.A.; SILVEIRA, M.M; MARCACINE, B.A.; BRANDEBURGO, J.H. Efeito da peletização e extrusão da ração pré-inicial sobre o desempenho final de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.35, 2003.

NARDON R.; Vitaminas. Informativo Direto do Campo-Bellman Nutrição Animal, Abril/2004 ano 2, nº 3, Disponível em: < <http://www.bellman.com.br> >, acesso em: 11 de abril de 2005.

NILIPOUR, A. La peletizacion mejore el desempeño?. **Industria Avicola**, Illinois, v. 12, n. 12, p.42-46, 1993.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2 ed. Belo Horizonte: FEP-MVP, 1998. 387p.

PACK, M.; BERDFORD, M. Feed enzymes for corn-soybean broiler diets. A new concept to improve nutritional value and economics. **World's Poultry Science Journal**, London, v.13, p.87-93, 1997. Faaborg, Denmark.

PENZ JÚNIOR, A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu-SP. **Anais...** Botucatu. 1998. p.165-178.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.4, p.909-917, 2003.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.1, p.171-182, 2003.

SANTOS JÚNIOR, A.A.; FERKET, P.R. Fatores que afetam a saúde intestinal e a colonização por patógenos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 2007. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.143-160.

SILVA, E.L. **Exigência de metionina+cistina para aves de reposição leves e semipesadas alimentadas com ração farelada ou peletizada**. 2007. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, M.L.G. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas**. Bananeiras, PB: UFPB/Departamento de Agropecuária, 2001. 19p.

SOTO-SALANOVA, M.F. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1996. p.71-76.

SOUZA, R.M.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, J.C.C. Energia metabolizável verdadeira de rações para frangos de corte suplementadas com complexo enzimático. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 2006. **Anais...** Trabalhos de pesquisa Campinas: FACTA, 2006. p. 93.

SOUZA, R.M. **Uso de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte**. 2006. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, R.M.de; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V.; RODRIGUES, P.B.; CARVALHO, J.C.C.; BRITO, J.A.G. Efeito da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.584-590, mar./abr., 2008

SPRING, P.; NEWMAN, K.E.; WENK, C.; MESSIKOMMER, R.; VRANES, M.V. Effect of pelleting temperature on the activity of different enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.357-361, 1996.

TEJEDOR, A.A. **Uso de enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja para frangos de corte**. 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; LIMA, C.A.R.; VIEITES, F.M. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.3, p.809-816, 2001.

TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1401-148, nov./dez., 2003.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.; SILVERSIDES, F.G.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.4, p.561-568, Apr.1999.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: PRÉ-SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, 2001. p.37-49.

ZANOTTO, D. L.; SCHIMIDT, G. S.; GUIDONI, A. L. Efeito do tamanho de partículas de milho e do tipo de ração no comportamento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.106, 2003. Suplemento, 5.

CAPÍTULO II

RAÇÕES FARELADAS E TRITURADAS, EM DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS, SUPLEMENTADAS COM ENZIMAS E ADIÇÃO DE VITAMINAS ANTES OU APÓS A PELETIZAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL

RESUMO

PUCCI, Luiz Eduardo Avelar. Rações fareladas e trituradas em diferentes níveis nutricionais, suplementadas com enzimas e adição de vitaminas antes ou após a peletização para frangos de corte na fase inicial. In: _____. **Efeito do processamento de rações com diferentes níveis nutricionais e suplementadas com enzimas para frangos de corte: desempenho e digestibilidade de nutrientes.** 2008. Cap.2, p.28-66, 2008. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Dois experimentos foram conduzidos para avaliar a forma física da ração, o uso de enzimas, os níveis nutricionais e a adição de vitaminas antes ou após o processo de peletização, em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade. No experimento 1 (ensaio de desempenho), 1.800 aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos com cinco repetições de 30 aves cada. As dietas experimentais consistiram de duas formas físicas (farelada e triturada), sem ou com complexo enzimático (amilase, celulase e protease), dois níveis nutricionais (95 e 100% das recomendações) e adição de vitaminas (antes ou após o processo de peletização). Ao final dos 21 dias de idade, as aves foram pesadas para avaliação de desempenho (consumo de ração – CR, ganho de peso – GP e conversão alimentar – CA). Simultaneamente, realizou-se o experimento 2, (ensaio de metabolismo) em que 360 aves foram transferidas e alojadas em uma sala de ensaios de metabolismo, sendo distribuídas de forma aleatória em baterias de gaiolas metálicas. Utilizaram-se as mesmas rações e o mesmo delineamento do ensaio de desempenho, quando os 12 tratamentos foram fornecidos a seis repetições de cinco aves cada. Aos 18 dias de idade iniciou-se a coleta total de excretas, realizada uma vez ao dia, por um período de três dias consecutivos para determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) das rações experimentais. O nível nutricional e a adição de vitaminas influenciaram o desempenho das aves. O uso do complexo enzimático somente influenciou a CA. A EMAn foi influenciada pela forma física e pelo nível nutricional. A forma física, o nível nutricional e a adição de vitaminas influenciaram a digestibilidade dos nutrientes. Os valores energéticos das rações e a digestibilidade dos nutrientes não foram influenciados pelas enzimas.

¹Comitê Orientador: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Orientador). Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

ABSTRACT

PUCCI, Luiz Eduardo Avelar. Meal and crushed diets in different nutritional levels, supplemented with enzymes and addition of vitamins before or after the pelleting for broilers chickens in the initial phase. In: _____. **Processing effect of diets with different nutritional levels and supplemented with enzymes for broiler chickens: performance and nutrients digestibility.** 2008. Cap.2, p.28-66, 2008. 113p. Thesis (Doctorate in Animal Science). Federal University of Lavras, Lavras, MG¹.

Two experiments were carried out to evaluate the physical form of diet, use of enzymes, nutritional levels and the vitamins addition before or after the pelleting process in the diets based on corn and soybean meal for broiler chickens in the period from 8 to 21 days of age. In experiment 1 (assay to performance), 1.800 broilers chickens were distributed in a randomized design, with 12 treatments with five replicates of 30 birds each. The experimental diets consisted of two physical forms (meal and crushed), with or without enzymatic complex (amylase, cellulase and protease), two nutritional levels (95 and 100% of the recommendations) and the vitamins addition before or after the pelleting process. At the end of 21 days of age, the birds were weighed for evaluation of performance (feed intake - FI, weight gain - WG and feed conversion - FC). Simultaneously, there was assay the experiment 2, (assay of metabolism) where 360 birds were transferred and assay being distributed randomly into battery in cages of metal. It was used the same diets and experimental design at the performance assay, where the 12 treatments were fed six replications of five birds each. At 18 days of age the total excreta collection were started, for a period of three consecutive days to determine the apparent metabolizable energy corrected (AMEn) and the metabolizability coefficients of the dry matter (MCDM), crude protein (MCCP) and ether extract (MCEE) of experimental diets. The nutritional level and the addition of vitamins influenced the performance of the birds. The use of complex enzymatic only influence the FC. The AMEn was influenced by physical form and the nutritional level. The physical form, the nutritional level and the addition of vitamins influence the digestibility of nutrients. The energy values of diets and digestibility of nutrients were not affected by enzymatic complex.

¹Guidance committee: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser). Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte representa grande importância para a economia brasileira como gerador de emprego e renda. Nos últimos anos a indústria avícola tem demonstrado e apresentado grandes avanços no aspecto produtivo, parte dessas associadas ao melhoramento genético e ao avanço do conhecimento nas áreas de sanidade, manejo e nutrição. Sendo assim, os nutricionistas têm se empenhado em buscar soluções para atender às exigências nutricionais das aves, que devido ao rápido crescimento e à conseqüente redução no tempo ao abate, passaram a exigir alimentos de melhor qualidade.

A prática de processamento das rações, como peletização, extrusão e expansão, juntamente com a utilização de complexos de enzimas exógenas, são considerados técnicas que visam aumentar a digestibilidade dos nutrientes pelas aves. Nesse contexto, as enzimas exógenas têm sido incorporadas às rações dos animais com o propósito de melhorar a utilização dos nutrientes pouco disponíveis, proporcionando melhor desempenho das aves e, com isso, rentabilidade no sistema de produção (Leite et al., 2008).

Todavia, é importante destacar que existem alguns fatores limitantes para a adição de enzimas em rações processadas, como as peletizadas, que envolvem temperatura, umidade, tempo, vapor e pressão, podendo comprometer, pela desnaturação das enzimas, a disponibilidade e a utilização dos nutrientes contidos nas mesmas pelas aves (Francesch 1996). Sendo assim, deve-se considerar o processo de peletização em rações que contêm enzimas exógenas porque as enzimas são proteínas e podem ser inativadas pelo calor (Jensen, 1998), bem como as condições ácidas e as enzimas proteolíticas no proventrículo e na moela (Bedford, 1996).

Sob condições práticas de processamento, o vapor usado durante a peletização é responsável pela perda da atividade das enzimas. Segundo Leite et

al. (2008), existe uma dúvida se o processo de peletização pode afetar a utilização de enzimas na ração, e mesmo das vitaminas fornecidas pelos concentrados vitamínicos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da forma física da ração, suplementada ou não com complexo enzimático, com níveis nutricionais normais ou reduzidos, e a adição de vitaminas antes ou após o processo de peletização sobre o desempenho, os valores energéticos das rações e a digestibilidade dos nutrientes de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA – na cidade de Lavras, Minas Gerais, no período de 30/11/2007 a 21/12/2007.

Foram utilizados um total de 2.160 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, sendo 1800 no ensaio de desempenho e 360 no ensaio de metabolismo. As aves foram criadas até sete dias de idade com uma ração inicial, com milho e farelo de soja como ingredientes básicos, formulada de acordo com as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2005), sendo, então, pesadas e distribuídos aleatoriamente em um galpão de alvenaria com 60 boxes de 3,0 m² cada, com piso de cimento coberto por maravalha de madeira. Cada boxe continha um comedor tubular, um bebedouro pendular e uma lâmpada incandescente de 150 W como fonte de aquecimento. Durante este período as aves receberam água e ração à vontade.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja com diferentes formas físicas (ração farelada – RF ou ração triturada – RT, peletizada e posteriormente moída); com a adição ou não de enzimas (sem enzimas – SE e com enzimas – CE, complexo enzimático Allzyme Vegpro® - 0,5 kg/t, contendo amilase, celulase e protease), com dois níveis nutricionais (95 e 100% das exigências recomendadas por Rostagno et al., 2005) e com adição de vitaminas (Vitaminas antes – VA ou Vitaminas depois – VD, do processo de peletização). A descrição das rações está apresentada na Tabela 1 e sua composição percentual e calculada está na Tabela 2.

Tabela 1 Tratamentos experimentais e especificações.

| T¹ | Especificações | Exig.⁴ (%) | Abreviatura |
|----------------------|---|----------------------------------|--------------------|
| 1 | Ração farelada sem enzimas | 95 | RFSE95% |
| 2 | Ração farelada com enzimas | 95 | RFCE95% |
| 3 | Ração farelada sem enzimas | 100 | RFSE100% |
| 4 | Ração farelada com enzimas | 100 | RFCE100% |
| 5 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas antes ² | 95 | RTSEVA95% |
| 6 | Ração triturada com enzimas + vitaminas antes ² | 95 | RTCEVA95% |
| 7 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas depois ³ | 95 | RTSEVD95% |
| 8 | Ração triturada com enzimas + vitaminas depois ³ | 95 | RTCEVD95% |
| 9 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas antes ² | 100 | RTSEVA100% |
| 10 | Ração triturada com enzimas + vitaminas antes ² | 100 | RTCEVA100% |
| 11 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas depois ³ | 100 | RTSEVD100% |
| 12 | Ração triturada com enzimas + vitaminas depois ³ | 100 | RTCEVD100% |

¹Tratamentos experimentais;

² Adição de vitaminas antes do processo de peletização das rações;

³ Adição de vitaminas depois do processo de peletização das rações;

⁴ Dietas formuladas com 95 e 100% das exigências nutricionais, preconizadas por Rostagno et al (2005).

Tabela 2 Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas de 8 a 21 dias de idade

| Ingredientes (%) | Nível nutricional (%) ¹ | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 95 | | 100 | |
| | Sem enzimas | Com enzimas | Sem enzimas | Com enzimas |
| Milho | 60,00 | 60,00 | 60,40 | 60,40 |
| Farelo de soja | 31,80 | 31,80 | 33,80 | 33,80 |
| Óleo de soja | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Fosfato bicálcico | 1,80 | 1,80 | 1,78 | 1,78 |
| Calcário | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Sal comum | 0,41 | 0,41 | 0,40 | 0,40 |
| DL-metionina 99% | 0,22 | 0,22 | 0,24 | 0,24 |
| L-lisina HCL 99% | 0,20 | 0,20 | 0,21 | 0,21 |
| Caulim | 3,60 | 3,55 | 0,20 | 0,15 |
| Complexo enzimático ² | -- | 0,05 | -- | 0,05 |
| Premix mineral ³ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Premix vitamínico ⁴ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Salinomicina | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição | | | | |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 2.852 | | 3.000 | |
| Proteína bruta (%) ⁵ | 19,74 | | 20,71 | |
| Proteína bruta (%) ⁶ | 19,11 | | 20,06 | |
| Cálcio (%) | 0,88 | | 0,88 | |
| Fósforo disponível (%) | 0,44 | | 0,44 | |

¹ De acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

² De acordo com as recomendações do fabricante: 0,5 kg/t.

³ Enriquecimento por kg de ração: 3,0 mg Cu; 0,4 mg I; 20,0 mg Fe; 40,0 mg Zn; 0,4 mg Mn; 0,1 mg Se.

⁴ Enriquecimento por kg de ração: 11.500,0 UI vit. A; 2.600,0 UI vit. D3; 13,0 mg vit. E; 1,5 mg vit. K; 6,0 mg riboflavina; 1,0 mg tiamina; 2,4 mg pantotenato de cálcio; 27,0 mg niacina; 3,5 mg piridoxina; 0,5 mg biotina; 290,0 mg colina; 0,6 mg ácido fólico; 125,0 BHT (antioxidante).

⁵ Calculados de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

⁶ Determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA.

Todas as rações experimentais (fareladas e peletizadas) foram preparadas e processadas na indústria de rações Total Alimentos S.A., na cidade de Três Corações, MG. Após este processo, as rações peletizadas foram trituradas (triturador tipo martelo) na fábrica de rações do DZO/UFLA, buscando-se manter uma granulometria semelhante à das rações fareladas, cujo

diâmetro geométrico médio (DGM) foi determinado segundo a metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996) e os valores encontram-se na Tabela 7A do Anexo. Após trituradas, o premix vitamínico foi adicionado às rações (0,5 kg/t de ração), às quais estes nutrientes não foram adicionados antes do processo de peletização.

As temperaturas de processamento e o tempo gasto no processo de peletização das rações encontram-se na Tabela 1A (Anexos). As temperaturas mínimas e máximas, dentro do galpão durante o período experimental, ficaram entre $22,2 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ e $31,1 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

No experimento I (ensaio de desempenho), os frangos de corte, de 8 a 21 dias de idade, com peso médio inicial de $108,8 \pm 1,4\text{g}$, foram distribuídos segundo um delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos e cinco repetições de 30 aves cada, sendo que os tratamentos correspondem a diferentes rações experimentais.

Aos 21 dias de idade foram realizadas pesagens para serem avaliadas as características de desempenho das aves (consumo de ração – CR, ganho de peso – GP e conversão alimentar – CA).

Simultaneamente ao ensaio de desempenho, realizou-se um ensaio de metabolismo (experimento 2) com objetivo de avaliar o valor energético das rações experimentais e a metabolizabilidade dos nutrientes. Foram adotados os mesmos procedimentos de manejo do período pré-inicial de um a sete dias de idade, citados no experimento 1. Aos oito dias de idade, 360 aves com peso médio de $108,8 \pm 1,4\text{g}$ foram transferidas para uma sala de ensaios de metabolismo, sendo alojadas e distribuídas de forma aleatória em baterias de gaiolas metálicas. Cada gaiola possuía 50 cm de largura x 50 cm de profundidade x 50 cm de altura e continha um comedouro do tipo calha, um bebedouro do tipo pressão e uma bandeja revestida com plástico resistente. A temperatura da sala foi parcialmente controlada com ventiladores e exaustores

automáticos e a iluminação, constante durante todo o período experimental com 24 horas de luz artificial. Utilizou-se o mesmo delineamento experimental do ensaio de desempenho, quando as 12 rações experimentais foram fornecidas a seis repetições de cinco aves cada.

As rações experimentais foram fornecidas à vontade até os 18 dias de idade e, após este período, foram quantificadas para determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental, quando se iniciou a coleta total de excretas, realizada uma vez ao dia, pela manhã, por um período de três dias consecutivos, conforme indicado por Rodrigues et al. (2005). As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados e armazenados em *freezer* até o final da coleta, quando foram pesadas, descongeladas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de 300 g para as análises laboratoriais, passando por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante ou 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneira de dois milímetros.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, determinando-se a matéria seca (MS), a energia bruta (EB), o nitrogênio (N) e o extrato etéreo (EE) das excretas e das rações experimentais.

O método utilizado para determinação do nitrogênio das rações e excretas foi o de Kjeldahl. Com base nos resultados da energia bruta das rações e das excretas, determinados em bomba calorimétrica modelo Parr – 1261, foram calculados os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando a equação descrita por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMAn da ração (kcal/kg)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

EB = energia bruta;

BN = balanço de nitrogênio (N) = N ingerido - N excretado

Para os cálculos dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE), foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{CMMS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada} \times 100}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{CMPB} = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada} \times 100}{\text{PB ingerida}}$$

$$\text{CMEE} = \frac{\text{EE ingerido} - \text{EE excretado} \times 100}{\text{EE ingerido}}$$

Nos dois experimentos, as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se software SAS[®] (1995). Inicialmente foram feitas as análises de variância das variáveis analisadas. O modelo estatístico foi semelhante nos dois experimentos, sendo descrito conforme se segue:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij},$$

em que:

y_{ij} = valor observado referente à repetição j do tratamento i , com $i = 1, 2, \dots, 12$ e $j = 1, 2, \dots, 5$, no experimento 1 e $j = 1, 2, \dots, 6$, no experimento 2;

μ = constante inerente a cada valor observado;

t_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório associado à observação y_{ij} .

Posteriormente, foram definidos dois grupos de contrastes mutuamente ortogonais e de interesse prático (Tabelas 3 e 4). O teste de F foi aplicado a esses contrastes somente para as variáveis em que houve efeito significativo dos tratamentos.

Tabela 3 Grupo 1 de contrastes ortogonais e as comparações de interesse prático

| Contraste* | Comparação de interesse |
|--|---|
| $Y_1 = 2m_1 + 2m_2 + 2m_3 + 2m_4 - m_5 - m_6 - \dots - m_{12}$ | Efeito - forma física da ração (RF vs RT) |
| $Y_2 = m_1 + m_2 - m_3 - m_4$ | Efeito - nível nutricional nas rações fareladas (RF95% vs RF100%) |
| $Y_3 = m_1 - m_2$ | Efeito - complexo enzimático no nível 95% (RFSE95% vs RFCE95%) |
| $Y_4 = m_3 - m_4$ | Efeito - complexo enzimático no nível 100% (RFSE100% vs RFCE100%) |
| $Y_5 = m_5 + m_6 + m_7 + m_8 - m_9 - m_{10} - m_{11} - m_{12}$ | Efeito - nível nutricional nas rações trituradas (RT95% vs RT100%) |
| $Y_6 = m_5 + m_6 - m_7 - m_8$ | Efeito - adição de vitaminas no nível 95% (RTVA95% vs RTVD95%) |
| $Y_7 = m_5 - m_6$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas antes no nível 95% (RTSEVA95% vs RTCEVA95%) |
| $Y_8 = m_7 - m_8$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas depois no nível 95% (RTSEVD95% vs RTCEVD95%) |
| $Y_9 = m_9 + m_{10} - m_{11} - m_{12}$ | Efeito - adição de vitaminas no nível 100% (RTVA100% vs RTVD100%) |
| $Y_{10} = m_9 - m_{10}$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas antes no nível 100% (RTSEVA100% vs RTCEVA100%) |
| $Y_{11} = m_{11} - m_{12}$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas depois no nível 100% (RTSEVD100% vs RTCEVD100%) |

* m_i = média do tratamento i , com $i = 1, 2, 3, \dots, 12$, conforme descrito na Tabela 1

Tabela 4 Grupo 2 de contrastes ortogonais e as comparações de interesse prático

| Contraste* | Comparação de interesse |
|--|---|
| $Y_1 = 2m_1 + 2m_2 + 2m_3 + 2m_4 - m_5 - m_6 - \dots - m_{12}$ | Efeito - forma física da ração (RF vs RT) |
| $Y_2 = m_1 + m_3 - m_2 - m_4$ | Efeito - complexo enzimático nas rações fareladas (RFSE vs RFCE%) |
| $Y_3 = m_1 - m_3$ | Efeito - nível nutricional sem complexo enzimático (RFSE95% vs RFSE100%) |
| $Y_4 = m_2 - m_4$ | Efeito - nível nutricional com complexo enzimático (RFCE95% vs RFCE100%) |
| $Y_5 = m_5 + m_6 + m_7 + m_8 - m_9 - m_{10} - m_{11} - m_{12}$ | Efeito - nível nutricional nas rações trituradas (RT95% vs RT100%) |
| $Y_6 = m_5 + m_7 - m_6 - m_8$ | Efeito - complexo enzimático no nível 95% (RTSE95% vs RTCE95%) |
| $Y_7 = m_5 - m_7$ | Efeito - adição de vitaminas sem complexo enzimático no nível 95% (RTSEVA95% vs RTSEVD95%) |
| $Y_8 = m_6 - m_8$ | Efeito - adição de vitaminas com complexo enzimático no nível 95% (RTCEVA95% vs RTCEVD95%) |
| $Y_9 = m_9 + m_{11} - m_{10} - m_{12}$ | Efeito - complexo enzimático no nível 100% (RTSE100% vs RTCE100%) |
| $Y_{10} = m_9 - m_{11}$ | Efeito - adição devitaminas sem complexo enzimático no nível 100% (RTSEVA100% vs RTSEVD100%) |
| $Y_{11} = m_{10} - m_{12}$ | Efeito - adição devitaminas com complexo enzimático no nível 100% (RTCEVA100% vs RTCEVD100%) |

* m_i = média do tratamento i , com $i = 1, 2, 3, \dots, 12$, conforme descrito na Tabela 1

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fase inicial de criação – 8 a 21 dias de idade

3.1.1 Experimento 1 – Ensaio de desempenho

Considerando os resultados da análise de variância (ANAVA), observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves (Tabela 9A).

Os valores médios de desempenho e os resultados referentes aos contrastes ortogonais para comparação das características de desempenho das aves na fase inicial de criação (8 a 21 dias de idade), recebendo os tratamentos com diferentes formas físicas, com dois níveis nutricionais, com adição ou não de complexo enzimático e com adição de vitaminas antes ou após a peletização, são apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de 8 a 21 dias de idade

| Tratamentos | 8 a 21 dias de idade | | |
|-------------------|----------------------|---------------|-------------|
| | CR (g/ave) | GP (g/ave) | CA (g/g) |
| T1 – RFSE 95% | 958,2 | 655,4 | 1,46 |
| T2 – RFCE 95% | 929,2 | 668,4 | 1,39 |
| T3 – RFSE 100% | 913,8 | 659,1 | 1,38 |
| T4 – RFCE 100% | 897,8 | 675,3 | 1,33 |
| T5 – RTSEVA 95% | 915,2 | 656,3 | 1,39 |
| T6 – RTCEVA 95% | 911,2 | 652,8 | 1,39 |
| T7 – RTSEVD 95% | 945,0 | 636,5 | 1,45 |
| T8 – RTCEVD 95% | 947,6 | 656,4 | 1,44 |
| T9 – RTSEVA 100% | 885,8 | 650,4 | 1,36 |
| T10 – RTCEVA 100% | 880,2 | 658,5 | 1,33 |
| T11 – RTSEVD 100% | 911,2 | 656,2 | 1,39 |
| T12 – RTCEVD 100% | 929,6 | 654,9 | 1,42 |
| Média | 918,73 | 656,68 | 2,58 |
| CV (%) | 3,58 | 2,96 | 1,39 |

Tabela 6 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Contraste (Y) | Consumo de Ração | | Ganho de Peso | | Conversão Alimentar | |
|---|--|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{y}) | Valor p |
| Y ₁ : | 72,20 | ns | 94,40 | ns | - 0,070 | ns |
| Y ₂ : | 75,80 | 0,0131* | - 10,60 | ns | 0,1320 | 0,0002* |
| Y ₃ : | 29,00 | ns | - 13,00 | ns | 0,070 | 0,0035* |
| Y ₄ : | 16,00 | ns | - 16,20 | ns | 0,054 | 0,0218* |
| Y ₅ : | 112,20 | 0,0096* | - 18,00 | ns | 0,1820 | 0,0002* |
| Y ₆ : | -66,20 | 0,0290* | 16,20 | ns | - 0,110 | 0,0013* |
| Y ₇ : | 4,00 | ns | 3,50 | ns | 0,000 | ns |
| Y ₈ : | -2,60 | ns | -19,90 | ns | 0,140 | ns |
| Y ₉ : | -74,80 | 0,0143* | - 2,20 | ns | - 0,1120 | 0,011* |
| Y ₁₀ : | 5,60 | ns | - 8,10 | ns | 0,0280 | ns |
| Y ₁₁ : | 18,40 | ns | 1,30 | ns | -0,0280 | ns |
| CV % | 3,58 | | 2,96 | | 2,58 | |
| Contraste (Y) | Comparação de interesse | | | | | |
| Y ₁ : RF x RT | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₂ : RF95% x RF100% | T1, T2 vs. T3, T4 | | | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFCE95% | T1 vs. T2 | | | | | |
| Y ₄ : RFSE100% x RFCE100% | T3 vs. T4 | | | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₆ : RTVA95% x RTVD95% | T5, T6 vs. T7, T8 | | | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTCEVA95% | T5 vs. T6 | | | | | |
| Y ₈ : RTSEVD95% x RTCEVD95% | T7 vs. T8 | | | | | |
| Y ₉ : RTVA100% x RTVD100% | T9, T10 vs. T11, T12 | | | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTCEVA100% | T9 vs. T10 | | | | | |
| Y ₁₁ : RTSEVD100% x RTCEVD100% | T11 vs. T12 | | | | | |

*Significativo (p<0,05); ns - não significativo

Verifica-se que os contrastes entre nível nutricional da dieta e adição de vitaminas antes ou após a peletização influenciaram o CR das aves (p<0,05). Quando as aves receberam a ração com 100% das recomendações nutricionais, observou-se menor CR, tanto para rações fareladas quanto para as rações trituradas. O CR destas aves foi, em média, 7,28% inferior em comparação com o consumo das aves que receberam as rações fareladas e peletizadas com níveis nutricionais reduzidos em 5% (Contrastes Y₂ e Y₃). Sabendo-se que as aves

regulam seu consumo de alimento pela ingestão de energia, estes resultados mostram que as rações com 95% das recomendações possivelmente não atenderam às exigências energéticas das aves. Conseqüentemente, as aves consumiram mais ração para compensar este valor subestimado de energia (EM), o qual foi reduzido em 5%, independentemente da suplementação enzimática.

Também a adição de vitaminas antes do processo de peletização proporcionou menor CR (Contrastes Y_6 e Y_9). Independentemente do nível nutricional utilizado (95 ou 100%), as dietas que tiveram o premix adicionado antes da peletização apresentaram consumo de ração pelas aves reduzido em 3,62 e 4,22%, respectivamente. Estes resultados demonstram que o processo de adição do premix vitamínico às rações após a peletização pode ter comprometido negativamente o consumo de ração pelas aves.

Por outro lado, a utilização do complexo enzimático não resultou em efeito significativo ($p>0,05$) sobre o CR em nenhuma das comparações, independentemente do nível nutricional utilizado ou da adição de vitaminas antes ou após a peletização. Este resultado corrobora os obtidos por Marsman et al. (1995), Pack & Bedford (1997), Camiruaga et al. (2001), Conte et al. (2002), Pucci et al. (2003) e Juanpere et al. (2005), que não encontraram efeito significativo no CR quando utilizaram complexo enzimático em rações fareladas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Resultados semelhantes foram obtidos por Fischer et al. (2002) e Yu & Chung (2004), que também não observaram diferenças no CR quando adicionaram enzimas em rações fareladas. Todavia, Ritz et al (1995), Garcia et al. (2000) e Brum et al. (2005) verificaram aumento no CR tanto em dietas fareladas quanto peletizadas, quando estas foram suplementadas com as mesmas enzimas.

Embora tenham sido constatadas diferenças no CR, com relação ao nível nutricional ou à adição de vitaminas, o ganho de peso (GP) das aves neste

período não foi influenciado ($p>0,05$) pelos tratamentos estudados. Estes resultados diferem dos obtidos por Brum et al. (1998); Roll (1998); Vargas et al. (2001) e Souza et al. (2008), que observaram maior GP quando as aves receberam rações peletizadas ou trituradas. Silva (2007) também encontrou melhor GP das aves que receberam rações trituradas, em comparação às rações fareladas, porém com pintainhas leves e semipesadas de 1 a 4 semanas de idade. Todavia, Leite et al. (2008) observaram maior GP das aves, quando estas utilizaram rações fareladas, suplementadas com complexo enzimático e, no caso das rações peletizadas com enzimas e adição de vitaminas antes da peletização, melhora no GP de 1,78% em relação ao GP das aves que recebem as rações não suplementadas. Esse resultado evidencia o efeito positivo das enzimas quando adicionadas às rações das aves, fato não observado no presente trabalho, em que a suplementação das rações com enzimas não apresentou resposta significativa no GP das aves.

O GP das aves não foi influenciado pelos níveis nutricionais nem pela adição ou não do complexo enzimático. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho (2006), que não verificou influência no GP com o uso de complexo enzimático e redução da energia na ração. Os resultados para GP estão de acordo com os obtidos por Torres (1999), Rodrigues et al. (2003) e Pucci et al. (2003), que avaliaram o desempenho de aves recebendo rações formuladas com adição de enzimas e não observaram efeito da suplementação enzimática sobre o GP.

Para a conversão alimentar (CA), não houve efeito ($p<0,05$) da forma física da ração (Contraste Y_1) nem da ração triturada com 95 ou 100% das recomendações nutricionais, independentemente da adição de vitaminas antes ou depois da peletização (Contrastes Y_7 , Y_8 , Y_{10} e Y_{11}). Estes resultados são contraditórios aos obtidos por Silva (2007), que observou melhor CA quando utilizou ração triturada em comparação com a ração farelada com pintainhas leves e semi-pesadas de 1 a 4 semanas de idade. Entretanto, no presente

trabalho, houve efeito ($p < 0,05$) do nível nutricional, da suplementação com o complexo enzimático e da adição de vitaminas. As dietas fareladas e trituradas com 100% das recomendações nutricionais promoveram melhoras na CA de 5,18% e 3,65%, respectivamente, comparadas às rações que tiveram suas exigências nutricionais reduzidas em 5% (Contrastes Y_2 e Y_5). Estes resultados podem ser explicados pelo menor CR e, também, pelo GP semelhante das aves que utilizaram as rações com 100% das recomendações nutricionais, independentemente da forma física da ração.

A adição do complexo enzimático nas rações fareladas melhorou a CA ($p < 0,05$), independentemente do nível nutricional utilizado (Contrastes Y_3 e Y_4). Estes resultados permitem inferir que, embora sem efeito sobre o CR e GP das aves, a suplementação enzimática permitiu melhorar a eficiência alimentar das aves, principalmente na ração com níveis nutricionais reduzidos. Resultados semelhantes também foram obtidos por Carvalho (2006), Leite et al. (2008) e Souza et al. (2008), os quais verificaram melhor conversão alimentar nos tratamentos em que rações fareladas foram suplementadas com enzimas. Assim, nota-se que o complexo enzimático adicionado nas rações com 95% das recomendações promoveu uma CA melhorada em relação à CA das aves que utilizaram a ração com 100% das recomendações, demonstrando efeito positivo do complexo enzimático na melhoria do desempenho das aves em rações com valores energéticos e protéicos subestimados para esta fase de criação. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Figueiredo et al. (1998), Torres et al. (2001) e Torres et al. (2003), embora sem reduzir os níveis nutricionais de suas rações. No entanto, Strada et al. (2005), Fischer et al. (2002) e Tejedor et al. (2001), utilizando complexo enzimático semelhante (amilase, celulase e protease) em dietas fareladas à base de milho e farelo de soja, não observaram melhoras significativas no desempenho de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade.

A adição de vitaminas antes do processo de peletização das rações, independentemente do nível nutricional utilizado, promoveu melhoria na CA das aves no período de 8 a 21 dias de idade. Para as dietas trituradas com 95% das recomendações, a CA foi 3,81% melhor, enquanto para as dietas com níveis nutricionais normais, esta melhora foi de 4,27%, comparada com a adição de vitaminas após a peletização (Contrastes Y_6 e Y_9). Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Leite et al. (2008), que também encontraram melhora na CA quando utilizaram dietas cuja adição de vitaminas ocorreu antes do processo de peletização. Por estes resultados fica evidente que a adição de vitaminas após a peletização afeta o desempenho das aves na fase inicial de criação, supostamente devido ao processo de trituração e à nova mistura para adição do premix vitamínico, o que possivelmente ocasionou segregação/separação de ingredientes das rações.

Um segundo grupo de contrastes ortogonais para as características de desempenho na fase inicial de criação das aves foi realizado e os resultados mostraram que o CR foi influenciado ($p < 0,05$) pelo nível nutricional da ração e pela adição de vitaminas antes ou após a peletização (Tabela 7).

Tabela 7 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Contraste (Y) | Consumo de Ração | | Ganho de Peso | | Conversão Alimentar | |
|---|--|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | 72,20 | ns | 94,40 | ns | - 0,070 | ns |
| Y ₂ : | 45,00 | ns | - 29,20 | ns | 0,124 | 0,0003* |
| Y ₃ : | 44,40 | 0,0379* | - 3,70 | ns | 0,074 | 0,0021* |
| Y ₄ : | 31,40 | ns | - 6,90 | ns | 0,058 | 0,0141* |
| Y ₅ : | 112,20 | 0,0096* | - 18,00 | ns | 0,1820 | 0,0002* |
| Y ₆ : | 1,40 | ns | - 16,40 | ns | 0,0140 | ns |
| Y ₇ : | - 29,80 | ns | - 19,80 | ns | - 0,062 | 0,0090* |
| Y ₈ : | - 36,40 | ns | - 3,60 | ns | - 0,048 | 0,0402* |
| Y ₉ : | - 12,80 | ns | - 6,80 | ns | 0,000 | ns |
| Y ₁₀ : | - 25,40 | ns | - 5,80 | ns | - 0,028 | ns |
| Y ₁₁ : | - 49,40 | 0,0216* | 3,60 | ns | - 0,084 | ns |
| CV % | 3,58 | | 2,96 | | 2,58 | |
| Contraste (Y) | Comparação de interesse | | | | | |
| Y ₁ : RF x RT | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₂ : RFSE x RFCE | T1, T3 vs. T2, T4 | | | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFSE100% | T1 vs. T3 | | | | | |
| Y ₄ : RFCE95% x RFCE100% | T2 vs. T4 | | | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₆ : RTSE95% x RTCE95% | T5, T7 vs. T6, T8 | | | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTSEVD95% | T5 vs. T7 | | | | | |
| Y ₈ : RTCEVA95% x RTCEVD95% | T6 vs. T8 | | | | | |
| Y ₉ : RTSE100% x RTCE100% | T9, T11 vs. T10, T12 | | | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTSEVD100% | T9 vs. T11 | | | | | |
| Y ₁₁ : RTCEVA100% x RTCEVD100% | T10 vs. T12 | | | | | |

*Significativo (p<0,05); ns - não significativo

Quando foi comparado o CR das aves que receberam rações fareladas sem complexo enzimático, mas com níveis nutricionais diferentes (Contraste Y₃), observou-se que as aves que receberam dietas com o nível nutricional reduzido em 5% consumiram 4,86% mais ração do que aquelas que receberam dietas com 100% das recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005), ambas sem complexo enzimático.

Para a comparação das dietas trituradas com níveis nutricionais diferentes (Contraste Y_5), observou-se que as rações com 95% das recomendações nutricionais foram responsáveis por um aumento de 3,10% no CR das aves em relação àquelas que consumiram rações trituradas com 100% das exigências ($P < 0,05$). Nos dois casos, a possível deficiência energética das rações fez com que as aves aumentassem o consumo, buscando satisfazer suas necessidades energéticas.

Na comparação entre o período de adição do premix nas rações com 100% das exigências e as suplementadas com enzimas, observou-se aumento de 5,31% no CR das aves quando as vitaminas foram adicionadas após a peletização, em comparação com o consumo das aves que receberam as rações com adição deste premix antes da peletização (Contraste Y_{11}).

Pelos contrastes realizados, observa-se que a adição do complexo enzimático nas rações fareladas e o nível nutricional nas rações com adição de vitaminas antes ou após a peletização influenciaram ($p < 0,05$) a CA das aves; a suplementação enzimática nas rações fareladas proporcionou às aves melhora de 4,78% na CA, em relação à CA das aves não suplementadas por enzimas em suas rações (Contraste Y_2). Estes resultados corroboram os obtidos por Leite et al. (2008), que obtiveram conversão alimentar melhorada em 2,81% quando utilizaram o mesmo complexo enzimático em rações fareladas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Ainda, entre as rações fareladas, pode-se observar que os melhores resultados de CA foram obtidos quando as aves consumiram rações com 100% das exigências nutricionais, independentemente da utilização do complexo enzimático (Contrastes Y_3 e Y_4). Comparando as rações sem enzimas nos dois níveis nutricionais (95 e 100%), observou-se que nas rações com 100% das exigências as aves melhoraram a CA em 5,8%. Quando esta comparação é realizada nas rações suplementadas com complexo enzimático, observa-se que a

CA é 4,51% melhor para as aves alimentadas com as exigências nutricionais normais (100%), possivelmente devido ao déficit no aporte energético das rações com 95% das exigências.

Fazendo uma comparação da CA (1,38) obtida com as aves que receberam a dieta farelada sem enzimas e 100% das exigências com a obtida pelas aves que receberam a ração suplementada com enzimas (1,33), verifica-se que a utilização do complexo enzimático proporcionou melhora na CA de 3,76% ($p < 0,05$), comparada às dietas sem enzimas. Assim, fica evidenciado que a utilização das enzimas nas rações fareladas melhorou a CA das aves na fase inicial de criação.

Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Souza et al. (2008), Carvalho (2006), Fischer et al. (2002) e Torres et al. (2003), os quais, utilizando complexos enzimáticos em dietas à base de milho e farelo de soja para avaliarem o desempenho de frangos, verificaram melhoria na CA para esta fase. Todavia, Yu & Chung (2004) não encontraram diferenças na CA quanto à utilização de complexos enzimáticos contendo amilase, xilanase, β -glucanase e protease quando comparados à ração referência com redução ou não de 3% da EM da ração. Entretanto, destaca-se que no presente trabalho os níveis de EM das rações foram reduzidos em 5%.

As aves que receberam as rações trituradas com 95% das recomendações nutricionais, suplementadas ou não com enzimas, obtiveram os melhores resultados de CA quando vitaminas foram adicionadas antes do processo de peletização (Contrastes Y₇ e Y₈). A CA das aves que receberam estas dietas apresentou valores semelhantes (1,39) e, assim, uma CA melhorada em 3,96%, em comparação à CA das aves que receberam as dietas com vitaminas adicionadas após a peletização. Leite et al. (2008) também evidenciaram o efeito da adição de vitaminas antes do processo de peletização, indicando melhora na

CA de 1,68% nas rações trituradas com enzimas e adição de vitaminas antes da peletização.

A suplementação com o complexo enzimático contribui para os melhores resultados de conversão alimentar somente nas rações fareladas, não obtendo influência em nenhum outro contraste do consumo de ração e de ganho de peso. Entretanto, Bustany (1996) verificou que a suplementação de um complexo enzimático à base de β -glucanase foi mais eficiente na dieta moída do que nas dietas peletizadas em melhorar a conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Com relação à forma física da ração, esses resultados são contraditórios aos obtidos por Nagano et al. (2003), que obtiveram melhores resultados de peso médio e CA de frangos aos 7 dias de idade alimentados com rações peletizadas e extrusadas, quando comparada à CA das aves que utilizaram a ração farelada. Nota-se ainda que o nível de 100% das exigências nutricionais e a adição de vitaminas antes da peletização melhorou o CR e a CA.

Dessa forma, pelos resultados obtidos, tanto com as rações fareladas quanto com as trituradas, não se verificou evidência clara de efeito da peletização sobre a termoestabilidade das enzimas componentes do complexo enzimático, bem como sobre a ação das vitaminas. Neste caso, destaca-se que a temperatura de peletização no condicionador e na saída da matriz (bica) oscilou de 64 a 79 °C e de 71 a 83,5% (Tabela 1A), respectivamente, possivelmente não sendo excessiva para prejudicar a estabilidade tanto das vitaminas quanto das enzimas.

3.1.2 Experimento 2 – Ensaio de metabolismo

De acordo com os resultados da análise de variância (ANAVA), verificaram-se diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos experimentais para as variáveis energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) (Tabela 10A) .

Os valores médios e os resultados referentes aos contrastes ortogonais para comparação da EMAn e dos CMMS, CMPB e CMEE das rações experimentais, fareladas e trituradas, formuladas com níveis nutricionais normais ou reduzidos, com ou sem suplementação enzimática e com adição de vitamínicos antes ou após a peletização, são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8 Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) das rações experimentais.

| Tratamentos | 8 a 21 dias de idade | | | |
|-------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| | EMAn (kcal/kg MS) | CMMS (%) | CMPB (%) | CMEE (%) |
| T1 – RFSE 95% | 3135 | 75,5 | 60,4 | 67,63 |
| T2 – RFCE 95% | 3109 | 71,1 | 57,6 | 64,77 |
| T3 – RFSE 100% | 3262 | 74,0 | 64,6 | 71,44 |
| T4 – RFCE 100% | 3279 | 73,0 | 60,2 | 69,89 |
| T5 – RTSEVA 95% | 3243 | 74,0 | 60,2 | 69,62 |
| T6 – RTCEVA 95% | 3261 | 73,2 | 60,0 | 69,72 |
| T7 – RTSEVD 95% | 3275 | 75,7 | 67,3 | 76,11 |
| T8 – RTCEVD 95% | 3233 | 73,9 | 64,0 | 71,96 |
| T9 – RTSEVA 100% | 3345 | 74,0 | 60,0 | 70,38 |
| T10 – RTCEVA 100% | 3325 | 73,2 | 59,0 | 70,96 |
| T11 – RTSEVD 100% | 3387 | 75,5 | 66,4 | 71,54 |
| T12 – RTCEVD 100% | 3316 | 75,4 | 65,6 | 74,79 |
| Média | 3266 | 73,86 | 62,25 | 70,65 |
| CV (%) | 1,22 | 1,60 | 3,94 | 4,68 |

Tabela 9 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do valor energético da ração e dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Contraste (Y) | Parâmetros | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|--|-----------|-------------------------|-----------|
| | EMAn | | CMMS | | CMPB | | CMEE | |
| | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | - 835,09 | <0,0001** | - 14,34 | <0,0001** | - 18,60 | 0,0004** | - 29,62 | <0,0001** |
| Y ₂ : | - 297,05 | <0,0001** | - 3,41 | 0,0008** | - 6,76 | 0,00138* | - 7,92 | 0,0047 ** |
| Y ₃ : | 25,21 | ns | 1,41 | 0,0425* | 2,85 | 0,0488* | 2,86 | ns |
| Y ₄ : | - 16,73 | ns | 1,03 | ns | 4,40 | 0,0029** | 2,54 | ns |
| Y ₅ : | - 382,11 | <0,0001** | - 2,35 | ns | - 1,32 | ns | - 0,27 | ns |
| Y ₆ : | - 4,20 | ns | - 2,45 | 0,0136* | - 11,16 | <0,0001** | - 8,74 | 0,0020 ** |
| Y ₇ : | - 17,84 | ns | - 0,79 | ns | 0,20 | ns | - 0,09 | ns |
| Y ₈ : | 42,43 | ns | 1,74 | <0,0129** | 3,27 | 0,0245* | 4,15 | 0,0334 * |
| Y ₉ : | - 54,45 | ns | - 4,69 | <0,0001** | - 14,68 | <0,0001** | - 4,98 | ns |
| Y ₁₀ : | 20,73 | ns | 0,86 | ns | 0,96 | ns | - 0,58 | ns |
| Y ₁₁ : | 50,34 | 0,0326* | 0,90 | ns | - 0,84 | ns | - 3,25 | ns |
| CV % | 1,22 | | 1,60 | | 3,94 | | 4,67 | |
| | Contraste (Y) | | | | Comparação de interesse | | | |
| Y ₁ : RF x RT | | | | | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₂ : RF95% x RF100% | | | | | T1, T2 vs. T3, T4 | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFCE95% | | | | | T1 vs. T2 | | | |
| Y ₄ : RFSE100% x RFCE100% | | | | | T3 vs. T4 | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | | | | | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₆ : RTVA95% x RTVD95% | | | | | T5, T6 vs. T7, T8 | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTCEVA95% | | | | | T5 vs. T6 | | | |
| Y ₈ : RTSEVD95% x RTCEVD95% | | | | | T7 vs. T8 | | | |
| Y ₉ : RTVA100% x RTVD100% | | | | | T9, T10 vs. T11, T12 | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTCEVA100% | | | | | T9 vs. T10 | | | |
| Y ₁₁ : RTSEVD100% x RTCEVD100% | | | | | T11 vs. T12 | | | |

*Significativo (p<0,05); **Significativo (p<0,01); ns - não significativo

Verifica-se que entre as rações fareladas e as trituradas houve efeito significativo ($p < 0,01$) da forma física para todas as características avaliadas; as rações trituradas apresentaram valores de EMAn, de CMMS, de CMPB e de CMEE 3,20%, 1,30%, 3,16% e 5,40% superiores, respectivamente, às rações fareladas (Contraste Y_1). No entanto, esta melhora não foi suficiente para refletir em melhor desempenho das aves que receberam as rações trituradas.

De acordo com Nilipour (1993), o processo de peletização das rações melhora a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica, temperatura e umidade utilizadas no processo. Com relação à energia, a peletização proporciona aumento do valor energético dos nutrientes. Nos carboidratos, a digestibilidade é aumentada, pois tal processo provoca desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática. No caso das proteínas, a peletização também promove alteração das estruturas terciárias, facilitando a digestão das mesmas. No presente trabalho, tais melhoras ficaram evidentes, porém seu efeito positivo no desempenho médio das aves, onde o GP das aves que consumiram as rações fareladas foi superior àquelas que consumiram as rações trituradas.

Nota-se, ainda, que as aves que receberam as rações fareladas com 100% das recomendações nutricionais apresentaram maiores valores de EMAn e de coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EE (Contraste Y_2). A melhora da EMAn das rações fareladas com 100% das recomendações (3271 kcal/kg de MS), em relação às rações fareladas com 95% das exigências (3122 kcal/kg de MS), representou um incremento de 149 kcal de EMAn por kg de ração (4,7% de melhora). Por outro lado, para as rações trituradas com 100% das recomendações (Contraste Y_5) o aumento foi de 2,7%, representando um incremento de 90 kcal por kg de ração em comparação às rações com 95%.

Quando a adição de vitaminas foi feita após a peletização das rações com 100% das recomendações nutricionais, sem o complexo enzimático, houve

melhora de 2,1% na EMAn, em comparação à mesma ração suplementada por enzimas (Contraste Y_{11}). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a suplementação enzimática não proporcionou efeitos significativos para a EMAn, evidenciando que a sua utilização nas rações não melhorou os valores energéticos para frangos de corte na fase inicial de criação.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Pucci et al. (2003), que trabalhando com suplementação enzimática em rações fareladas, não encontraram aumento nos valores de EMAn com o uso do complexo enzimático, concluindo que os valores de EMAn das rações sem enzimas não diferiram daquelas em que se utilizaram enzimas. Entretanto, são contraditórios aos obtidos por Leite et al. (2008), que encontraram valores de EMAn superior em 4,46% quando utilizaram rações suplementadas com complexo enzimático, em comparação às rações sem enzimas, evidenciando a eficácia do uso do complexo enzimático e da adição de vitaminas antes da peletização, fato não encontrado no presente trabalho. Todavia, Dourado et al. (2007), trabalhando com digestibilidade ileal e utilizando complexo enzimático em rações formuladas com redução de energia, demonstraram que as enzimas foram eficientes em reestabelecer os valores de energia digestível e melhorar a digestibilidade da MS.

Também Zanella et al. (1999), trabalhando com um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e protease, encontraram aumento médio de 1,93% nos valores de EMAn. Este aumento, segundo os autores, foi devido à melhora da digestibilidade da gordura e do amido, principais constituintes que fornecem energia da dieta, proporcionados pela adição de enzimas. Acréscimos na EMAn, variando de 2,01 a 4,36%, foram encontrados por Carvalho (2006) quando testou complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte. Também, Fernandes et al. (2007) observaram aumento nos valores de EMAn das

rações quando suplementadas com um complexo enzimático (xilanase, amilase e protease).

De uma maneira geral constata-se, pelos resultados obtidos e por aqueles destacados na literatura, que houve contradições nos resultados referentes à suplementação enzimática nas rações à base de milho e farelo de soja. Quando foram comparadas as rações fareladas com e sem suplementação enzimática (Contraste Y₃) e 95% das recomendações nutricionais, os CMMS e CMPB das rações sem suplementação foram superiores aos das rações suplementadas, fato não observado para as rações com 100% das exigências (Contraste Y₄), em que somente CMPB foi inferior às rações suplementadas com enzimas e as demais características avaliadas não apresentaram diferenças, mostrando não haver efeito da suplementação das rações com o complexo enzimático. Esses resultados discordam dos obtidos por Tejedor et al. (2001), que utilizaram um complexo enzimático composto pelas mesmas enzimas (amilase, protease e celulase) em dietas fareladas e observaram melhora nos coeficientes de digestibilidade da MS e PB em frangos de corte de 8 a 18 dias de idade.

Quando são comparadas as rações trituradas, nota-se que a adição de vitaminas após o processo de peletização promoveu melhores ($p < 0,05$) CMMS e CMPB tanto para rações com 95 quanto com 100% das exigências nutricionais (Contrastes Y₆ e Y₉). O CMPB das dietas com 95 e 100% das exigências melhorou em 9,23 e 9,24%, respectivamente. Entretanto, a adição das vitaminas antes ou após a peletização não influenciou os valores energéticos das rações (EMAn) nem os CMEE, independentemente do nível nutricional utilizado.

Não houve efeito ($p > 0,05$) da suplementação do complexo enzimático nas rações com 95% das exigências nutricionais e adição de vitaminas antes da peletização (Contraste Y₇). Por outro lado, quando a adição de vitaminas nestas rações ocorreu após a peletização (Contraste Y₈), os CMMS, CMPB e CMEE foram afetados, mesmo tendo sido suplementados com complexo enzimático.

A suplementação enzimática não garantiu melhora nos valores de digestibilidade do EE, independentemente do nível nutricional utilizado e do momento de adição das vitaminas e minerais. Estes resultados diferem dos obtidos por Leite et al. (2008), que observaram melhora de 10,11% no CMEE quando as aves receberam rações fareladas suplementadas com enzimas e de 6,61% quando as aves receberam rações peletizadas com enzimas e adição de vitaminas antes da peletização.

Um segundo grupo de contrastes para as características avaliadas no ensaio de metabolismo foi realizado para completar as informações sobre os resultados obtidos (Tabela 10) e observou-se que, com exceção dos valores de EMAn, os CMMS, os CMPB e os CMEE foram inferiores nas rações fareladas com o complexo enzimático (Contraste Y₂). De acordo com os resultados referentes a esses contrastes, a utilização da suplementação enzimática influenciou negativamente os valores de digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, Garcia et al. (2000) mostraram respostas positivas sobre a digestibilidade da energia e da proteína quando dietas à base de milho e de farelo de soja foram suplementadas com enzimas proteolíticas. Também Tejedor et al. (2001), utilizando um complexo enzimático contendo amilase, protease e celulase, observaram melhora nos coeficientes de digestibilidade da MS e PB.

Tabela 10 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do valor energético da ração e dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Contraste (Y) | Parâmetros | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|--|-----------|--------------------------|-----------|
| | EMAn | | CMMS | | CMPB | | CMEE | |
| | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | - 835,09 | <0,0001** | - 14,34 | <0,0001** | - 18,60 | 0,0004** | - 29,62 | <0,0001** |
| Y ₂ : | 8,48 | ns | 2,44 | 0,0138* | 7,25 | 0,0006** | 5,40 | 0,0498* |
| Y ₃ : | - 127,55 | <0,0001** | - 1,51 | 0,0301* | - 4,15 | 0,0047** | - 3,80 | 0,0507* |
| Y ₄ : | - 169,50 | <0,0001** | - 1,89 | 0,0073* | - 2,60 | ns | - 4,12 | 0,0349* |
| Y ₅ : | - 382,11 | <0,0001** | - 2,35 | ns | - 1,32 | ns | - 0,26 | ns |
| Y ₆ : | 24,59 | ns | 2,54 | 0,0106* | 3,47 | ns | 4,05 | ns |
| Y ₇ : | - 32,23 | ns | - 1,70 | 0,0153* | - 7,11 | <0,0001** | - 6,49 | 0,0012* |
| Y ₈ : | 28,03 | ns | - 0,75 | ns | - 4,04 | 0,0059* | - 2,24 | ns |
| Y ₉ : | 71,07 | 0,0329* | - 0,04 | ns | 0,12 | ns | - 3,83 | ns |
| Y ₁₀ : | - 42,03 | ns | - 1,47 | 0,0355* | - 6,44 | <0,0001** | - 1,15 | ns |
| Y ₁₁ : | - 12,42 | ns | - 3,22 | <0,0001** | - 8,24 | <0,0001** | - 3,82 | 0,0494* |
| CV % | 1,22 | | 1,60 | | 3,94 | | 4,67 | |
| | Contraste (Y) | | | | Comparação de interesse | | | |
| Y ₁ : RF x RT | | | | | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₂ : RFSE x RFCE | | | | | T1, T3 vs. T2, T4 | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFSE100% | | | | | T1 vs. T3 | | | |
| Y ₄ : RFCE95% x RFCE100% | | | | | T2 vs. T4 | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | | | | | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₆ : RTSE95% x RTCE95% | | | | | T5, T7 vs. T6, T8 | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTSEVD95% | | | | | T5 vs. T7 | | | |
| Y ₈ : RTCEVA95% x RTCEVD95% | | | | | T6 vs. T8 | | | |
| Y ₉ : RTSE100% x RTCE100% | | | | | T9, T11 vs. T10, T12 | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTSEVD100% | | | | | T9 vs. T11 | | | |
| Y ₁₁ : RTCEVA100% x RTCEVD100% | | | | | T10 vs. T12 | | | |

*Significativo (p<0,05); **Significativo (p<0,01); ns - não significativo

Para as rações fareladas, com exceção do CMPB nas rações com o complexo enzimático, as aves que consumiram rações com 100% das exigências nutricionais apresentaram maior valor de EMAn e melhores coeficientes de digestibilidade. Na ração com 100% das exigências sem enzimas observou-se que o valor de EMAn foi 4,07% superior em relação à ração com 95% das exigências (Contraste Y₃). Entre rações fareladas suplementadas com enzimas e diferentes níveis nutricionais observou-se uma EMAn das rações com 100% das exigências melhorada em 5,45% comparada à ração com 95% (Contraste Y₄). Entretanto, como as rações com 95% das recomendações foram formuladas com 5% menos da recomendação energética, nota-se que não houve efeito da suplementação enzimática sobre o aproveitamento energético das rações pelas aves.

Quando as aves receberam as rações trituradas, a EMAn também foi superior na ração com 100% da exigência nutricional (Contraste Y₅) e, neste caso, houve efeito do complexo enzimático (Contraste Y₉), ou seja, a EMAn das rações sem suplementação foram 1,38% superiores, em média, à das rações trituradas em que o complexo enzimático foi adicionado. Porém, este efeito não foi observado ($p > 0,05$) para os CMMS, CMPB e CMEE.

A digestibilidade da matéria seca das rações trituradas, com o nível nutricional de 95% das exigências, e suplementadas com enzimas, reduziu 1,77% em comparação às rações com 95% sem enzimas (Contraste Y₆). Isto demonstra que a suplementação enzimática nas dietas trituradas não foi eficiente para suprir o déficit nutricional.

Os resultados referentes à energia e à digestibilidade da matéria seca nas rações, com níveis nutricionais reduzidos, são contraditórios aos encontrados por Dourado et al. (2007), que ao utilizarem um complexo enzimático contendo xilanase, amilase e protease em dietas com nível energético reduzido em 5,5%, observaram que a suplementação com enzimas foi eficiente em restabelecer os

valores energéticos das rações e melhorar o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca.

Como os resultados de energia e de digestibilidade dos nutrientes das rações fareladas e trituradas que utilizaram enzimas foram menores que os daquelas em que não houve suplementação enzimática, supõe-se que a forma de adição do complexo enzimático, sem dar qualquer valor nutricional, também conhecido por “on top”, associado ao processo de trituração, interferiu na atividade das enzimas estudadas.

A adição de vitaminas após o processo de peletização nas rações com 95 e 100% das recomendações nutricionais, independentemente da suplementação com enzimas, influenciou ($p < 0,05$) os valores de CMMS, CMPB e CMEE, exceto para os CMMS e EE nas rações com 95% com enzimas e o CMEE na ração com 100% sem enzimas. Nas rações sem enzimas e com 95% das recomendações nutricionais, a adição de vitaminas após a peletização (Contraste Y_7) promoveu os melhores coeficientes de digestibilidade da MS, PB e EE, observando-se aumentos de 2,30, 11,80 e 9,32%, respectivamente, em comparação com os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das rações com adição antes da peletização. Quando estas mesmas rações foram suplementadas com enzimas, somente o CMPB foi influenciado ($p < 0,05$) pela adição de vitaminas após o processo de peletização (Contraste Y_8). Nas rações com 100% das exigências nutricionais com enzimas, a adição de vitaminas após a peletização apresentou CMMS, CMPB e CMEE 3,0, 11,18 e 5,41% respectivamente maiores em relação às rações com adição antes da peletização (Contraste Y_{11}). As mesmas rações sem enzimas, com adição de vitaminas após a peletização, apresentaram resultados significativos para MS e PB, não sendo observada influência da adição de vitaminas sobre o CMEE (Contraste Y_{10}).

Estes resultados são contrários àqueles obtidos por Leite et al. (2008), os quais verificaram aumento de 7,51% na digestibilidade da proteína bruta quando

as aves receberam rações trituradas com enzimas e adição de vitaminas antes do processo de peletização.

De acordo com os resultados obtidos, o processo de trituração das rações pode ter ocasionado segregação de ingredientes das rações ou, possivelmente, afetado a estabilidade do premix vitamínico cuja adição ocorreu antes do processo de peletização. A ação mecânica no processo de trituração dos pletes das rações pode ter provocado ruptura nas partículas dos alimentos, ocasionando mudanças na estrutura dos nutrientes que estariam aglomerados devido à peletização. A adição das vitaminas após a trituração provavelmente promoveu um aporte quantitativo para a recuperação desses nutrientes e, assim, essas rações alcançaram valores energéticos e de digestibilidade de nutrientes superiores aos àquelas rações com adição de vitaminas antes da peletização (trituração). Entretanto, Vargas et al. (2001) comentam que a peletização proporciona aumento do valor energético e uma melhora na digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica, temperatura e umidade utilizadas no processo.

4 CONCLUSÕES

A forma física da ração não influenciou o desempenho das aves. No ensaio de metabolismo, as rações trituradas proporcionaram melhores valores de EMAn, CMMS, CMPB e CMEE.

O uso do complexo enzimático promoveu melhor CA das aves que consumiram as rações fareladas, nos dois níveis nutricionais estudados (95 e 100% das recomendações). Entretanto, não melhorou os valores energéticos das rações nem os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes.

O CR e a CA das aves, bem como os valores energéticos das rações e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes, foram melhores com as rações com 100% das recomendações nutricionais, independentemente da sua forma física.

Quando a adição de vitaminas ocorreu antes do processo de peletização das rações, os resultados de CR e CA das aves foram melhores. Entretanto, para os coeficientes de metabolizabilidade da MS, da PB e do CMEE, os maiores valores foram alcançados quando a adição de vitaminas às rações aconteceu após processo de peletização.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEDFORD, M.R. The effect of enzymes on digestion. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.5, p.370-378, 1996.

BRUM, P.A.R.; COLDEBELLA, A. **Efeito da suplementação de enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja sobre os valores de energia metabolizável e o desempenho de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA, 2005. p.1-3. (Comunicado Técnico).

BRUM, P.A.R.; LIMA, G. J.M.; MAZUCO, H.; FIALHO, F. B.; GUARIENTE, E. M.; COLVARA, I. G. Efeito do nível de trigo na dieta, percentual de grãos germinados e forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA PINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA, 1998. p.10.

BUSTANY, Z.A. The effect of pelleting an enzyme – supplemented barley – based broiler diet. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v.58, p.283–288, 1996.

CAMIRUAGA, M.; GARCIA, F.; ELERA, R. et al. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o titalca. **Revista de Ciência e Investigación Agrícola**, Madrid, v.28, n.1, p.23-26, 2001.

CARVALHO, J.C.C. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G.; MUNIZ, J. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.6, p.1289-1296, nov./dez. 2002.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BARBOSA, N.A.A.; ZANUZZO, F.S.; HUBRY, M.; COWIESON, A.; MORELATO, R.G.N. Efeito da suplementação de carboidrases exógenas na digestibilidade dos nutrientes em rações de frangos de corte. 2007. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 2007. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.125.

FERNANDES, E.A.; MOREIRA, F.S.; MOREIRA, G.A.; ALMEIDA, R.A.T. Efeito da suplementação enzimática sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável das rações à base de milho e à base de sorgo para frangos de corte. 2007. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.76.

FIGUEIREDO, A. N.; ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; PACK, M.; JUNQUEIRA, O. M. Efeito da adição de enzimas em dietas a base de milhos e tipos de soja sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.36.

FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.402-410, 2002.

FRANCESCH, M. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en avicultura. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, 12, 1996, Madrid. **Anais...** Madrid: FEDNA, 1996. p. 20-32.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade dos nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e desempenho de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.

JENSEN, L. Historical perspective of enzymes from an earlier researcher. In: FEED ENZYMES - REALIZING THEIR POTENTIAL IN CORN/SOY BASED POULTRY DIETS, 1998, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: 1998. p.35-45.

JUANPERE, J.; PEREZ-VENDRELL, A.M.; ANGULO, E.; BRUFAU, J. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrients digestibility in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 571-580, 2005.

LEITE, J.L.B.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.T.F.; NAGATA, A.K.; CANTARELLI, V.S.; Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento de energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1292-1298, jul./ago. 2008.

MARSMAN, G.J.P.; GRUPPEN, H., VANDER POEL, A.F.B. The effects of shear forces and addition of a mixture of a protease and hemicelulase on chemical, physical and physiological parameters during extrusion of soybean meal. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v.56, p.21-35, 1995.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: The University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965. v.7, p.3-11. (Research Report).

NAGANO, F.H.; FERNANDES, E.A.; SILVEIRA, M.M. Efeito da peletização e extrusão da ração pré-inicial sobre o desempenho final de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.35, 2003. (Suplemento, 5).

NILIPOUR, A. La peletizacion mejore el desempenhõ? **Industria Avicola**, Illinois, v.12, n.12, p.42-46, 1993.

PACK, M.; BEDFORD, M. Feed enzymes for corn-soybean broiler diets. A new concept to improve nutritional value and economics. **World's Poultry Science Journal**, London, v.13, p.87-93, 1997.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

RITZ, C.W.; HULET, R.M.; SELF, B.B. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. **Poultry Science**, Champaign, v.74, p.1329-1334, 1995

RODRIGUES, P.B.; MARTINEZ, R. de S.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.3, p.882-889, 2005.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.1, p.171-182, 2003.

ROLL, V.F.B. **Efeito da forma física da ração sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte machos criados no verão de 1998**. 1998. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. 186p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. version 6. 2.ed. Cary, 1995.

SILVA, E.L. **Exigência de metionina+cistina para aves de reposição leves e semipesadas alimentadas com ração farelada ou peletizada**. 2007. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, R.M.de; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V.; RODRIGUES, P.B.; CARVALHO, J.C.C; BRITO, J.A.G. Efeito da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.584-590, mar./abr., 2008

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.; COSTA, M.C.M.M.; CARVALHO, G.J.L.; FRANÇA, A.S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J.L.M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.

TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; LIMA, C.A.R; VIEITES, F.M. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.3, p.809-816, 2001.

TORRES, D.M. **Suplementação de rações para frangos de corte com protease, amilase e xilanase**. 1999. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TORRES, D.M.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S. Efeitos da suplementação enzimática em dietas a base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Recife. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.200-209.

TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, E.C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1401-1408, nov./dez. 2003.

VARGAS, G.D.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B.; RUTZ, F.; BORDIN, R. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.1, p.42-45, jan./abr. 2001.

YU, B.I.; CHUNG, T.K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.13, p.178-182, 2004.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.; SILVERSIDES, F.G.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.4, p.561-568, Apr.1999.

ZANOTTO, L.D.; BELLAVER, C. **Método de determinação de granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA, 1996. p.1-5 (Comunicado Técnico, 215).

CAPÍTULO III

**RAÇÕES PROCESSADAS EM DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS,
COM ENZIMAS E ADIÇÃO DE VITAMINAS ANTES OU APÓS A
PELETIZAÇÃO, PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE FINAL**

RESUMO

PUCCI, Luiz Eduardo Avelar. Rações processadas em diferentes níveis nutricionais, com enzimas e adição de vitaminas antes ou após a peletização para frangos de corte na fase final. In: _____. **Efeito do processamento de rações com diferentes níveis nutricionais e suplementadas com enzimas para frangos de corte: desempenho e digestibilidade de nutrientes.** 2008. Cap.3, p.67-105, 2008. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Realizaram-se dois experimentos para avaliar a forma física da ração, o uso de enzimas, os níveis nutricionais e a adição de vitaminas antes ou após o processo de peletização, em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. No experimento 1 (ensaio de desempenho), 1.800 aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos em cinco repetições de 30 aves cada. As rações experimentais consistiram de duas formas físicas (farelada e triturada), sem ou com complexo enzimático (amilase, celulase e protease), dois níveis nutricionais (95 e 100% das recomendações) e adição de vitaminas (antes ou após a peletização). Aos 42 dias de idade avaliou-se: o consumo de ração - CR, ganho de peso - GP e conversão alimentar - CA e características de carcaça das aves. Simultaneamente, realizou-se o experimento 2 (ensaio de metabolismo), no qual 216 aves foram transferidas, distribuídas e alojadas aleatoriamente em uma sala de ensaios metabólicos em gaiolas metálicas. Utilizaram-se as mesmas rações e o mesmo delineamento do ensaio de desempenho, em que as 12 rações experimentais foram fornecidas a seis repetições de três aves cada. Aos 38 dias de idade iniciou-se a coleta total de excretas, realizada uma vez ao dia, por um período de três dias consecutivos para determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e dos coeficientes metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) das rações experimentais. A forma física, o nível nutricional e a adição de vitaminas influenciaram o desempenho das aves. As características de carcaça não foram influenciadas pelos tratamentos experimentais. O complexo enzimático não influenciou o desempenho das aves. A EMAn, o CMMS, o CMPB e o CMEE foram influenciados pela forma física, pelo nível nutricional, pelo complexo enzimático e pela adição de vitaminas.

¹Comitê Orientador: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Orientador). Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

ABSTRACT

PUCCI, Luiz Eduardo Avelar. Processed diets in different nutritional levels, with enzymes and addition vitamins before or after the pelleting for broilers chickens in the final phase. In: _____. **Processing effect of diets with different nutritional levels and supplemented with enzymes for broiler chickens: performance and nutrients digestibility.** 2008. Cap.3, p.67-105, 2008. 113p. Thesis (Doctorate in Animal Science). Federal University of Lavras, Lavras, MG¹.

Two experiments were carried out evaluate the physical form of diet, use of enzymes, nutritional levels and the vitamins addition before or after the pelleting process in the diets based on corn and soybean meal for broilers from 22 to 42 days of age. In experiment 1 (assay performance), 1.800 broilers chickens were distributed in a randomized design, with 12 treatments in five repetitions of 30 birds each. The experimental diets consisted of two physical forms (meal and crushed), with or without enzymatic complex (amylase, cellulase and protease), two nutritional levels (95 and 100% of the recommendations) and the vitamins addition (before or after the pelleting). At 42 days of age were evaluated the feed intake - FI, weight gain - WG and feed conversion - FC and carcass traits of birds. Simultaneously, there was carried experiment 2 (assay metabolism), where 216 birds were transferred, distributed randomly and housed in a room of metabolic tests in metal cages. The same diets and experimental design at the performance, assay were used, where the 12 experimental diets were fed to six repetitions of three birds each. At 38 days of age the total excreta collection were started, for a period of three consecutive days to determine the apparent metabolizable energy corrected (AMEn) and the metabolizability coefficients of dry matter (MCDM) of crude protein (MCCP) and ether extract (MCEE) of experimental rations. The physical form, the nutritional level and the addition of vitamins influenced the performance of the birds. The carcass characteristics were not influenced by experimental treatments. The complex enzymatic did not affect the performance of birds. The AMEn, the MCDM, the MCCP and MCEE were influenced by physical form, nutrition level, complex enzymatic and the addition of vitamins.

¹Guidance committee: Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser). Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A produção animal tem como princípios transformar alimentos de baixo valor nutricional e menos palatáveis em alimentos de alto valor nutritivo, apreciados pela população. Nessa área, a avicultura pode ser considerada uma das atividades que mais tem evoluído, possibilitando à indústria avícola uma enorme capacidade para prover aos consumidores fontes protéicas saudáveis a um baixo custo. Este êxito na produção avícola é resultado da integração de melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo.

Na nutrição, estratégias como o processamento das rações e a utilização de aditivos alimentares são alternativas com a finalidade de melhorar e garantir o fornecimento e aproveitamento adequado dos nutrientes contidos nas rações, visando melhorar o desempenho das aves.

A peletização está entre os tipos de processamentos de rações mais utilizados pela avicultura. É um processo em que ocorre a agregação das partículas de uma dieta através de pressão e de calor úmido, resultando em grânulos denominados peletes. As rações peletizadas são utilizadas na alimentação animal devido à facilidade de manejo e por melhorar a eficiência alimentar.

Entre os aditivos, destaca-se o uso de complexos de enzimas exógenas, o que tem aumentado nos últimos anos em função do aumento dos custos das matérias-primas convencionais, da utilização de alimentos alternativos e da tentativa de redução dos custos da dieta. Para Classen (1996), as enzimas exógenas adicionadas às rações visam remover ou hidrolisar fatores antinutricionais, aumentar a digestibilidade dos nutrientes existentes, suplementar enzimas endógenas e hidrolisar os polissacarídeos não amiláceos (PNA's). Minimizar a excreção de nutrientes não digestíveis no meio ambiente,

diminuindo o impacto ambiental da cadeia produtiva, também é uma grande vantagem atribuída ao uso de enzimas na nutrição avícola.

Segundo Penz Júnior (1998), entre os fatores que mais podem interferir na ação das enzimas exógenas está a temperatura utilizada no processo de peletização da ração. Quando o alimento é submetido a temperatura elevada, esta promove a desnaturação irreversível das enzimas, parcial ou total, e faz com que os animais não respondam à sua inclusão na dieta. De acordo com Leite et al. (2008), além das enzimas, outras substâncias como as vitaminas podem sofrer perdas de atividade durante o processo de peletização devido à adição de líquidos, isto é, água/vapor, altas temperaturas no processamento, elaboração do pelete, transporte e armazenamento. Também são facilmente oxidadas em condições neutras e alcalinas, em que o oxigênio, a umidade, os microelementos, a luz e os lipídeos oxidados promovem a sua oxidação e destruição.

Desta forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a forma física da ração, suplementada ou não com complexo enzimático, com níveis nutricionais normais ou reduzidos e a adição de vitaminas antes ou após o processo de peletização, sobre o desempenho, as características de carcaça, os valores energéticos das rações e a digestibilidade dos nutrientes de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA – na cidade de Lavras, Minas Gerais, no período de 22/12/2007 a 11/01/2008.

Foi utilizado um total de 2.016 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, sendo 1.800 utilizados no ensaio de desempenho e 216 no ensaio de metabolismo. As aves foram criadas até 21 dias de idade com rações pré-inicial e inicial, com milho e farelo de soja como ingredientes básicos, e formuladas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2005), sendo então pesadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria com 60 boxes de 3,0 m² cada, com piso de cimento coberto por maravalha de madeira. Cada boxe continha um comedor tubular, um bebedouro pendular e uma lâmpada incandescente de 150 W como fonte de aquecimento. Durante este período as aves receberam água e ração à vontade.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com diferentes formas físicas (ração farelada – RF ou ração triturada – RT, peletizada e posteriormente moída); com a adição ou não de enzimas (sem enzimas – SE e com enzimas – CE, complexo enzimático Allzyme Vegpro® - 0,5 kg/t, contendo amilase, celulase e protease), com dois níveis nutricionais (95 e 100% das exigências recomendadas por Rostagno et al., 2005) e com adição de vitaminas (Vitaminas antes – VA ou Vitaminas depois – VD, do processo de peletização). A descrição das rações está apresentada na Tabela 1, enquanto as composições percentual e calculada das devidas rações estão na Tabela 2.

Tabela 1 Tratamentos experimentais e especificações.

| T¹ | Especificações | Exig.⁴ (%) | Abreviatura |
|----------------------|---|----------------------------------|--------------------|
| 1 | Ração farelada sem enzimas | 95 | RFSE95% |
| 2 | Ração farelada com enzimas | 95 | RFCE95% |
| 3 | Ração farelada sem enzimas | 100 | RFSE100% |
| 4 | Ração farelada com enzimas | 100 | RFCE100% |
| 5 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas antes ² | 95 | RTSEVA95% |
| 6 | Ração triturada com enzimas + vitaminas antes ² | 95 | RTCEVA95% |
| 7 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas depois ³ | 95 | RTSEVD95% |
| 8 | Ração triturada com enzimas + vitaminas depois ³ | 95 | RTCEVD95% |
| 9 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas antes ² | 100 | RTSEVA100% |
| 10 | Ração triturada com enzimas + vitaminas antes ² | 100 | RTCEVA100% |
| 11 | Ração triturada sem enzimas + vitaminas depois ³ | 100 | RTSEVD100% |
| 12 | Ração triturada com enzimas + vitaminas depois ³ | 100 | RTCEVD100% |

¹Tratamentos;

² Adição de vitaminas antes do processo de peletização das rações;

³ Adição de vitaminas depois do processo de peletização das rações;

⁴ Dietas formuladas com 95 e 100% das exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al (2005).

Tabela 2 Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas de 22 a 42 dias de idade

| Ingredientes (%) | Nível nutricional (%) ¹ | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 95 | | 100 | |
| | Sem enzimas | Com enzimas | Sem enzimas | Com enzimas |
| Milho | 66,50 | 66,50 | 65,00 | 65,00 |
| Farelo de soja | 26,20 | 26,20 | 28,60 | 28,60 |
| Óleo de soja | 1,00 | 1,00 | 2,70 | 2,70 |
| Fosfato bicálcico | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| Calcário | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| Sal comum | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| DL-metionina 99% | 0,21 | 0,21 | 0,23 | 0,23 |
| L-lisina HCL 99% | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,23 |
| Caulim | 2,94 | 2,89 | 0,33 | 0,28 |
| Complexo enzimático ² | -- | 0,05 | -- | 0,05 |
| Premix mineral ³ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Premix vitamínico ⁴ | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Salinomicina | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição calculada | | | | |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 2.946 | | 3.100 | |
| Proteína bruta (%) ⁵ | 17,76 | | 18,73 | |
| Proteína bruta (%) ⁶ | 17,11 | | 18,00 | |
| Cálcio (%) | 0,80 | | 0,80 | |
| Fósforo disponível (%) | 0,40 | | 0,40 | |

¹ De acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

² De acordo com as recomendações do fabricante: 0,5 kg/t.

³ Enriquecimento por kg de ração: 3,0 mg Cu; 0,4 mg I; 20,0 mg Fe; 40,0 mg Zn; 40,0 mg Mn; 0,10 mg Se.

⁴ Enriquecimento por kg de ração: 10.000,0 UI vit. A; 2.000,0 UI vit. D3; 10,0 mg vit. E; 1,4 mg vit. K; 6,0 mg riboflavina; 10,0 mg pantotenato de cálcio; 300,0 mg niacina; 200,0 mg colina; 125,0 mg BHT (antioxidante).

⁵ Calculados de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

⁶ Determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA.

Todas as rações experimentais (fareladas e peletizadas) foram preparadas e processadas na indústria de rações Total Alimentos S.A., na cidade de Três Corações, MG. Após este processo, as rações peletizadas foram trituradas (triturador tipo martelo) na fábrica de rações do DZO/UFLA, buscando-se manter uma granulometria semelhante à das rações fareladas, cujo

diâmetro geométrico médio (DGM) foi determinado segundo a metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996), cujos valores encontram-se na Tabela 8A do Anexo. Após trituradas, o premix vitamínico foi adicionado às rações (0,5 kg/t de ração), às quais estes nutrientes não foram adicionados antes do processo de peletização.

As temperaturas de processamento e o tempo gasto no processo de peletização das rações encontram-se na Tabela 2A (Anexos). As temperaturas mínimas e máximas, dentro do galpão durante o período experimental, ficaram entre $22,3 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ e $30,8 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

No experimento I (ensaio de desempenho), os frangos de corte, de 22 a 42 dias de idade, com peso médio inicial de $695,6 \pm 7,1\text{g}$, foram distribuídos segundo um delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos e cinco repetições de 30 aves cada, sendo que os tratamentos correspondem a diferentes rações experimentais.

Aos 42 dias de idade foram realizadas pesagens para serem avaliadas as características de desempenho das aves (consumo de ração – CR, ganho de peso – GP e conversão alimentar – CA). Após a pesagem final, duas aves de cada unidade experimental, com peso próximo à média da parcela, foram retiradas para avaliação das características de carcaça: rendimento de carcaça – RC, rendimento de peito – RP, rendimento de coxa + sobre coxa – RC+SB e porcentagem de gordura abdominal – GA, sendo submetidas a um jejum de 12 horas e, após esse período, pesadas e abatidas. Após o abate, realizado por sangria na artéria jugular, as aves foram depenadas e evisceradas e as carcaças, sem cabeça e pés, pesadas. Para a determinação do RC, considerou-se o peso da carcaça limpa e eviscerada (sem cabeça e pés) em relação ao peso vivo após o jejum, obtido antes do abate. O RP e o RC + SC foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada e a GA, através da pesagem da gordura presente na

região abdominal, próxima à Bursa de Fabricius e à cloaca da ave, relacionando ao peso da carcaça eviscerada.

Simultaneamente ao ensaio de desempenho, realizou-se um ensaio de metabolismo (experimento 2) com o objetivo de avaliar os valores energéticos das rações experimentais e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes. Foram adotados os mesmos procedimentos de manejo dos períodos pré-inicial e inicial de um a 21 dias de idade, citados no experimento 1, em que, aos 22 dias de idade, 216 aves com peso médio de $695,6 \pm 7,1$ g foram transferidas para uma sala de ensaios de metabolismo, sendo alojadas e distribuídas de forma aleatória em baterias de gaiolas metálicas. Cada gaiola possuía 50 cm de largura x 50 cm de profundidade x 50 cm de altura e continha um comedouro do tipo calha, um bebedouro do tipo pressão e uma bandeja revestida com plástico resistente. A temperatura da sala foi parcialmente controlada com ventiladores e exaustores automáticos e a iluminação foi constante durante todo o período experimental com 24 horas de luz artificial. Utilizou-se o mesmo delineamento experimental do ensaio de desempenho, em que as 12 rações experimentais foram fornecidas a seis repetições de três aves cada.

As rações experimentais foram fornecidas à vontade até os 38 dias de idade e, após este período, foram quantificadas para determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental, em que se iniciou a coleta total de excretas, realizada uma vez ao dia, pela manhã, por um período de três dias consecutivos, conforme indicado por Rodrigues et al. (2005). As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados e armazenados em *freezer* até o final da coleta, quando foram pesadas, descongeladas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de 300 g para as análises laboratoriais, passando por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante ou durante

72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneira de dois milímetros.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, determinando-se a matéria seca (MS), a energia bruta (EB), o nitrogênio (N) e o extrato etéreo (EE) das excretas e das rações experimentais.

O método utilizado para determinação do nitrogênio das rações e excretas foi o de Kjeldahl. Com base nos resultados da energia bruta das rações e das excretas, determinada em bomba calorimétrica modelo Parr – 1261, foram calculados os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando a equação descrita por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMAn da ração (kcal/kg)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

em que:

EB = energia bruta;

BN = balanço de nitrogênio (N) = N ingerido - N excretado.

Para os cálculos dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{CMMS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}} \times 100;$$

$$\text{CMPB} = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada}}{\text{PB ingerida}} \times 100;$$

$$\text{CMEE} = \frac{\text{EE ingerido} - \text{EE excretado}}{\text{EE ingerido}} \times 100.$$

Nos dois experimentos, as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se software SAS[®] (1995). Inicialmente foram feitas as análises de variância das variáveis analisadas. O modelo estatístico foi semelhante nos dois experimentos, sendo descrito conforme se segue:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij},$$

em que:

y_{ij} = valor observado referente à repetição j do tratamento i , com $i = 1, 2, \dots, 12$ e $j = 1, 2, \dots, 5$, no experimento 1 e $j = 1, 2, \dots, 6$, no experimento 2;

μ = constante inerente a cada valor observado;

t_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório associado à observação y_{ij} .

Posteriormente, foram definidos dois grupos de contrastes mutuamente ortogonais e de interesse prático (Tabelas 3 e 4). O teste de F foi aplicado a esses contrastes somente para as variáveis em que houve efeito significativo dos tratamentos.

Tabela 3 Grupo 1 de contrastes ortogonais e as comparações de interesse prático

| Contraste * | Comparação de interesse |
|--|---|
| $Y_1 = 2m_1 + 2m_2 + 2m_3 + 2m_4 - m_5 - m_6 - \dots - m_{12}$ | Efeito - forma física da ração (RF vs RT) |
| $Y_2 = m_1 + m_2 - m_3 - m_4$ | Efeito - nível nutricional nas rações fareladas (RF95% vs RF100%) |
| $Y_3 = m_1 - m_2$ | Efeito - complexo enzimático no nível 95% (RFSE95% vs RFCE95%) |
| $Y_4 = m_3 - m_4$ | Efeito - complexo enzimático no nível 100% (RFSE100% vs RFCE100%) |
| $Y_5 = m_5 + m_6 + m_7 + m_8 - m_9 - m_{10} - m_{11} - m_{12}$ | Efeito - nível nutricional nas rações trituradas (RT95% vs RT100%) |
| $Y_6 = m_5 + m_6 - m_7 - m_8$ | Efeito - adição de vitaminas no nível 95% (RTVA95% vs RTVD95%) |
| $Y_7 = m_5 - m_6$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas antes no nível 95% (RTSEVA95% vs RTCEVA95%) |
| $Y_8 = m_7 - m_8$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas depois no nível 95% (RTSEVD95% vs RTCEVD95%) |
| $Y_9 = m_9 + m_{10} - m_{11} - m_{12}$ | Efeito - adição de vitaminas no nível 100% (RTVA100% vs RTVD100%) |
| $Y_{10} = m_9 - m_{10}$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas antes no nível 100% (RTSEVA100% vs RTCEVA100%) |
| $Y_{11} = m_{11} - m_{12}$ | Efeito - complexo enzimático com vitaminas depois no nível 100% (RTSEVD100% vs RTCEVD100%) |

* m_i = média do tratamento i , com $i = 1, 2, 3, \dots, 12$, conforme descrito na Tabela 1

Tabela 4 Grupo 2 de contrastes ortogonais e as comparações de interesse prático

| Contraste * | Comparação de interesse |
|--|---|
| $Y_1 = 2m_1 + 2m_2 + 2m_3 + 2m_4 - m_5 - m_6 - \dots - m_{12}$ | Efeito - forma física da ração (RF vs RT) |
| $Y_2 = m_1 + m_3 - m_2 - m_4$ | Efeito - complexo enzimático nas rações fareladas (RFSE vs RFCE%) |
| $Y_3 = m_1 - m_3$ | Efeito - nível nutricional sem complexo enzimático (RFSE95% vs RFSE100%) |
| $Y_4 = m_2 - m_4$ | Efeito - nível nutricional com complexo enzimático (RFCE95% vs RFCE100%) |
| $Y_5 = m_5 + m_6 + m_7 + m_8 - m_9 - m_{10} - m_{11} - m_{12}$ | Efeito - nível nutricional nas rações trituradas (RT95% vs RT100%) |
| $Y_6 = m_5 + m_7 - m_6 - m_8$ | Efeito - complexo enzimático no nível 95% (RTSE95% vs RTCE95%) |
| $Y_7 = m_5 - m_7$ | Efeito - adição de vitaminas sem complexo enzimático no nível 95% (RTSEVA95% vs RTSEVD95%) |
| $Y_8 = m_6 - m_8$ | Efeito - adição de vitaminas com complexo enzimático no nível 95% (RTCEVA95% vs RTCEVD95%) |
| $Y_9 = m_9 + m_{11} - m_{10} - m_{12}$ | Efeito - complexo enzimático no nível 100% (RTSE100% vs RTCE100%) |
| $Y_{10} = m_9 - m_{11}$ | Efeito - adição devitaminas sem complexo enzimático no nível 100% (RTSEVA100% vs RTSEVD100%) |
| $Y_{11} = m_{10} - m_{12}$ | Efeito - adição devitaminas com complexo enzimático no nível 100% (RTCEVA100% vs RTCEVD100%) |

* m_i = média do tratamento i, com $i = 1, 2, 3, \dots, 12$, conforme descrito na Tabela 1

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fase final de criação – 22 a 42 dias de idade

3.1.1 Experimento 1 – Ensaio de desempenho e características de carcaça

Os resultados da análise de variância (ANAVA) mostram que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos experimentais para as variáveis ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) das aves, porém sem efeito significativo para o consumo de ração (CR) (Tabela 11A).

Nas Tabelas 5 e 6, respectivamente, estão apresentados os valores médios e os resultados dos contrastes ortogonais para comparação das características de desempenho CR, GP e CA das aves na fase final de criação. Observa-se que a forma física da ração, o nível nutricional e a adição de vitaminas influenciaram o GP e CA das aves ($p < 0,05$).

Tabela 5 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Tratamentos | 22 a 42 dias de idade | | |
|-------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| | CR (g/ave) | GP (g/ave) | CA (g/g) |
| T1 – RFSE 95% | 3.342 | 1.692 | 1,97 |
| T2 – RFCE 95% | 3.329 | 1.690 | 1,97 |
| T3 – RFSE 100% | 3.276 | 1.751 | 1,87 |
| T4 – RFCE 100% | 3.229 | 1.748 | 1,84 |
| T5 – RTSEVA 95% | 3.225 | 1.648 | 1,95 |
| T6 – RTCEVA 95% | 3.212 | 1.613 | 1,99 |
| T7 – RTSEVD 95% | 3.261 | 1.613 | 2,02 |
| T8 – RTCEVD 95% | 3.282 | 1.599 | 2,05 |
| T9 – RTSEVA 100% | 3.191 | 1.667 | 1,91 |
| T10 – RTCEVA 100% | 3.165 | 1.631 | 1,94 |
| T11 – RTSEVD 100% | 3.247 | 1.709 | 1,90 |
| T12 – RTCEVD 100% | 3.224 | 1.663 | 1,94 |
| Média | 3.249 | 1.669 | 1,95 |
| CV (%) | 3,59 | 4,46 | 2,10 |

Tabela 6 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade recebendo rações com diferentes formas físicas, diferentes níveis nutricionais, com ou sem enzimas e adição de vitaminas antes ou após a peletização

| Contraste (Y) | Consumo de Ração | | Ganho de Peso | | Conversão Alimentar | |
|---|--|---------|--------------------------|---------|--------------------------|-----------|
| | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | 545,40 | ns | 0,6180 | 0,0004* | - 0,3900 | <0,0001** |
| Y ₂ : | 166,60 | ns | - 0,1166 | ns | 0,2280 | <0,0001** |
| Y ₃ : | 12,60 | ns | 0,0012 | ns | 0,0040 | ns |
| Y ₄ : | 46,80 | ns | 0,0030 | ns | 0,0240 | ns |
| Y ₅ : | 153,00 | ns | - 0,1960 | 0,0428* | 0,3300 | <0,0001** |
| Y ₆ : | - 106,40 | ns | 0,0496 | ns | - 0,1280 | 0,0010** |
| Y ₇ : | 13,20 | ns | 0,0348 | ns | - 0,0340 | ns |
| Y ₈ : | - 20,80 | ns | 0,0148 | ns | - 0,0340 | ns |
| Y ₉ : | - 115,00 | ns | - 0,0728 | ns | 0,0140 | ns |
| Y ₁₀ : | 26,40 | ns | 0,0364 | ns | - 0,0240 | ns |
| Y ₁₁ : | 23,40 | ns | 0,0460 | ns | -0,0380 | ns |
| CV % | 3,59 | | 4,46 | | 2,09 | |
| Contraste (Y) | Comparação de interesse | | | | | |
| Y ₁ : RF x RT | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₂ : RF95% x RF100% | T1, T2 vs. T3, T4 | | | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFCE95% | T1 vs. T2 | | | | | |
| Y ₄ : RFSE100% x RFCE100% | T3 vs. T4 | | | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₆ : RTVA95% x RTVD95% | T5, T6 vs. T7, T8 | | | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTCEVA95% | T5 vs. T6 | | | | | |
| Y ₈ : RTSEVD95% x RTCEVD95% | T7 vs. T8 | | | | | |
| Y ₉ : RTVA100% x RTVD100% | T9, T10 vs. T11, T12 | | | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTCEVA100% | T9 vs. T10 | | | | | |
| Y ₁₁ : RTSEVD100% x RTCEVD100% | T11 vs. T12 | | | | | |

*Significativo (p<0,05); **Significativo (p<0,01); ns - não significativo

Estes resultados são contraditórios aos obtidos por Silva (2007), que verificou maior consumo de ração total e diário de aves alimentadas com ração farelada quando comparado ao consumo da ração triturada, porém para poedeiras leves e semipesadas de 5 a 11 semanas de idade. López et al. (2007) também observaram maior consumo de ração das aves com as dietas

processadas (peletizadas e peletizadas expandidas) em relação às rações fareladas. Contudo, concordam com os resultados obtidos por Greenwood et al. (2004), Mckinney & Teeter (2002) e Nir et al. (1995), que não detectaram diferenças no consumo quando compararam rações peletizadas e fareladas. Plavnik & Sklan (1995) também não observaram diferenças no CR quando alimentaram aves com ração expandida em relação à ração somente farelada.

No entanto, as aves que consumiram as rações fareladas proporcionaram resultados de GP e CA 4,70 e 2,61% melhores, respectivamente, do que aqueles que consumiram as rações trituradas ($p < 0,05$), possivelmente devido ao maior consumo das rações fareladas que promoveram maior ganho de peso das aves na fase final de criação. Estes resultados são contraditórios aos obtidos por Brum et al. (1998) e Vargas et al. (2001), que obtiveram maior GP de frangos de corte de 22 a 35 dias de idade usando rações trituradas em comparação às rações fareladas. Munt et al. (1995), alimentando frangos de corte de 21 a 42 dias de idade com dietas peletizadas e fareladas, também verificaram maior peso corporal das aves que se alimentaram de dietas peletizadas em comparação ao peso das aves que receberam as dietas fareladas. No entanto, estão de acordo com Vargas et al. (2001), que verificaram melhor CA ($p < 0,05$) de frangos que receberam ração triturada dos 21 aos 35 dias de idade, e também com Silva (2007), que observou melhor conversão alimentar das aves que utilizaram dietas trituradas em relação à dieta farelada para frangas leves e semipesadas no período de 35 a 77 diade idade.

No contraste entre os níveis nutricionais das rações fareladas (Contraste Y_2), nota-se que apenas a CA dos frangos, com a ração atendendo a 100% das exigências nutricionais, proporcionou uma CA 5,83% melhor ($p < 0,01$) em comparação às rações com 95% das exigências. Estes resultados mostram que as aves consumiram mais as rações com 95% das exigências a fim de compensar o

valor energético e de nutrientes reduzidos, provocando piora nos resultados de desempenho das aves de 22 a 42 dias de idade.

Para as rações trituradas (Contraste Y₅), comparando o nível nutricional de 100% e o reduzido em 5%, observa-se o GP e a CA das aves que receberam as rações com 100% das exigências 3,02 e 4,16% melhores, respectivamente, em relação às rações com 95% ($p < 0,05$), mostrando, possivelmente, não haver efeito positivo das enzimas em disponibilizar nutrientes.

Notou-se, ainda, que a adição de vitaminas e minerais antes do processo de peletização das rações (Contraste Y₆) promoveu melhora de 3,04% na CA dos frangos ($p < 0,05$), quando estes receberam as rações com 95% das exigências nutricionais, comparada com a adição na ração após a peletização.

Os resultados obtidos com a aplicação do teste de F aos contrastes formulados (Contrastes Y₃, Y₄, Y₇, Y₈, Y₁₀ e Y₁₁) mostraram que o complexo enzimático não influenciou o desempenho das aves no período avaliado, corroborando os resultados de Tavernari et al. (2008), Garcia Júnior et al. (2007), Strada et al. (2005), Pucci et al. (2003), Rodrigues et al. (2003), Torres et al. (2001) e Pereira (1999), que também não verificaram influência da utilização de complexo enzimático em rações à base de milho e farelo de soja no desempenho de frangos de corte. Entretanto, Souza et al. (2008), Oliveira et al. (2007), Carvalho (2006), Yu & Chung (2004), Fischer et al. (2002), Zanella et al. (1999) e Pack & Bedford (1997) mostraram efeitos positivos da suplementação com complexos enzimáticos para as variáveis de desempenho CR, GP e CA, demonstrando que as enzimas também melhoram o aproveitamento dos alimentos em aves mais velhas e não apenas quando essas ainda possuem o aparelho digestório pouco desenvolvido, como na fase inicial.

Um segundo grupo de contrastes ortogonais para os resultados das características de desempenho, na fase final de criação, foram realizados (Tabela

7) e mostram que apenas a CA foi influenciada ($p < 0,05$) pelo nível nutricional da ração e pela adição de vitaminas antes da peletização.

Tabela 7 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade recebendo rações com diferentes formas físicas, diferentes níveis nutricionais, com ou sem enzimas e adição de vitaminas antes ou após a peletização

| Contraste (Y) | Consumo de Ração | | Ganho de Peso | | Conversão Alimentar | |
|---|--|---------|--------------------------|---------|--------------------------|-----------|
| | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | 545,40 | ns | 0,6180 | 0,0004* | - 0,390 | <0,0001** |
| Y ₂ : | 59,40 | ns | 0,0042 | ns | 0,028 | ns |
| Y ₃ : | 66,20 | ns | - 0,0592 | ns | 0,104 | 0,0002* |
| Y ₄ : | 100,40 | ns | - 0,0574 | ns | 0,124 | <0,0001** |
| Y ₅ : | 153,00 | ns | - 0,1960 | 0,0428* | 0,330 | <0,0001** |
| Y ₆ : | - 7,60 | ns | 0,0496 | ns | - 0,068 | ns |
| Y ₇ : | - 36,20 | ns | 0,0348 | ns | - 0,064 | 0,0167* |
| Y ₈ : | - 70,20 | ns | 0,0148 | ns | - 0,064 | 0,0167* |
| Y ₉ : | 49,80 | ns | 0,0824 | ns | - 0,062 | ns |
| Y ₁₀ : | - 56,00 | ns | - 0,0412 | ns | 0,014 | ns |
| Y ₁₁ : | - 59,00 | ns | - 0,0316 | ns | - 0,000 | ns |
| CV % | 3,59 | | 4,46 | | 2,09 | |
| Contraste (Y) | Comparação de interesse | | | | | |
| Y ₁ : RF x RT | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₂ : RFSE x RFCE | T1, T3 vs. T2, T4 | | | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFSE100% | T1 vs. T3 | | | | | |
| Y ₄ : RFCE95% x RFCE100% | T2 vs. T4 | | | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | | | |
| Y ₆ : RTSE95% x RTCE95% | T5, T7 vs. T6, T8 | | | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTSEVD95% | T5 vs. T7 | | | | | |
| Y ₈ : RTCEVA95% x RTCEVD95% | T6 vs. T8 | | | | | |
| Y ₉ : RTSE100% x RTCE100% | T9, T11 vs. T10, T12 | | | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTSEVD100% | T9 vs. T11 | | | | | |
| Y ₁₁ : RTCEVA100% x RTCEVD100% | T10 vs. T12 | | | | | |

*Significativo ($p < 0,05$); **Significativo ($p < 0,01$); ns - não significativo

Entre as rações fareladas, pode-se observar que os melhores resultados de CA foram obtidos quando as aves consumiram as dietas com 100% das exigências nutricionais, independentemente da utilização do complexo

enzimático (Contrastes Y_3 e Y_4). Comparando as dietas sem enzimas nos dois níveis nutricionais (95 e 100%), observa-se que as dietas com 100% das exigências melhoraram a CA das aves em 5,34%. Quando essa comparação é realizada nas dietas suplementadas com complexo enzimático, observa-se que a CA é 7,06% melhor para as aves alimentadas pelas rações com 100% das exigências nutricionais. Nota-se ainda que os resultados de CA das rações fareladas com 95% sem e com enzimas foram iguais (1,97), demonstrando que a suplementação enzimática não conseguiu melhorar a CA das aves na fase final de criação. Os resultados sugerem que na fase final de criação, dietas com níveis energéticos normais em relação às necessidades nutricionais (100%) não possibilitam a expressão dos efeitos positivos das enzimas em estudo.

Estes resultados são contraditórios aos obtidos por Yu & Chung (2004) e Hadorn & Wiedmer (2001), que observaram melhora na conversão alimentar das aves com a inclusão de complexos enzimáticos nas rações.

A CA das aves que consumiram as rações com 95% das exigências, independentemente do complexo enzimático, foi melhor ($p < 0,05$) quando as vitaminas foram adicionadas antes do processo de peletização. Na comparação com os resultados das rações com adição de vitaminas após a peletização, esta melhora foi, em média, de 3,30% (Contrastes Y_7 e Y_8).

Esses resultados demonstram que as vitaminas adicionadas após a peletização possivelmente prejudicaram o desempenho dos frangos de corte na fase final de criação. Este fato pode estar associado ao processo de triturar e levar novamente a ração ao misturador, o que pode ter ocasionado segregação dos micronutrientes, com a consequente perda da atividade do premix vitamínico.

Considerando os resultados da análise de variância (ANAVA – Tabela 13A), observou-se que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis das características de carcaça estudadas (rendimento de carcaça - RC, rendimento de peito - RP, rendimento de coxa + sobre coxa - RC+SC e o teor gordura abdominal - GA) (Tabelas 8, 9 e 10).

Tabela 8 Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa e sobre coxa (RC+SC) e gordura abdominal (GA) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Tratamentos | 22 a 42 dias de idade | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| | RC (%) | RP (%) | RC+SC (%) | GA (%) |
| T1 – RFSE 95% | 71,88 | 34,33 | 30,54 | 1,45 |
| T2 – RFCE 95% | 71,52 | 33,77 | 29,94 | 1,70 |
| T3 – RFSE 100% | 72,14 | 33,67 | 30,33 | 1,71 |
| T4 – RFCE 100% | 72,46 | 34,79 | 30,74 | 1,33 |
| T5 – RTSEVA 95% | 71,42 | 36,15 | 30,87 | 1,70 |
| T6 – RTCEVA 95% | 71,76 | 34,39 | 31,58 | 1,37 |
| T7 – RTSEVD 95% | 71,66 | 34,21 | 31,56 | 1,44 |
| T8 – RTCEVD 95% | 72,12 | 35,46 | 30,45 | 1,31 |
| T9 – RTSEVA 100% | 71,34 | 35,44 | 30,90 | 1,29 |
| T10 – RTCEVA 100% | 72,26 | 35,30 | 31,12 | 1,49 |
| T11 – RTSEVD 100% | 71,62 | 35,51 | 31,20 | 1,31 |
| T12 – RTCEVD 100% | 71,50 | 34,72 | 31,41 | 1,34 |
| Média | 71,80 | 34,81 | 30,88 | 1,45 |
| CV (%) | 1,93 | 4,04 | 3,15 | 19,77 |

Tabela 9 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação dos resultados das características de carcaça de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Contraste (Y) | Parâmetros | | | | | | | |
|---|--------------------------|---------|-------------------------|---------|--|---------|--------------------------|---------|
| | RC | | RP | | RC+SC | | GA | |
| | Estimativa (\hat{y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa (\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | 2,32 | ns | - 8,06 | ns | - 5,98 | ns | 1,11 | ns |
| Y ₂ : | - 1,20 | ns | - 0,36 | ns | - 0,60 | ns | 0,11 | ns |
| Y ₃ : | 0,36 | ns | 0,55 | ns | 0,60 | ns | - 0,25 | ns |
| Y ₄ : | - 0,32 | ns | - 1,12 | ns | - 0,40 | ns | 0,38 | ns |
| Y ₅ : | 0,24 | ns | - 0,74 | ns | - 0,18 | ns | 0,39 | ns |
| Y ₆ : | - 0,60 | ns | 0,86 | ns | 0,43 | ns | 0,32 | ns |
| Y ₇ : | - 0,34 | ns | 1,75 | ns | - 0,71 | ns | 0,33 | ns |
| Y ₈ : | - 0,46 | ns | - 1,25 | ns | 1,10 | ns | 0,12 | ns |
| Y ₉ : | 0,48 | ns | 0,51 | ns | - 0,59 | ns | 0,13 | ns |
| Y ₁₀ : | 0,92 | ns | 0,14 | ns | - 0,22 | ns | - 0,20 | ns |
| Y ₁₁ : | 0,12 | ns | 0,79 | ns | - 0,21 | ns | - 0,02 | ns |
| CV % | 1,93 | | 4,04 | | 3,15 | | 19,77 | |
| | Contraste (Y) | | | | Comparação de interesse | | | |
| Y ₁ : RF x RT | | | | | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₂ : RF95% x RF100% | | | | | T1, T2 vs. T3, T4 | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFCE95% | | | | | T1 vs. T2 | | | |
| Y ₄ : RFSE100% x RFCE100% | | | | | T3 vs. T4 | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | | | | | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₆ : RTVA95% x RTVD95% | | | | | T5, T6 vs. T7, T8 | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTCEVA95% | | | | | T5 vs. T6 | | | |
| Y ₈ : RTSEVD95% x RTCEVD95% | | | | | T7 vs. T8 | | | |
| Y ₉ : RTVA100% x RTVD100% | | | | | T9, T10 vs. T11, T12 | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTCEVA100% | | | | | T9 vs. T10 | | | |
| Y ₁₁ : RTSEVD100% x RTCEVD100% | | | | | T11 vs. T12 | | | |

*Significativo (p<0,05); ns - não significativo

Tabela 10 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação dos resultados das características de carcaça de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Contraste (Y) | Parâmetros | | | | | | | |
|---|-------------------------|---------|-------------------------|---------|--|---------|-------------------------|---------|
| | RC | | RP | | RC+SC | | GA | |
| | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | 2,32 | ns | - 8,06 | 0,0118* | - 5,98 | 0,0072* | 1,11 | ns |
| Y ₂ : | 0,04 | ns | - 0,56 | ns | 0,19 | ns | 0,13 | ns |
| Y ₃ : | - 0,26 | ns | 0,65 | ns | 0,20 | ns | - 0,26 | ns |
| Y ₄ : | - 0,94 | ns | - 1,01 | ns | - 0,80 | ns | 0,37 | 0,0452* |
| Y ₅ : | 0,24 | ns | - 0,74 | ns | - 0,18 | ns | 0,39 | ns |
| Y ₆ : | - 0,80 | ns | 0,50 | ns | 0,39 | ns | 0,45 | ns |
| Y ₇ : | - 0,24 | ns | 1,93 | 0,0346* | - 0,69 | ns | 0,26 | ns |
| Y ₈ : | - 0,36 | ns | - 1,07 | ns | 1,12 | ns | 0,06 | ns |
| Y ₉ : | - 0,80 | ns | 0,94 | ns | - 0,43 | ns | - 0,22 | ns |
| Y ₁₀ : | - 0,28 | ns | - 0,07 | ns | - 0,30 | ns | - 0,02 | ns |
| Y ₁₁ : | 0,76 | ns | 0,58 | ns | - 0,29 | ns | 0,15 | ns |
| CV % | 1,93 | | 4,04 | | 3,15 | | 19,77 | |
| | Contraste (Y) | | | | Comparação de interesse | | | |
| Y ₁ : RF x RT | | | | | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₂ : RFSE x RFCE | | | | | T1, T3 vs. T2, T4 | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFSE100% | | | | | T1 vs. T3 | | | |
| Y ₄ : RFCE95% x RFCE100% | | | | | T2 vs. T4 | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | | | | | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₆ : RTSE95% x RTCE95% | | | | | T5, T7 vs. T6, T8 | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTSEVD95% | | | | | T5 vs. T7 | | | |
| Y ₈ : RTCEVA95% x RTCEVD95% | | | | | T6 vs. T8 | | | |
| Y ₉ : RTSE100% x RTCE100% | | | | | T9, T11 vs. T10, T12 | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTSEVD100% | | | | | T9 vs. T11 | | | |
| Y ₁₁ : RTCEVA100% x RTCEVD100% | | | | | T10 vs. T12 | | | |

*Significativo (p<0,05); ns - não significativo

Os resultados do presente trabalho são contraditórios, em parte, aos obtidos por Souza et al. (2008), os quais observaram melhor rendimento de carcaça em frangos de corte que receberam rações processadas (peletizadas). Entretanto, corroboram os obtidos por Zanotto et al. (2006), que não encontraram efeito da forma física da ração, comparando ração farelada e peletizada, sobre rendimento de cortes de frangos de 1 a 42 dias de idade.

Zanella et al. (1999) também não encontraram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros de carcaça avaliados em frangos suplementando rações à base de milho e farelo de soja com enzimas (amilase, xilanase e protease), discordando dos resultados obtidos por Surek et al. (2008), Souza et al. (2008) e Garcia Júnior et al. (2007), que verificaram aumento no teor de GA à medida que se usava e aumentava o nível da suplementação enzimática.

De acordo com os autores, isso pode ser explicado por um possível aumento na liberação de energia dos nutrientes através da suplementação enzimática. O excesso de energia ingerida, inicialmente com excesso de carboidratos além das necessidades, chegava até o fígado e, provavelmente, foi direcionado para síntese de lipídeos de armazenamento, aumentando, assim, o conteúdo de gordura abdominal dos frangos, fato que não foi verificado no presente trabalho.

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que as rações com diferentes formas físicas, diferentes níveis nutricionais, com ou sem enzimas e com adição de vitaminas antes ou após a peletização, não interferiram de maneira expressiva nas características de carcaça dos frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Assim, pode-se destacar que há contradições na literatura em relação ao uso de complexos enzimáticos contendo amilase, celulase e protease, em rações para frangos de corte sobre as características de carcaça, e que há necessidade de maiores esclarecimentos desses resultados tão contraditórios e controversos.

3.1.2 Experimento 2 – Ensaio de metabolismo

Considerando os resultados da análise de variância (ANAVA), verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos experimentais para as variáveis do ensaio de metabolismo e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) (Tabela 12A).

Os valores médios e os resultados referentes aos contrastes ortogonais para comparação da EMAn e dos CMMS, CMPB e CMEE das rações experimentais, fareladas e trituradas, formuladas com níveis nutricionais normais ou reduzidos, com ou sem suplementação enzimática e com adição de vitamínicos antes ou após a peletização, estão apresentados nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Tratamentos | 22 a 42 dias de idade | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| | EMAn (kcal/kg MS) | CMMS (%) | CMPB (%) | CMEE(%) |
| T1 – RFSE 95% | 3240 | 76,3 | 62,6 | 73,7 |
| T2 – RFCE 95% | 3220 | 76,0 | 61,4 | 75,7 |
| T3 – RFSE 100% | 3426 | 78,0 | 65,6 | 74,1 |
| T4 – RFCE 100% | 3387 | 77,7 | 64,6 | 72,4 |
| T5 – RTSEVA 95% | 3312 | 76,3 | 62,8 | 74,4 |
| T6 – RTCEVA 95% | 3272 | 76,2 | 65,4 | 81,1 |
| T7 – RTSEVD 95% | 3299 | 75,8 | 61,9 | 77,5 |
| T8 – RTCEVD 95% | 3326 | 75,8 | 66,0 | 73,0 |
| T9 – RTSEVA 100% | 3480 | 78,1 | 64,7 | 64,0 |
| T10 – RTCEVA 100% | 3423 | 77,3 | 64,2 | 79,5 |
| T11 – RTSEVD 100% | 3393 | 76,9 | 63,3 | 64,2 |
| T12 – RTCEVD 100% | 3450 | 77,6 | 62,7 | 72,1 |
| Média | 3353 | 76,83 | 63,76 | 73,47 |
| CV (%) | 1,40 | 1,51 | 3,48 | 3,13 |

Tabela 12 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do valor energético da ração e dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Contraste (Y) | Parâmetros | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|--|---------|-------------------------|-----------|
| | EMAn | | CMMS | | CMPB | | CMEE | |
| | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | - 412,67 | <0,0001** | 1,86 | ns | - 2,57 | ns | 6,26 | ns |
| Y ₂ : | - 352,21 | <0,0001** | - 3,35 | 0,0008* | - 6,18 | 0,0012* | 2,82 | ns |
| Y ₃ : | 20,51 | ns | 0,29 | ns | 1,20 | ns | - 1,98 | ns |
| Y ₄ : | 38,72 | ns | 0,29 | ns | 1,06 | ns | 1,69 | ns |
| Y ₅ : | - 530,38 | <0,0001** | - 5,86 | <0,0001** | 1,20 | ns | 26,13 | <0,0001** |
| Y ₆ : | - 36,55 | ns | 0,91 | ns | 0,38 | ns | 4,98 | 0,0103* |
| Y ₇ : | 34,19 | ns | 0,06 | ns | - 2,64 | 0,0435* | - 6,71 | <0,0001** |
| Y ₈ : | - 26,69 | ns | 0,05 | ns | - 4,06 | 0,0024* | 4,50 | 0,0013* |
| Y ₉ : | 60,40 | ns | 0,93 | ns | 2,83 | ns | 7,13 | 0,0003* |
| Y ₁₀ : | 56,99 | 0,0402* | 0,85 | ns | 0,54 | ns | - 15,48 | <0,0001** |
| Y ₁₁ : | - 56,73 | 0,0411* | - 0,63 | ns | 0,56 | ns | - 7,94 | <0,0001** |
| CV % | 1,40 | | 1,51 | | 3,48 | | 3,13 | |
| | Contraste (Y) | | | | Comparação de interesse | | | |
| y1: RF x RT | | | | | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | |
| y2: RF95% x RF100% | | | | | T1, T2 vs. T3, T4 | | | |
| y3: RFSE95% x RFCE95% | | | | | T1 vs. T2 | | | |
| y4: RFSE100% x RFCE100% | | | | | T3 vs. T4 | | | |
| y5: RT95% x RT100% | | | | | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | |
| y6: RTVA95% x RTVD95% | | | | | T5, T6 vs. T7, T8 | | | |
| y7: RTSEVA95% x RTCEVA95% | | | | | T5 vs. T6 | | | |
| y8: RTSEVD95% x RTCEVD95% | | | | | T7 vs. T8 | | | |
| y9: RTVA100% x RTVD100% | | | | | T9, T10 vs. T11, T12 | | | |
| y10: RTSEVA100% x RTCEVA100% | | | | | T9 vs. T10 | | | |
| y11: RTSEVD100% x RTCEVD100% | | | | | T11 vs. T12 | | | |

*Significativo (p<0,05); **Significativo (p<0,01); ns - não significativo

Pelos resultados, o contraste entre as rações fareladas e aquelas trituradas, observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) da forma física somente para o valor energético das rações; as rações trituradas apresentaram valor de EMAn 1,54% superior às rações fareladas (Contraste Y_1). A melhora no valor energético destas rações possivelmente foi suficiente para refletir no menor consumo de ração, porém sem efeito para ganho de peso e conversão alimentar das aves que receberam as rações trituradas.

López et al. (2007) também verificaram influência das rações processadas (peletizadas e peletizadas expandidas) em relação às rações fareladas sobre os valores de EMAn para frangos de corte de 1 a 42 dias. Os referidos autores concluíram que o efeito benéfico seria devido às mudanças induzidas pelo processamento e pelo melhoramento da eficiência da digestão e absorção, possivelmente devido ao efeito conjunto de temperatura e pressão que podem ter quebrado a estrutura da parede celular e/ou induzido algumas mudanças na química dos nutrientes da dieta, fazendo-as mais digeríveis pelas enzimas do trato gastrintestinal.

Os resultados do presente trabalho demonstram melhor aproveitamento dos nutrientes pelas aves que foram alimentadas pelas rações processadas (peletizadas e depois trituradas). Assim, o menor consumo das aves que utilizaram as rações trituradas possivelmente ocorreu em função de suas necessidades energéticas e de nutrientes terem sido disponibilizadas e atendidas mais prontamente em comparação com as aves que foram alimentadas com as rações fareladas.

Observa-se, ainda, que as aves que receberam as rações fareladas com 100% das recomendações apresentaram maiores valores de EMAn e coeficientes de digestibilidade da MS e PB ($p < 0,05$), com exceção do CMEE (Contraste Y_2), cujas rações fareladas com 100% apresentaram valores de EMAn, CMMS e

CMPB 5,45, 2,23 e 4,84% superiores, respectivamente, às rações fareladas com 95% das exigências nutricionais.

A melhora da EMAn das aves que receberam as rações fareladas com 100% das recomendações (3406 kcal/kg de MS), em relação àquelas que receberam rações fareladas com 95% das exigências (3230 kcal/kg de MS), representou incremento de 176 kcal de EMAn por kg de ração, ou seja 5,45% de melhora (Contraste Y_2). Por outro lado, para as rações trituradas com 100% das recomendações, o aumento representou incremento de 134 kcal por kg de ração (4,05%) em comparação às rações com 95% (Contraste Y_5). Estes resultados, determinados pelo ensaio de metabolismo, confirmam os valores calculados para energia metabolizável das rações experimentais, segundo as quais, na média, a diferença da energia metabolizável calculada da ração entre os níveis nutricionais reduzido (95%) e normal (100%) foi de 154 kcal/kg de ração, enquanto, para a energia determinada, esta diferença foi de 155 kcal/kg de ração, isto é, praticamente o mesmo valor. Isso evidencia que, na média, dos tratamentos utilizados, não houve efeito claro da suplementação enzimática na disponibilização da energia para as aves.

Nota-se ainda que, para as rações trituradas (Contraste Y_5), o nível com 100% das exigências proporcionou valor de CMMS 1,97% superior àquele obtido pelas rações trituradas com 95%. No entanto, o CMEE diminuiu 8,50% quando as aves receberam as rações com 100% das recomendações, em comparação com as rações trituradas com níveis nutricionais reduzidos em 5%.

Quando se comparam as rações trituradas, observa-se que a adição de vitaminas antes do processo de peletização promoveu melhor CMEE ($p < 0,05$), tanto para rações com 95 quanto com 100% das exigências nutricionais (Contrastes Y_6 e Y_9). Pelos resultados, observou-se que a adição de vitaminas antes do processo de peletização melhorou os CMEE das rações com 95 e 100% das exigências em 3,45 e 5,43%, respectivamente. No entanto, a adição do

premix vitamínico antes ou após a peletização não influenciaram os valores energéticos das rações (EMAn) nem os CMMS e CMPB, independentemente do nível nutricional utilizado.

O complexo enzimático influenciou significativamente ($p < 0,05$) os CMPB e CMEE nas rações com 95% das exigências nutricionais, com adição de vitaminas antes da peletização (Contraste Y_7). Observa-se que a ração com suplementação enzimática proporcionou valores de digestibilidade da proteína e do extrato etéreo 4,14 e 9,0% superiores, respectivamente, às rações sem suplementação. Entretanto, nas rações com adição de vitaminas após a peletização (Contraste Y_8), apenas o CMPB foi influenciado pela suplementação enzimática, em que se obteve valor de digestibilidade da proteína bruta 6,45% superior em relação às rações sem enzimas. Estes resultados demonstram que possivelmente a suplementação enzimática auxiliou na melhoria da digestibilidade da proteína bruta, a qual, em média, foi 5,30%, reestabelecendo o nível nutricional reduzido da ração. Porém, tal melhora no CMPB não resultou em melhora no desempenho (CR, GP e CA) das aves nessa fase final.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Zanella et al. (1999), que relataram melhoria na digestibilidade da proteína com uso de complexo enzimático. Entretanto, Carvalho (2006), suplementando com enzimas xilanase, amilase e protease rações para frangos de corte no mesmo período, não observou efeito das enzimas na digestibilidade da proteína e da matéria seca.

Os contrastes entre as dietas com 100% das recomendações, independentemente do momento da adição de vitaminas e minerais, foram influenciados pela suplementação enzimática e promoveram efeito significativo ($p < 0,05$) nos valores de EMAn e CMEE. O uso do complexo enzimático nas rações com adição de vitaminas/minerais antes da peletização (Contraste Y_{10}) melhorou o CMEE 24,22% em relação ao CMEE da ração sem enzimas; entretanto, com adição de vitaminas/minerais após a peletização (Contraste Y_{11}),

o complexo enzimático proporcionou EMAn e CMEE 1,68 e 12,30% superiores, respectivamente, às rações sem enzimas.

Fernandes et al. (2007) e Carvalho (2006) também encontraram melhores valores de EMAn em dietas suplementadas com complexo enzimático. Entretanto, Pucci et al. (2003), trabalhando com complexo enzimático e com frangos de corte no mesmo período de criação, não encontraram efeito significativo ($p>0,05$) para os valores de EMAn. Dourado et al. (2007) e Krocher et al. (2003), suplementando rações com complexo enzimático e redução de energia e proteína, demonstraram que as enzimas são eficientes em restabelecer os valores de EMAn das rações à base de milho e farelo de soja, fato não observado no presente estudo.

Esses resultados são contradizem os obtidos por Bedford (1996) e Pucci et al. (2003), que não encontraram diferenças significativas na digestibilidade do extrato etéreo quando utilizaram rações à base de milho e farelo de soja, suplementadas ou não com enzimas.

Um segundo grupo de contrastes para as características avaliadas no ensaio de metabolismo foi definido com o objetivo de completar as informações sobre os resultados obtidos (Tabela 13). Observa-se que, para as rações fareladas, com exceção do CMEE nas rações com complexo enzimático e 95% das exigências, as aves que consumiram rações com 100% das exigências nutricionais apresentaram maior valor de EMAn e melhores coeficientes de digestibilidade da MS e PB.

Tabela 13 Contrastes ortogonais (Y), estimativas (\hat{Y}) e valores de p para comparação do valor energético da ração e dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Contraste (Y) | Parâmetros | | | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|--|---------|-------------------------|-----------|
| | EMAn | | CMMS | | CMPB | | CMEE | |
| | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p | Estimativa(\hat{Y}) | Valor p |
| Y ₁ : | - 412,67 | <0,0001** | 1,86 | ns | - 2,57 | ns | 6,26 | ns |
| Y ₂ : | 59,23 | ns | 0,58 | ns | 2,27 | ns | - 0,29 | ns |
| Y ₃ : | - 185,21 | <0,0001** | - 1,67 | 0,0154* | - 3,02 | 0,0218* | - 0,43 | ns |
| Y ₄ : | - 167,00 | <0,0001** | - 1,68 | 0,0152* | - 3,16 | 0,0166* | 3,25 | 0,0174* |
| Y ₅ : | - 530,38 | <0,0001** | - 5,86 | <0,0001** | 1,20 | ns | 26,13 | <0,0001** |
| Y ₆ : | 7,50 | ns | 0,11 | ns | - 6,70 | 0,0005* | - 2,21 | ns |
| Y ₇ : | 12,16 | ns | 0,46 | ns | 0,89 | ns | - 3,11 | 0,0223* |
| Y ₈ : | - 48,72 | ns | 0,45 | ns | - 0,51 | ns | 8,10 | <0,0001** |
| Y ₉ : | 0,26 | ns | 0,22 | ns | 1,11 | ns | - 23,42 | <0,0001** |
| Y ₁₀ : | 87,06 | 0,0022* | 1,21 | ns | 1,40 | ns | - 0,20 | ns |
| Y ₁₁ : | - 26,66 | ns | - 0,28 | ns | 1,42 | ns | 7,33 | <0,0001** |
| CV % | 1,40 | | 1,51 | | 3,48 | | 3,13 | |
| | Contraste (Y) | | | | Comparação de interesse | | | |
| Y ₁ : RF x RT | | | | | T1, T2, T3, T4 vs. T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₂ : RFSE x RFCE | | | | | T1, T3 vs. T2, T4 | | | |
| Y ₃ : RFSE95% x RFSE100% | | | | | T1 vs. T3 | | | |
| Y ₄ : RFCE95% x RFCE100% | | | | | T2 vs. T4 | | | |
| Y ₅ : RT95% x RT100% | | | | | T5, T6, T7, T8 vs. T9, T10, T11, T12 | | | |
| Y ₆ : RTSE95% x RTCE95% | | | | | T5, T7 vs. T6, T8 | | | |
| Y ₇ : RTSEVA95% x RTSEVD95% | | | | | T5 vs. T7 | | | |
| Y ₈ : RTCEVA95% x RTCEVD95% | | | | | T6 vs. T8 | | | |
| Y ₉ : RTSE100% x RTCE100% | | | | | T9, T11 vs. T10, T12 | | | |
| Y ₁₀ : RTSEVA100% x RTSEVD100% | | | | | T9 vs. T11 | | | |
| Y ₁₁ : RTCEVA100% x RTCEVD100% | | | | | T10 vs. T12 | | | |

*Significativo (p<0,05); **Significativo (p<0,01); ns - não significativo

Na ração com 100% das exigências e sem enzimas observou-se que os valores de EMAn, de CMMS e de CMPB foram 5,74, 2,23 e 4,80% superiores, respectivamente, à ração com 95% das exigências (Contraste Y₃). Entre as rações fareladas suplementadas com enzimas e diferentes níveis nutricionais observou-se que os valores de EMAn, CMMS e CMPB das rações com 100% das exigências melhoraram em 5,18, 2,23 e 5,21%, respectivamente, comparados à ração com 95% (Contraste Y₄). Nesse caso, como as rações com 95% das recomendações nutricionais foram formuladas com 5% a menos de EMAn, nota-se que não houve efeito significativo da suplementação enzimática sobre o aproveitamento energético das rações pelas aves.

Nas rações trituradas, a suplementação enzimática, independentemente do nível nutricional, influenciou ($p < 0,01$) os valores de digestibilidade da PB e do EE. Nas rações com 95% das exigências nutricionais o uso do complexo enzimático aumentou o CMPB em 5,30% em comparação com as rações sem enzimas (Contraste Y₆), enquanto para as rações com 100% das exigências o uso de enzimas melhorou o CMEE em 18,75% (Contraste Y₉). Esses resultados contradizem os obtidos por Bedford (1996) e Pucci et al. (2003), que não mostraram efeito do uso do complexo enzimático em rações fareladas à base de milho e farelo de soja para frangos, na digestibilidade do extrato etéreo.

As rações com adição de vitaminas antes ou após a peletização, independentemente do nível nutricional, com ou sem suplementação enzimática, influenciaram ($p < 0,05$) os resultados de EMAn e de CMEE. A adição de vitaminas após a peletização, na ração sem enzimas e com 95% das exigências nutricionais, promoveu aumento no CMEE de 4,16% em comparação com a ração com adição de vitaminas antes da peletização (Contraste Y₇). Já com a adição de vitaminas o aumento do CMEE ocorreu antes da peletização (Contraste Y₈); na ração com enzimas e 95% das exigências ocorreu o contrário,

notando-se um CMEE 10,95% superior em relação àquelas rações com adição de vitaminas após a peletização.

Na ração com 100% de recomendação e sem a suplementação enzimática, A adição de vitaminas antes da peletização promoveu um incremento de 87 kcal de EMAn por kg de ração (2,56% de aumento) em relação à dieta com adição de vitaminas e minerais após a peletização (Contraste Y₁₀), enquanto, na dieta suplementada por enzimas, apenas o CMEE foi significativo quando a adição de vitaminas e minerais ocorreu antes da peletização, promovendo 10,26% de aumento na digestibilidade do extrato etéreo (Contraste Y₁₁).

Devido à literatura não apresentar trabalhos relacionados à condição de adicionar vitaminas antes e/ou após do processo de peletização, pode-se destacar os resultados apresentados por Leite et al. (2008), que apesar de trabalharem com frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizaram adição de vitaminas antes ou após a peletização, com ou sem enzimas, observando que as rações com enzimas e com adição de vitaminas antes da peletização obtiveram valores de EMAn, CMEE e CMPB 4,46, 6,61 e 7,15% superiores, respectivamente, às rações sem enzimas. Esses resultados corroboram, em parte, os obtidos no presente trabalho, no qual o CMEE apresentou valor melhorado em 10,26% nas rações com enzimas e adição de vitaminas antes da peletização, comparado às rações sem enzimas, não se observando efeito significativo para EMAn e CMPB.

4 CONCLUSÕES

As aves que consumiram as rações fareladas obtiveram melhores GP e CA. As rações trituradas promoveram os maiores valores de EMAn.

A suplementação enzimática não influenciou os resultados de desempenho dos frangos de corte no período avaliado, mas melhorou a EMAn, o CMPB e o CMEE das rações trituradas.

As rações com o nível nutricional em 100% das recomendações nutricionais, independentemente da sua forma física, promoveu melhores GP e CA das aves, como também os maiores valores de EMAn e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes, exceto o CMEE, maior com a ração com 95% das recomendações.

A adição de vitaminas à ração antes do processo de peletização proporcionou melhor CA das aves e os maiores valores de EMAn e CMEE.

As características de carcaça não foram influenciadas pelos tratamentos experimentais avaliados.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEDFORD, M.R.; MORGAN, A.J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, Davis, v.52, n.1, p.61-68, 1996.

BRUM, P.A.R.; LIMA, G. J.M.; MAZUCO, H.; FIALHO, F. B.; GUARIENTE, E. M.; COLVARA, I. G. Efeito do nível de trigo na dieta, percentual de grãos germinados e forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA PINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA, 1998. p.10.

CARVALHO, J.C.C. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v.62, n.1, p.21-27, 1996.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BARBOSA, N.A.A.; ZANUZZO, F.S.; HUBRY, M.; COWIESON, A.; MORELATO, R.G.N. Efeito da suplementação de carboidrases exógenas na digestibilidade dos nutrientes em rações de frangos de corte. 2007. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 2007. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.125.

FERNANDES, E.A.; MOREIRA, F.S.; MOREIRA, G.A.; ALMEIDA, R.A.T. Efeito da suplementação enzimática sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável das rações à base de milho e à base de sorgo para frangos de corte. 2007. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.76.

FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.402-410, 2002.

GARCIA JÚNIOR, A.A.P.; CARVALHO, J.C.C; BERTECHINI, A.G.; LIMA, E.M.C.; DAMASCENO, R.K.; COSTA, V.A. Efeitos da utilização de complexos enzimáticos em dietas de frangos de corte na fase final de criação (22 a 42 dias de idade). In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p.134.

GREENWOOD, M.W.; CRAMER, K.R.; CLARK, P.M. et al. Influence of feed form on dietary lysine and energy intake and utilization of broilers from 14 to 30 days of age. **International Review Poultry Science**, Rotterdam v.3, p.189-194, 2004

HADORN, R.; WIEDMER, H. Effect of an enzyme complex in a wheat-based diet on performance of male and female broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.10, p.340-346, 2001.

KROCHER, A.; CHOCT, M.; ROSS, G.; BROZ, J.; CHUNG, T. K. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 12, p.275-283, 2003.

LEITE, J.L.B. **Influência da peletização sobre a adição de enzimas e vitaminas em rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade**. 2006. 54 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LEITE, J.L.B.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.T.F.; NAGATA, A.K.; CANTARELLI, V.S.; Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento de energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1292-1298, jul./ago. 2008.

LOPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; RODRIGUEZ, N.M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-9352007000400029&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 set. 2008.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: The University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965. v.7, p.3-11. (Research Report).

McKINNEY, L.; TEETER, R. Caloric value of pelleting. **Technology Focus Cobb**, n.3, p.1-6, 2002.

MUNT, R.H.C.; DINGLE, J.G.; SUMPAM, G. Growth, carcass composition and profitability of meat chickens given pellets, mash or free-choice diets. **British Poultry Science**, London v.36, p.277-284, 1995.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, Campaign, v.74, p.771-783, 1995.

OLIVEIRA, J.P.; ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S.; LAURENTIZ, A.C.; ANTUNES, M.T. Farelo de girassol com suplementação enzimática para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p.45, 2007. Suplemento 9.

PACK, M.; BEDFORD, M. Feed enzymes for corn-soybean broiler diets. A new concept to improve nutritional value and economics. **World's Poultry Science Journal**, Davis, v.53, n.1, p.87-93, 1997.

PENZ, JÚNIOR. A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.165-178.

PEREIRA, A.S. Response to allzyme vegpro in a broiler diet with soy energy, protein and amino acids adjusted by 7% or added on top a standart diet. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 1999, Nottingham. **Poster...** Nicholasville: Corporate Media, Services, 1999. p.14.

PLAVNIK, I.; SKLAN, D. Nutritional effects of expansion and short time extrusion on feeds for broilers. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v.55, p.247-251, 1995.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

RODRIGUES, P.B.; MARTINEZ, R. de S.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.3, p.882-889, 2005.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.1, p.171-182, 2003.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. 186p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. version 6. 2.ed. Cary, 1995.

SILVA, E.L. **Exigência de metionina+cistina para aves de reposição leves e semipesadas alimentadas com ração farelada ou peletizada**. 2007. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, R.M.; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V.; RODRIGUES, P.B.; CARVALHO, J.C.C; BRITO, J.A.G. Efeito da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.584-590, mar./abr., 2008

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.; COSTA, M.C.M.M.; CARVALHO, G.J.L.; FRANÇA, A.S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J.L.M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.

SUREK, D.; ALVES, P.F.; CASTRO, O.S.; MEUER, R.F.P.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A. Efeito da forma física da ração em diferentes fase de criação no desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, suplemento 10, p. 103, 2008.

TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; MAIA, R.C. Utilização da favelo de girassol com suplementação enzimática em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, p.50, 2008. Suplemento, 10.

TORRES, D.M.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S. Efeitos da suplementação enzimática em dietas a base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Recife. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.200-209.

VARGAS, G.D.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B.; RUTZ, F.; BORDIN, R. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.1, p.42-45, jan./abr. 2001.

YU, B.I.; CHUNG, T.K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.13, p.178-182, 2004.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.; SILVERSIDES, F.G.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.4, p.561-568, Apr.1999.

ZANOTTO, L. D.; BELLAVER, C. **Método de determinação de granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA, 1996. p.1-5 (Comunicado Técnico, 215).

ZANOTTO, D.L.; SCHMIDT, G.S.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R.; ROSA, P.A. Efeito do tamanho das partículas do milho e da forma física da ração sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, 2006. CD-ROM.

6 ANEXO

TABELA 1A Medições realizadas no processo de peletização das rações experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Rações peletizadas | Medições | | | | |
|--------------------|------------|---|--|---------------------------|------------------------------|
| | Vapor (kg) | Temperatura peletização/ condicionador (°C) | Temperatura matriz/ saída da bica (°C) | Temperatura/ pellet (°C) | Tempo no condicionador (seg) |
| T 5 | 3,0 | 79 | 83,5 | 28 | 4,20 |
| T 6 | 2,7 | 72 | 78 | 27 | 4,12 |
| T 7 | 3,0 | 72 | 80 | 29 | 4,15 |
| T 8 | 3,1 | 78 | 80 | 29 | 4,17 |
| T 9 | 3,1 | 77 | 82 | 29 | 4,10 |
| T 10 | 2,7 | 69 | 74 | 28 | 4,30 |
| T 11 | 3,3 | 64 | 71 | 26 | 4,46 |
| T 12 | 3,1 | 69 | 76 | 29 | 4,20 |

Fonte: Total Alimentos S.A.

TABELA 2A Medições realizadas no processo de peletização das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Rações peletizadas | Medições | | | | |
|--------------------|------------|---|--|---------------------------|-------------------------------|
| | Vapor (kg) | Temperatura peletização/ condicionador (°C) | Temperatura matriz/ saída da bica (°C) | Temperatura/ pellet (°C) | Tempo no condicionador (seg.) |
| T 5 | 3,0 | 76 | 82 | 29 | 4,05 |
| T 6 | 3,1 | 80 | 86 | 27 | 3,98 |
| T 7 | 3,2 | 73 | 81 | 29 | 4,18 |
| T 8 | 3,1 | 77 | 83 | 28 | 4,34 |
| T 9 | 3,0 | 72 | 79 | 29 | 4,33 |
| T 10 | 3,1 | 70 | 77 | 29 | 4,41 |
| T 11 | 3,2 | 73 | 78 | 29 | 4,35 |
| T 12 | 3,2 | 70 | 75 | 29 | 4,07 |

Fonte: Total Alimentos S.A.

TABELA 3A Temperaturas máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Dia | Data | Temperatura °C | |
|--------------|----------|----------------|--------------|
| | | Máximas | Mínimas |
| 1 | 07/12/07 | 32,0 | 22,0 |
| 2 | 08/12/07 | 32,5 | 22,5 |
| 3 | 09/12/07 | 33,0 | 23,5 |
| 4 | 10/12/07 | 33,0 | 24,0 |
| 5 | 11/12/07 | 34,0 | 23,0 |
| 6 | 12/12/07 | 33,0 | 23,0 |
| 7 | 13/12/07 | 31,5 | 22,5 |
| 8 | 14/12/07 | 30,0 | 22,5 |
| 9 | 15/12/07 | 32,0 | 21,5 |
| 10 | 16/12/07 | 33,5 | 22,0 |
| 11 | 17/12/07 | 31,0 | 22,0 |
| 12 | 18/12/07 | 30,0 | 19,0 |
| 13 | 19/12/07 | 30,0 | 23,0 |
| 14 | 20/12/07 | 25,0 | 21,0 |
| 15 | 21/12/07 | 26,0 | 21,0 |
| Média | | 31,1 | 22,17 |

TABELA 4A Temperaturas máximas e mínimas no interior da sala de ensaios de metabolismo de frangos de corte de 14 a 21 dias de idade

| Dia | Data | Temperatura °C | |
|--------------|----------|----------------|--------------|
| | | Máximas | Mínimas |
| 1 | 14/12/07 | 28,0 | 24,5 |
| 2 | 15/12/07 | 28,5 | 25,0 |
| 3 | 16/12/07 | 28,0 | 25,0 |
| 4 | 17/12/07 | 28,0 | 24,0 |
| 5 | 18/12/07 | 29,0 | 22,0 |
| 6 | 19/12/07 | 29,0 | 23,0 |
| 7 | 20/12/07 | 23,5 | 23,5 |
| 8 | 21/12/07 | 23,5 | 23,5 |
| Média | | 27,19 | 23,81 |

TABELA 5A Temperaturas máximas e mínimas no interior do galpão de desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Dia | Data | Temperatura °C | |
|--------------|----------|----------------|--------------|
| | | Máximas | Mínimas |
| 1 | 22/12/07 | 27,0 | 21,0 |
| 2 | 23/12/07 | 27,0 | 22,0 |
| 3 | 24/12/07 | 26,0 | 24,0 |
| 4 | 25/12/07 | 31,0 | 22,0 |
| 5 | 26/12/07 | 32,0 | 30,0 |
| 6 | 27/12/07 | 32,0 | 23,0 |
| 7 | 28/12/07 | 33,0 | 24,0 |
| 8 | 29/12/07 | 34,0 | 23,0 |
| 9 | 30/12/07 | 33,0 | 23,0 |
| 10 | 31/12/07 | 33,5 | 22,0 |
| 11 | 01/01/08 | 34,0 | 23,0 |
| 12 | 02/01/08 | 32,0 | 22,0 |
| 13 | 03/01/08 | 30,5 | 21,0 |
| 14 | 04/01/08 | 32,5 | 20,5 |
| 15 | 05/01/08 | 32,0 | 22,0 |
| 16 | 06/01/08 | 30,0 | 23,0 |
| 17 | 07/01/08 | 29,0 | 20,0 |
| 18 | 08/01/08 | 29,5 | 21,5 |
| 19 | 09/01/08 | 30,0 | 20,5 |
| 20 | 10/01/08 | 30,0 | 20,0 |
| 21 | 11/01/08 | 29,0 | 22,0 |
| Média | | 30,81 | 22,36 |

TABELA 6A Temperaturas máximas e mínimas no interior da sala de ensaios de metabolismo de frangos de corte de 35 a 42 dias de idade

| Dia | Data | Temperatura °C | |
|--------------|----------|----------------|--------------|
| | | Máximas | Mínimas |
| 1 | 04/01/08 | 30,0 | 22,0 |
| 2 | 05/01/08 | 30,0 | 22,0 |
| 3 | 06/01/08 | 29,0 | 21,5 |
| 4 | 07/01/08 | 29,0 | 22,0 |
| 5 | 08/01/08 | 29,0 | 21,0 |
| 6 | 09/01/08 | 28,5 | 21,0 |
| 7 | 10/01/08 | 27,0 | 22,0 |
| 8 | 11/01/08 | 28,0 | 21,0 |
| Média | | 28,81 | 21,56 |

TABELA 7A Valores de Índice de Uniformidade (IU), Módulo de Finura (MF) e Diâmetro Geométrico Médio (DGM) dos tratamentos experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| Tratamentos | IU (% Peneiras) | | | MF | DGM (mm) |
|--------------------|------------------------|---------------|--------------|-----------|-----------------|
| | Grossas | Médias | Finas | | |
| T1 - Farelada | 0,90 | 56,20 | 43,30 | 2,39 | 545,86 |
| T2 - Farelada | 1,00 | 52,00 | 48,00 | 2,31 | 516,41 |
| T3 - Farelada | 2,50 | 48,78 | 51,20 | 2,25 | 504,17 |
| T4 - Farelada | 1,00 | 56,40 | 43,93 | 2,43 | 561,20 |
| T5 - Triturada | 1,40 | 49,35 | 49,85 | 2,44 | 565,11 |
| T6 - Triturada | 1,80 | 48,30 | 51,00 | 2,43 | 561,20 |
| T7 - Triturada | 1,35 | 41,00 | 59,05 | 2,31 | 516,40 |
| T8 - Triturada | 2,35 | 48,30 | 50,75 | 2,48 | 581,00 |
| T9 - Triturada | 0,80 | 47,50 | 53,00 | 2,40 | 549,65 |
| T10 - Triturada | 0,95 | 41,85 | 63,60 | 2,30 | 512,84 |
| T11 - Triturada | 0,90 | 44,70 | 56,20 | 2,39 | 545,86 |
| T12 - Triturada | 1,60 | 45,20 | 54,95 | 2,42 | 557,30 |

Fonte: Metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996).

TABELA 8A Valores de Índice de Uniformidade (IU), Módulo de Finura (MF) e Diâmetro Geométrico Médio (DGM) dos tratamentos experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| Tratamentos | IU (% Peneiras) | | | MF | DGM (mm) |
|--------------------|------------------------|---------------|--------------|-----------|-----------------|
| | Grossas | Médias | Finas | | |
| T1 - Farelada | 0,95 | 56,55 | 42,75 | 2,42 | 557,33 |
| T2 - Farelada | 1,10 | 53,85 | 45,00 | 2,41 | 553,48 |
| T3 - Farelada | 1,35 | 57,95 | 41,25 | 2,56 | 614,12 |
| T4 - Farelada | 1,70 | 63,40 | 35,35 | 2,73 | 690,92 |
| T5 - Triturada | 1,65 | 48,55 | 50,25 | 2,46 | 573,00 |
| T6 - Triturada | 1,10 | 48,10 | 51,25 | 2,44 | 565,00 |
| T7 - Triturada | 3,90 | 51,00 | 45,65 | 2,61 | 635,78 |
| T8 - Triturada | 2,00 | 52,60 | 45,85 | 2,56 | 614,12 |
| T9 - Triturada | 0,85 | 46,20 | 48,95 | 2,46 | 573,00 |
| T10 - Triturada | 0,75 | 42,25 | 57,55 | 2,43 | 561,20 |
| T11 - Triturada | 1,70 | 49,80 | 48,65 | 2,54 | 649,13 |
| T12 - Triturada | 1,00 | 50,30 | 49,00 | 2,51 | 593,20 |

Fonte: Metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996).

Tabela 9A Resumo das análises de variância para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) do 1º e 2º grupos de contrastes ortogonais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| FV | GL | CR | | GP | | CA | |
|---------------|----|-------------|--------|-------------|--------|-------------|---------|
| | | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F |
| Tratamentos | 11 | 2939,28485 | 0,0083 | 436,46212 | 0,3448 | 0,0089 | <0,0001 |
| Erro | 48 | 1081,65833 | | 378,97708 | | 0,0013 | |
| CV (%) | | 3,58 | | 2,96 | | 2,58 | |

11

Tabela 10A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) do 1º e 2º grupos de contrastes ortogonais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

| FV | GL | EMAn | | CMMS | | CMPB | | CMEE | |
|---------------|----|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| | | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F |
| Tratamentos | 11 | 39879,7897 | <0,0001 | 12,735654 | <0,0001 | 71,476826 | <0,0001 | 53,996925 | <0,0001 |
| Erro | 60 | 1589,0972 | | 1,3960407 | | 6,025666 | | 10,923867 | |
| CV (%) | | 1,22 | | 1,60 | | 3,94 | | 4,68 | |

Tabela 11A Resumo das análises de variância para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) do 1º e 2º grupos de contrastes ortogonais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| FV | GL | CR | | GP | | CA | |
|---------------|----|-------------|--------|-------------|--------|-------------|---------|
| | | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F |
| Tratamentos | 11 | 13861,7818 | 0,4440 | 0,0129523 | 0,0215 | 0,017978 | <0,0001 |
| Erro | 48 | 13590,3917 | | 0,0055461 | | 0,001665 | |
| CV (%) | | 3,59 | | 4,46 | | 2,09 | |

Tabela 12A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e dos coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) do 1º e 2º grupos de contrastes ortogonais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| FV | GL | EMAn | | CMMS | | CMPB | | CMEE | |
|---------------|----|-------------|---------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|---------|
| | | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F |
| Tratamentos | 11 | 43447,0978 | <0,0001 | 4,5435783 | 0,0012 | 13,8473102 | 0,051 | 161,136900 | <0,0001 |
| Erro | 60 | 2214,9756 | | 1,3554963 | | 4,9350409 | | 5,304178 | |
| CV (%) | | 1,40 | | 1,51 | | 3,48 | | 3,13 | |

Tabela 13A Resumo das análises de variância para os rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa + sobrecoxa (RC+SC) e gordura abdominal (GA) do 1º e 2º grupos de contrastes ortogonais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

| FV | GL | RC | | RP | | RC + SC | | GA | |
|---------------|----|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|--------|
| | | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F | QM | Pr > F |
| Tratamentos | 11 | 0,658666 | 0,9716 | 2,9524321 | 0,1663 | 1,314567 | 0,2094 | 0,13326036 | 0,1259 |
| Erro | 48 | 1,932333 | | 1,9807858 | | 0,947127 | | 0,08272470 | |
| CV (%) | | 1,93 | | 4,04 | | 3,15 | | 19,77 | |