



**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**

JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE

2006

JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE

**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**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração Nutrição de Monogástricos.

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

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

Leite, José Laureano Barbosa

Influência da peletização sobre a adição de enzimas e vitaminas em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade / José Laureano Barbosa Leite. -- Lavras : UFLA, 2006.

54 p. : il.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Suplementação alimentar. 3. Enzima. 4. Peletização. 5. Vitaminas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.50855

JOSÉ LAUREANO BARBOSA LEITE

**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**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos.

APROVADA em 14 de julho de 2006

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - DZO/UFLA

Prof. Dr. Édison José Fassani - UNIFENAS

Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho - DZO/UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

**Aos meus pais, Geraldo Barbosa Leite e Maria Niêda Leite
Barbosa (in memoriam), pessoas íntegras, humildes e vencedoras
que, através da educação, proporcionaram-me melhores
condições de vida, princípios e valores que me ajudaram a
solidificar. À minha querida esposa Alexsandra Andrade
Barbosa, uma pessoa muito especial, pelo amor, superação,
incentivo e companheirismo. Ao meu querido filho, Gabriel
Andrade Barbosa Leite, por quem tenho muito amor e carinho.
Aos meus queridos irmãos, Flávio, Carlos Enoque, Leandro e
Socorro Maria, que foram de essencial importância para esta
conquista, por me servirem de exemplo. Ao meu querido sobrinho
e afilhado Luan.**

**Ao meus sogros Lúcio Tadeu de Andrade e Geralda do Carmo de
Oliveira Andrade, pela amizade e apoio. Aos meus cunhados,
Adriana, Alisson e Anderson pela amizade e incentivo. A todos
os familiares. Aos amigos. A Nossa Senhora e principalmente, a
DEUS.**

DEDICO

**A todos que dedicam sua vida em prol
da “Ciência” e ao estudo da “máquina”
chamada ave,**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora, pela luz e proteção.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Escola Agrotécnica Federal de Colatina, ES, pela oportunidade e aos colegas, pelas manifestações de apoio durante o curso.

À Alltech Agroindústria do Brasil Ltda., pelo financiamento do trabalho.

À Total Alimentos S.A, em nome de Anderson Duarte, pelo processamento das rações.

Ao Prof. Paulo Borges Rodrigues, pela orientação, apoio, ensinamentos e amizade.

Aos co-orientadores e professores, Elias Tadeu Fialho e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelas importantes sugestões e ensinamentos.

Aos Professores Édison José Fassani e José Cleto da Silva Filho, pelo auxílio e cooperação.

Aos funcionários José Virgílio, Carlos Henrique, Pedro Adão, Keila Cristina, Suelba Souza e Márcio Santos, pela convivência e enormes favores.

Aos grandes colegas Renato Hespanhol, Gustavo de Souza, Daniele Donato, Solange Alves, Adriano Kaneo, Germano Augusto, Luiz Eduardo, Giovanni Resende e Vinícius Cantarelli, pelo auxílio nas atividades e amizade.

Aos grandes companheiros de Escolas Agrotécnica Federais: José Ricardo, Marcelo Milagres, Márcio Vinícius, Andressa de Souza, José Masson, Jonas Guimarães, João Vicente, Antônio de Freitas e João Cardoso, pelos momentos de apoio e amizade.

Aos colegas de pós-graduação e integrantes do Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA), pelo agradável convívio.

A todos os amigos que muito nos apoiaram nesta caminhada.

BIOGRAFIA

José Laureano Barbosa Leite, filho de Maria Niêda Leite Barbosa (in memoriam) e de Geraldo Barbosa Leite, nasceu em Aurora, Ceará, em 12 de janeiro de 1970.

Em 1988, concluiu o ensino Profissionalizante na Escola Agrotécnica Federal de Crato, Ceará.

Em agosto de 1990, ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, graduando-se em Licenciatura Plena em Ciências Agrícolas, em janeiro de 1995.

Até outubro de 1995, exerceu o cargo de Professor no Colégio de Técnicas Agrícolas “Dom Otorrino Zanon” em Itaitiaia – RJ.

Em 1995, Aprovado em Concurso Público, assumiu o cargo de Professor de 1º e 2º graus na Escola Agrotécnica Federal de Colatina – ES.

Em 1998, concluiu o curso de Especialização em Suínos e Aves na Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Em março de 2004 iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, na área de Nutrição de Monogástricos, concluindo em 14 de julho de 2006.

SUMARIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Importância e características das enzimas	4
2.2 Obtenção das enzimas.....	7
2.3 Efeito da temperatura de peletização sobre as enzimas	8
2.4 Utilização de complexos enzimáticos.....	11
2.5 Efeito das enzimas sobre o desempenho produtivo das aves.....	13
2.6 Efeito das enzimas sobre a digestibilidade dos nutrientes	17
2.7 Efeito da peletização sobre as vitaminas	19
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
CAPÍTULO II - 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	26
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 MATERIAL E METODOS	29
2.1 Localização e época de realização	29
2.2 Aves e instalações	29
2.3 Delineamento e tratamentos experimentais.....	29
2.4 Manejo experimental.....	33
2.5 Variáveis analisadas.. ..	34

2.5.1 Desempenho.....	34
2.5.2 Metabolismo	34
2.6 Análise estatística.....	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
3.1 Ensaio de desempenho.....	37
3.2 Ensaio de metabolismo	40
4 CONCLUSÕES	46
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS	51

RESUMO

LEITE, José Laureano Barbosa. 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. 54p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG *

Conduziu-se no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA, um experimento para avaliar a influência da peletização sobre a adição de enzimas e vitaminas em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Foram utilizados 350 pintos de corte, COBB, machos, com peso inicial médio de $47g \pm 2,5g$, em um delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjos fatorial 3×2 (três dietas, com e sem enzimas) sendo que as dietas consistiram de uma ração farelada e duas rações peletizadas, uma com adição de vitaminas e minerais após a peletização e a outra com adição de vitaminas e minerais antes da peletização. O tempo e a temperatura da peletizadora variaram de 05 a 09 minutos e $58^{\circ}C$ a $62^{\circ}C$, respectivamente. Após este processo, as rações peletizadas foram trituradas, buscando-se manter a mesma granulometria das rações fareladas. O desempenho foi realizado com 10 repetições e o metabolismo com 5 repetições cada tratamento, em uma densidade de 5 aves por parcela (gaiola), perfazendo um total de 60 parcelas. As rações foram formuladas com 95% das recomendações nutricionais e fornecidas às aves com uma restrição alimentar de aproximadamente 10% do consumo *ad libitum*, o qual foi calculado diariamente a partir do consumo médio de um grupo de aves controle, que foram submetidas ao consumo à vontade de uma ração formulada para atender 100% dos níveis nutricionais recomendados. O complexo enzimático utilizado foi o Allzyme Vegpro®, contendo em sua composição as enzimas protease, amilase e celulase, adicionado aos tratamentos seguindo as recomendações do fabricante, de 0,5 kg por tonelada de ração. Aos 21 dias de idade avaliou-se o ganho de peso e a conversão alimentar. Também foram coletadas as excretas, pela metodologia de coleta total de excretas, nos dias 20, 21 e 22, para determinação dos valores energéticos das rações e digestibilidade da gordura e da proteína. As temperaturas médias, mínima e máxima registradas durante o período experimental, dentro da sala de metabolismo, foram de $25,0^{\circ}C \pm 2,4$ e $28,6^{\circ}C \pm 1,7$, respectivamente. Pelos resultados obtidos observou-se que o ganho de peso, a conversão alimentar, a energia metabolizável aparente corrigida e o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo apresentaram interação significativa ($P < 0,01$) entre dieta e enzimas, onde a dieta peletizada

* Comitê Orientador: Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Orientador), Elias Tadeu Fialho – UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

com enzima e com adição de vitaminas e minerais antes da peletização apresentaram melhor desempenho geral. Quanto ao coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), não houve interação ($P > 0,05$) entre dieta e enzima. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) das dietas sobre CDPB. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) em relação à adição de enzimas sobre as dietas. Conclui-se que em dietas peletizadas com adição de vitaminas e minerais antes do processo de peletização, influenciou no desempenho geral das aves, refletindo positivamente no ganho de peso, na conversão alimentar e nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, do extrato etéreo e da energia metabolizável aparente corrigida das aves.

ABSTRACT

LEITE, José Laureano Barbosa. Influence of pelleting on the enzymes and vitamins addition in broiler chickens diets in the period of 1 to 21 days of age. 2006. 54p. (Dissertation – Master in Animal Science) Federal University of Lavras, Lavras, MG.^{1*}

It was carried out in the Poultry Farming Sector of the Animal Science Department of the UFLA, an experiment to evaluate the influence of pelleting on the enzymes and vitamins addition in diets for broiler chickens of 1 to 21 days of age. 350 broiler chickens, COBB, males, were used with average initial weight of $47\text{g} \pm 2.5\text{g}$ in a completely randomized design, with the treatments in a 3×2 factorial arrangement (three diets with or without enzymes) being that, the diets consisted of one mealy ration and two pelleted rations, one with addition of vitamins and minerals after pelleting and the other with addition of vitamins and minerals before pelleting. The time and temperature of pelleting ranged from 05 to 09 minutes and 58°C to 62°C , respectively. After this process, the pelleted rations were ground, seeking maintain the same particle size of the mealy rations. The performance were evaluated with 10 replicates and the metabolism with 5 replicates each treatment in a density of 5 birds per plot (cage). The diets were formulated with 95% of the nutritional recommendations and fed to the birds with a feed restriction of about 10% of *ad libitum* intake, which was calculated daily from the average intake of a group of control birds, which were submitted to *ad libitum* intake of a diet formulated with 100% of the nutritional levels recommended. The enzyme complex utilized was Allzyme Vegpro®, containing the enzymes protease, amylase and cellulase, which were added to the treatments following the manufacturer's recommendations, of 0.5 kg per ton of ration. At 21 days of age, weight gain and feed conversion were evaluated. The excreta were collected by the methodology of total collection of excreta in the 20, 21 and 22 days for determination of the energy values of the diets and fat and protein digestibility coefficients. The average temperatures, minimal and maximal, recorded in the experimental period, inside the metabolism room were of $25.0^{\circ}\text{C} \pm 2.4$ and $28.6^{\circ}\text{C} \pm 1.7$, respectively. According to results, it was observed that weight gain, feed conversion, corrected apparent metabolizable energy and coefficient of digestibility of ether extract showed a significant interaction ($P < 0.01$) between diets and enzymes, where the pelleted diet with enzyme and with addition of vitamins and minerals before pelleting presented better general

* Guidance Committee: Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Elias Tadeu Fialho – UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

performance. As regards the coefficient of digestibility of crude protein (CDCP), there was not interaction ($P>0.05$) between diet and enzyme. There was a significant effect ($P<0.05$) of the diets on CDCP. There was a significant difference ($P<0.05$) in relation to the addition of enzymes in the diets. It was concluded that in pelleted rations with addition of vitamins and minerals before pelleting process, there was effect on the performance of the birds, reflecting, in weight gain, feed conversion and in the coefficients of digestibility of crude protein, ether extract and corrected apparent metabolizable energy of the birds.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A avicultura, no Brasil, é uma das atividades do agronegócio que mais têm se desenvolvido. Este progresso, tanto em número de frangos abatidos quanto em número de ovos produzidos, possibilitou à indústria avícola uma notável capacidade para prover aos consumidores fontes protéicas saudáveis e a um custo baixo.

Com os constantes avanços tecnológicos obtidos e a utilização de aves com grande potencial genético direcionado para o crescimento e demais índices zootécnicos de interesse, a avicultura brasileira apresenta alta eficiência e volume de produção. Além disso, constantes pesquisas no campo da nutrição têm contribuído para o aumento do peso de abate, a melhoria na eficiência alimentar e a diminuição do tempo para o abate, com excelente qualidade e rendimento de carcaça. No entanto, sabe-se que os nutrientes dos alimentos presentes nas rações normalmente utilizadas para aves não são completamente utilizados, pois contêm substâncias indisponíveis para as enzimas endógenas, como, por exemplo, os polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Neste 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, a rentabilidade no sistema de produção.

Existem, todavia, alguns fatores limitantes na adição de enzimas para aves. As condições de processamento dos alimentos, como peletização, armazenamento, temperatura, umidade, tempo e pressão, podem comprometer a ação das enzimas na dieta dos animais (Francesch, 1996).

Sob condições do processamento de rações, o vapor usado durante a peletização é responsável pela perda da atividade das enzimas. Porém, existe

uma dúvida sobre se o processo de peletização pode afetar a eficiência da utilização de enzimas na dieta e, mesmo, das vitaminas fornecidas pelos concentrados vitamínicos. Assim, avaliar a eficiência de utilização de enzimas por processos de peletização, sem e com a presença de vitaminas na ração antes do processamento, é importante para determinar se possíveis efeitos negativos deste processo irão afetar a integridade das enzimas e ou das vitaminas/minerais.

Dessa forma, o presente trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar a 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.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância e características das enzimas

Segundo o Decreto Lei nº 76.986, de 06 de janeiro de 1976, do Ministério da Agricultura, atualmente em vigor, define-se como aditivo alimentar toda a substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar as suas propriedades, desde que não altere o seu valor nutritivo.

As enzimas são classificadas como aditivo zootécnico, dentro de um grupo descrito como digestivo. Podem ser definidos como proteínas naturais, sem efeito adverso para o animal e para o meio ambiente, sem restrições técnicas para espécie e idade do animal, com ampla diversidade de origens, sendo a indicação e a recomendação totalmente atreladas à formulação da ração, a qualidade dos ingredientes e ao custo de produção (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2005).

Dentre os aditivos utilizados na alimentação animal, os enzimáticos estão entre os mais importantes, porém, não possuem função nutricional direta, mas auxiliam o processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta, segundo Peixoto & Maier (1993).

As enzimas são proteínas globulares, de estrutura primária, secundária, terciária ou quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem, elas próprias, alteradas neste processo. As enzimas atuam em condições de pH entre 3 e 9 e temperatura menor que 90°C, sendo classificadas com base nas reações que catalisam (Lehninger, 1984).

O estudo de enzimas para melhorar o valor nutricional dos alimentos para aves iniciou-se na década de 1950, quando um grupo de pesquisadores

liderados pelo Prof. L. S. Jensen, da Universidade Estadual de Washington, USA, passou a investigar as razões do baixo desempenho e cama úmida, quando utilizavam determinados cereais, como cevada, centeio e trigo nas dietas de frangos de corte. Os pesquisadores verificaram que, quando os cereais eram umedecidos com água antes de ser esse fornecidos às aves, melhorava o desempenho dos frangos e postulavam que isso poderia ser devido à liberação de enzimas dos cereais causada pelo umedecimento, o que desencadearia uma pré-germinação da semente. Posteriormente, a equipe de investigadores verificou que o pré-umedecimento podia ser substituído pela adição de uma amilase microbiana. Na época, o alto custo para a produção e a baixa estabilidade desta enzima ao calor e as condições adversas no trato gastrintestinal, até atingir o substrato alvo, impediram a aplicação comercial desta descoberta segundo (Graham & Inberr, 1993 citado por Borges, 1997).

Na década de 1960, o interesse no uso de enzimas microbianas nas dietas para aves chegou à Europa, onde as pesquisas se concentraram na cevada, atribuindo-se o baixo desempenho e a cama úmida dos aviários a um PNA (Polissacarídeo não-amiláceo), denominado β -glucano, presente neste cereal. A adição da enzima microbiana exógena β -glucanase, nas dietas à base de cevada, melhorava o desempenho dos frangos e a umidade da cama (Cantor, 1995).

Nas décadas seguintes, as pesquisas sobre o uso de enzimas microbianas aumentaram e houve importantes avanços no entendimento do mecanismo de ação, das estruturas moleculares das enzimas e dos usos potenciais das mesmas.

Em relação à estrutura molecular, as enzimas, são bastante frágeis e podem ser desnaturadas pelo calor, pelos ácidos, pelas vitaminas, pelos minerais, pelos metais pesados e por agentes oxidantes, a maioria usualmente encontrados nos suplementos minerais. Por essa razão, existe a preocupação de que as enzimas industriais utilizadas na alimentação animal possam manter nível de atividade suficiente para se obter resposta significativa (Classen, 1993). Existem

algumas técnicas para proteger as enzimas que estão sendo desenvolvidas, como adsorção em carreadores, encapsulação ou sua inclusão após o processamento das rações (Ferket, 1997; Piquer 1996).

Segundo Cousins (1999), Penz Jr (1998) e Sell (1997), as enzimas industriais devem ser estáveis e inativas, durante o armazenamento; compatíveis com minerais, vitaminas e outros microingredientes encontrados no premix; termoestáveis a todas as temperaturas encontradas durante o processo de produção do alimento e resistentes à variação de pH e à atividade proteolítica no trato digestivo do animal. Nas aves, o baixo pH do proventrículo e da moela pode levar à inativação enzimática. No entanto, o trânsito nestes compartimentos é relativamente rápido e não chega a causar a desnaturação das enzimas, podendo assim, realizar suas principais funções.

De acordo com Soto-Salanova et al. (1996), Vieira (2003) e Zanella (2001), os resultados de diversas pesquisas indicam que as enzimas exógenas apresentam quatro funções principais de atuação: provocando a ruptura das paredes celulares das fibras; reduzindo a viscosidade, devido à fibra solúvel, na digesta do intestino proximal; degradando as proteínas, por exemplo, do farelo de soja, reduzindo os efeitos dos fatores antinutricionais, tais como, os inibidores de protease e tornando-os mais disponíveis ao animal e também suplementando a produção de enzimas endógenas do animal, cuja ação é mais importante em animais jovens.

As enzimas exógenas na ração podem ajudar a superar digestão inadequada em animais jovens. A digestão inadequada pode ser devido à produção insuficiente de enzimas, especialmente em animais jovens, durante períodos de estresse, vacinação ou exposição a temperaturas desconfortáveis. A suplementação da dieta com amilases e proteases exógenas pode ajudar o animal a digerir quantidades máximas de nutrientes nestes períodos críticos (Classen, 1993; Cowan, 1990; Schang 1997).

2.2 Obtenção das enzimas

As enzimas comercialmente produzidas são provenientes, geralmente, de bactérias do gênero *Bacillus sp.*, fungos do gênero *Aspergillus sp.* e leveduras (Fireman & Fireman, 1998). Portanto, os microrganismos são a principal fonte de enzimas exógenas, produzidas industrialmente por laboratórios especializados, por meio de culturas aeróbicas, derivadas da fermentação.

A amilase é produzida a partir do *Bacillus amyloliquifaciens* e atua na região superior do trato gastrointestinal, corrigindo a digestão incompleta do amido do endosperma dos cereais, aumentando a digestibilidade. O amido representa, em média, de 60% a 70% do peso dos grãos de cereais, sendo o componente mais importante do ponto de vista nutricional. Está localizado dentro das paredes do endosperma que, por sua vez, está envolvido por várias camadas de células protetoras, formando a aleurona. Recobrimo a aleurona, na parede externa, está o pericarpo, que é uma estrutura protetora que envolve completamente o grão. Para que um animal monogástrico consiga digerir o amido, é necessário a ruptura tanto do pericarpo, como da aleurona, sendo esta mais difícil de ser rompida (Francesch, 1996)

A protease é sintetizada a partir do *Bacillus subtilis* e caracteriza-se por uma alta eficiência catalítica que degrada proteínas da soja, especificamente a proteína de armazenamento, como a conglicina e β -conglicina e os fatores antinutricionais, inibidores de tripsina e proteases e as lectinas (Garcia, 1997).

A celulase é obtida por meio da extração da fermentação do *Trichoderma viride* e atua rompendo as paredes celulares da fibra para liberar os açúcares celobiose e glicose. A degradação das paredes celulares dos cereais permite uma maximização da ação enzimática endógena do animal sobre a degradação do amido, da gordura e da proteína, aumentando sua digestibilidade (Brenes, 1996).

Outras enzimas podem ser produzidas pela indústria para serem utilizadas como aditivos nas rações de animais. Como exemplo, pode-se citar a fitase, produzida por microrganismos, como o *Aspergillus ficuum*, *Aspergillus niger*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus subtilis* e *Saccharomyces cerevisa* (Schang, 1996).

A natureza química das enzimas é potencialmente susceptível e precauções devem ser tomadas no armazenamento, para que possa ser aplicada com êxito à tecnologia das enzimas nos alimentos.

No armazenamento, o nível de atividade das novas tecnologias enzimática é mantido durante três meses em produtos líquidos e por seis meses na forma em pó, quando estocados em temperaturas inferiores a 25°C. Quando a enzima se encontra misturada na dieta, sua atividade pode ser mantida por, no mínimo, três meses, a 25°C. Além disso, realiza-se prévia seleção de cepas produtoras de enzimas mais resistentes às condições adversas do trato gastrointestinal das aves (Cowan, 1993).

Portanto, novas tecnologias de produção e novas enzimas estão sendo pesquisadas a fim de proporcionar aos usuários produtos que possam ser incorporados às rações com benefícios reais. Incluem-se aí enzimas de nova geração, produtos mais purificados e com maior estabilidade nas rações (Leczneski, 2006).

2.3 Efeito da temperatura de peletização sobre as enzimas

Existem alguns fatores que podem interferir sobre as enzimas, dificultando a sua ação. Dentre este fatores, a temperatura de peletização provoca a desnaturação irreversível da estrutura das enzimas.

Spring et al. (1996) testaram o efeito da temperatura da peletização na atividade e na estrutura de diferentes enzimas exógenas: a 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 a 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 (arabinosilano) mantêm sua atividade enzimática a uma temperatura de peletização até, pelo menos, 80°C e que a amilase proveniente de bactérias suporta até 90°C, sem perda da atividade enzimática.

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

Em trabalho realizado por Dias et al. (2002), avaliando a estabilidade *in vitro* de uma protease comercial componente do complexo enzimático (Vegpro®) com atividades de protease e celulase, concluíram que não foram observadas diferenças estatísticas do tempo de incubação quanto à temperatura, sugerindo que essa enzima pode permanecer ativa após o processo de peletização. Quanto ao pH, mesmo que tenha havido perda de atividade, parte da atividade enzimática relativa obtida no tratamento controle com pH 5,0, sendo sua atividade relativa considerada 100%, ainda foi mantida, indicando que, possivelmente, nas condições normais do trato gastrointestinal a enzima pode exercer sua atividade catalítica. Em relação aos íons metálicos, os resultados não são conclusivos para os elementos Cu e Fe, provavelmente atribuídos à metodologia utilizada. Os demais íons testados praticamente não afetaram a estabilidade enzimática.

As pesquisas sobre os efeitos da peletização concentram-se historicamente na comparação entre os benefícios da alimentação com dietas peletizadas versus fareladas. Segundo Cowan (1990), frangos alimentados com

rações que foram submetidos ao processo da peletização, independente do nível de energia, obtiveram melhores ganhos de peso, comparados com aqueles alimentados com a mesma ração na forma farelada. A dieta peletizada melhora o desempenho dos frangos de corte, tanto em ganho de peso como em conversão alimentar.

O processo de peletização das dietas melhora a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica, temperatura e umidade utilizada no processo. Em relação aos carboidratos, a digestibilidade é aumentada, pois tal processo provoca uma desagregação 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 (Nilipour, 1993).

Com relação à energia, a peletização proporciona um aumento do valor energético dos nutrientes. A peletização contribui para a diminuição da contaminação da ração, pois reduz a população microbiana, reduzindo, dessa forma, o risco do surgimento de infecções bacterianas por *Salmonella sp* e *Escherichia coli* (Nilipour, 1993). Outras vantagens também são atribuídas à peletização das dietas, como a prevenção da seletividade dos ingredientes, pois eles 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. Com relação ao desempenho dos frangos de corte que são alimentados com ração peletizada, existe uma série de trabalhos que demonstram um melhor desempenho por meio do emprego da peletização.

2.4 Utilização de complexos enzimáticos

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. Isso sugere que misturas de enzimas sejam mais eficientes no aproveitamento dos nutrientes das dietas, pois atuam sobre uma série de substratos e mais efetivas em frangos jovens (1 a 15 dias de idade), porque ainda não apresentam desenvolvimento completo do sistema enzimático (Spring et al., 1996).

O aproveitamento de energia metabolizável do farelo de soja pelas aves é cerca de 30% menor em relação aos suínos. Gimenez (1999) cita também que a diferença na capacidade de aproveitar energia pode ser atribuída à habilidade para digerir os polissacarídeos estruturais da parede celular vegetal, enquanto o intestino grosso das aves apresenta pouca atividade microbiana, atuando mais na absorção de água e eletrólitos. Nos suínos, são produzidos ácidos graxos voláteis que podem suprir até 12% de suas exigências energéticas de manutenção. A deficiência das aves para obter maior contribuição de energia da fermentação dos ácidos graxos voláteis pode ser devido à sua limitada capacidade fermentar a fibra.

Rostagno et al. (2005) elaboraram uma tabela de composição de alimentos para monogástricos, na qual consta o valor da energia metabolizável do farelo de soja para aves e suínos. Enquanto que, para as aves, o valor é de 2.256 kcal EM/kg, nos suínos é de 3.154 kcal EM/kg, comprovando esta deficiência das aves.

As enzimas podem romper diversos fatores antinutricionais em muitos alimentos, aumentando seu valor nutricional, corrigindo esta deficiência. Fatores antinutricionais estão presentes na maioria dos ingredientes da ração e em subprodutos e, na realidade, têm conseqüências nutricionais adversas, tais como

impedir a digestão e ou absorção de nutrientes, alterar a taxa de passagem da digesta, aumentar a atividade microbiana no intestino delgado e alterar a textura das excretas (Schang, 1997).

Embora a indústria de rações utilize o tratamento térmico para eliminar esses fatores antinutricionais, os níveis residuais de lectinas e atividades de inibidores de proteases se mostraram bastantes razoáveis em diferentes amostras de farelo de soja (Soto-Salanova et al., 1996).

Sakomura et al. (1998), confirmam que, além da baixa digestibilidade, os PNAs quando não digeridos, aumentam a viscosidade do quimo intestinal, causando prejuízos no desempenho produtivo, uma vez que apresentam características antinutricionais, porque diminuem a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato digestivo. Como consequência, a ave ingere menos ração, o que dificulta a ação das enzimas endógenas, além de interferir na difusão ou no transporte dos nutrientes. Os PNAs estimulam o consumo de água pelas aves, provocando a eliminação de excretas mais líquidas, tendo efeito adverso sobre a umidade da cama do aviário.

Os mesmos autores lembram ainda, que a lenta passagem do conteúdo intestinal e a baixa absorção causada pela alta viscosidade, que atua como barreira física no processo de digestão e absorção, podem resultar na proliferação de bactérias na região do íleo. Estas bactérias podem inativar os sais biliares, afetando a digestibilidade da gordura. Além disso, os PNAs presentes na dieta causam uma inibição geral na absorção dos macronutrientes e, provavelmente, dos micronutrientes.

A inclusão de enzimas digestivas exógenas nas dietas avícolas reduz a síntese de enzimas endógenas; em consequência, o organismo teria à disposição mais aminoácidos para a síntese protéica. De acordo com Garcia (1997), em situações normais, cerca de 25% das necessidades diárias de nitrogênio podem ser destinados para a síntese de enzimas endógenas.

Partridge & Graham (1995) verificaram que tripsina, quimiotripsina, lipase e α -amilase tiveram redução em, aproximadamente, 40% da secreção duodenal, quando as dietas foram suplementadas com estas enzimas exógenas.

Nir (1998) também observou diminuição da síntese endógena das enzimas pancreáticas, quando pintos de corte, com duas semanas de idade, receberam dietas suplementadas com estas enzimas.

As enzimas podem contribuir para adequar sistemas de alimentação na nutrição de aves. As enzimas oferecem uma possibilidade de redução dos efeitos de fatores antinutricionais presentes em quase todos os alimentos usados atualmente, pois cada complexo enzimático comercial tem uma atividade única em relação às suas misturas sinérgicas de enzimas, tais como proteases, celulasas, pectinases, β -glucanases, etc. Portanto, complexos enzimáticos adequados adicionados à ração devem se adequar ao substrato de polissacarídeo não-amídico dos ingredientes da dieta. Além disso, as enzimas ajudam a reduzir o impacto da produção avícola no meio ambiente, e novas tecnologias, como a engenharia genética, ajudarão no desenvolvimento de enzimas específicas para a solução de problemas alimentares, tornando a criação de aves uma atividade mais lucrativa (Shang, 1996).

2.5 Efeito das enzimas sobre o desempenho produtivo das aves

Existem duas alternativas quando se considera a incorporação de suplementos enzimáticos nas dietas avícolas. A primeira consiste em suplementar as dietas com a 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 o resumo dos resultados de desempenho de 51 ensaios com frangos de corte, onde foram utilizadas dietas fareladas e peletizadas, alimentados com dietas a base de milho e soja ou sorgo e soja, suplementadas com Avizyme-1500®. Os experimentos foram conduzidos em diferentes instituições de pesquisa e empresas avícolas integradoras comerciais, em diversas partes do continente. A adição do suplemento enzimático proporcionou uma melhora, em média, de 2,2% no ganho de peso e 2,8% na conversão alimentar.

A segunda alternativa consiste em alterar a formulação das dietas, para reduzir o custo por tonelada de ração pela adição de enzimas digestivas para 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 neste raciocínio, se a suplementação enzimática for eficaz, os parâmetros produtivos seriam os mesmos.

Scheideler et al. (1998), citados por Freitas et al (2000), avaliaram o efeito da Avizyme 1500® para poedeiras Hy-Line, alimentadas com dietas à base de milho e soja quando o nível de energia foi reduzido em 3%, sobre o desempenho e digestibilidade do amido, por meio da microscopia de imagem. A suplementação enzimática proporcionou melhora significativa na produção de ovos e na conversão alimentar nas dietas com redução de energia. A análise microscópica da digesta, no íleo, revelou menos partículas de amido quando as dietas foram suplementadas com enzimas.

Garcia et al. (1998) avaliaram o desempenho de frangos de corte submetidos às rações à base de milho e soja (farelo de soja e soja integral extrusada), suplementados com um complexo enzimático. Com base nos resultados de desempenho (1 a 42 dias de idade), os autores concluíram que os valores em EM, PB e aminoácidos (Met, Met + Cis e Lis) da soja podem ser

superestimados em 9%, 7% e 5%, respectivamente, na presença dos complexos enzimáticos.

Carvalho (2006), trabalhando com complexo enzimático em rações fareladas para frangos de corte, concluiu que, na fase inicial (1 a 21 dias de idade), a inclusão de 0,03% e 0,04% do complexo enzimático (amilase e β -glucanase) e a combinação 0,04% do complexo enzimático (amilase e β -glucanase) mais 0,01% de xilanase resultaram em melhores ganhos de peso em machos. O uso de complexo enzimático foi efetivo para recuperar o desempenho das aves com dietas com 3% a menos de energia metabolizável, não ocasionando efeitos sobre as características de carcaça e a morfologia intestinal analisadas. O autor observou, ainda, que a eficiência de ação dos complexos enzimáticos depende da idade e do sexo da ave.

Fischer et al. (2002) analisaram o efeito da inclusão de um complexo enzimático à base de amilase, celulase e proteases no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas fareladas à base de milho e farelo de soja. Verificaram diferença estatística na conversão alimentar, na fase de 1 a 28 dias, porém, não observaram diferenças no ganho de peso e no consumo de ração. Os autores superestimaram os níveis energéticos, protéicos e aminoacídico do farelo de soja em 5% e não verificaram diferença estatística no desempenho das aves em relação às alimentadas com as dietas normais.

Brito et al. (2006), em experimento, avaliaram a adição de um complexo enzimático (amilase, protease e celulase) em dietas à base de soja extrusada sobre o desempenho de pintos de corte. Os autores observaram que a adição do complexo enzimático melhorou o GP (3,8%) e a CA (4,24%) das aves.

Entretanto, Pucci et al. (2003) observaram que a adição de enzimas à ração farelada dos frangos de corte não melhorou o desempenho das aves.

Já Souza (2005), trabalhando com complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte observou que a adição de enzimas

em ração farelada à base de milho e farelo de soja melhora o desempenho das aves e melhora a energia metabolizável verdadeira das rações. Observou, ainda, que a utilização de complexo enzimático em rações peletizadas é influenciada pela desnaturação enzimática decorrente das temperaturas utilizadas no processo.

Um melhor desempenho das aves indica um melhor aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta, representando menor excreção destes nutrientes pelas excretas e isso representa menor poluição ambiental.

Observa-se que os fatores sócio-econômicos e ambientais têm sido combinados, na última década, com o intuito de melhorar a qualidade dos alimentos e diminuir o desperdício, refletindo no maior interesse de pesquisadores e técnicos, ligados à nutrição animal, em avaliar o uso de enzimas na alimentação das aves (Nascimento, 1998).

De acordo com Fireman & Fireman (1998), os suínos e as aves excretam mais da metade do fósforo e do nitrogênio consumido pelas suas dietas. Um melhor aproveitamento do fósforo e do nitrogênio contidos na dieta representa menor excreção destes nutrientes pelas fezes e urina. Isso representa menor poluição ambiental, pois o fósforo e o nitrogênio são dois nutrientes limitantes para o crescimento das algas e, quando estes nutrientes alcançam os mananciais hídricos, provocam o aceleração da eutroficação, isto é, a proliferação de matéria orgânica em um meio hídrico e que resulta na multiplicação de matéria vegetal que, por decomposição, provoca a diminuição do oxigênio necessário à vida animal e, com isso, a poluição da água. Este fato é especialmente importante para regiões com grandes concentrações de criatórios de suínos e aves.

Em função disso, a morte e a deteriorização destas algas diminuem a quantidade de oxigênio na água, dificultando ou impedindo a vida neste ambiente. O nitrogênio pode se transformar em nitrato, nitrito e amônia, que

representam as principais substâncias poluentes do ar e das águas. Na saúde humana, podem ser citados problemas como câncer e envenenamento por nitrato. Para amenizar estes problemas, estratégias nutricionais, como formular dietas com base em nutrientes digestíveis (proteína ideal), alimentos processados, diminuir margens de segurança e utilizar enzimas exógenas, são pertinentes.

2.6 Efeito das enzimas sobre a digestibilidade dos nutrientes

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.

Gomes et al. (1998) determinaram o valor da energia digestível em frangos de corte colostomizados, aos 35 dias de idade, alimentados com dietas fareladas à base de milho e farelo de soja, suplementados com complexo enzimático. A suplementação enzimática proporcionou um aumento de 2,55% no valor da energia digestível das dietas.

Ghazi et al. (1997), citado por Gomes et al. (1998), avaliaram o efeito da suplementação de enzimas proteolíticas sobre a digestibilidade ileal e aparente e retenção do nitrogênio em frangos de corte com 26 dias de idade, ingerindo dietas à base de milho e soja. As enzimas proteolíticas exógenas foram eficientes em melhorar a digestibilidade e retenção de nitrogênio.

Rodrigues et al. (2003) observaram melhoria na digestibilidade ileal do amido, da proteína bruta e da energia ileal digestível das rações com a suplementação enzimática de amilase, protease e xilanase, em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte.

Strada et al. (2005) observaram que a adição de complexo enzimático em rações à base de farelo de soja e milho para frangos de corte de 22 a 42 dias

melhorou a eficiência de utilização da energia metabolizável e dos aminoácidos (met, met+cis e lis) em 9% e 7%, respectivamente.

Fernandes et al. (2003) citam que a molécula de fitato possui, em sua estrutura, grupos ortofosfatos altamente ionizáveis, os quais afetam a disponibilidade de cátions como cálcio, zinco, cobre, magnésio e ferro, no trato gastrointestinal, o que resulta na formação de complexos insolúveis. Os grupos ortofosfatos podem também unir-se a enzimas digestivas e proteínas dietéticas, reduzindo a digestibilidade de carboidratos e aminoácidos. Logo, a molécula de fitato é considerada um poderoso fator antinutritivo para monogástricos. Existem suficientes evidências para se concluir que a solubilidade e a viscosidade dos PNAs podem influenciar na digestão de gordura, proteína e amido em frangos de corte, afetando também a digestibilidade da energia e da proteína.

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

Sakomura et al. (2004), analisando o efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e na digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral, concluíram que a digestibilidade da gordura variou em função da idade das aves e foi associada com a atividade da lipase.

Segundo Choct (2006), os importantes avanços recentes com o uso das enzimas indicam que uma estratégia alternativa para a hidrólise dos polissacarídeos não amiláceos e dos compostos antinutritivos dos alimentos para os animais é “construir” animais monogástricos transgênicos capazes de digerir

a celulose, β -glucanos, os xylanos, ou o ácido fítico. Espera-se que sejam desenvolvidos muitos produtos com enzimas, como, por exemplo, por recombinação tecnológica de DNA, mas a relutância em relação aos organismos geneticamente modificados, os chamados transgênicos, para tal propósito protelou o desenvolvimento rápido nesta área de aplicação das enzimas. Há muitos desafios neste campo, que vem rapidamente se expandindo. O desenvolvimento de tecnologias de enzimas precisa ir de mãos dadas com as características das estruturas dos substratos, a microflora intestinal e o sistema imune, pois é esperado que elas tenham uma estabilidade superior e propriedades catalíticas e também estar disponível relativamente a baixo custo.

2.7 Efeito da peletização sobre as vitaminas

As vitaminas são substâncias orgânicas diversas, essenciais para o organismo animal, seja para evitar doenças, seja para favorecer a assimilação de nutrientes, alguns mediante sua transformação em coenzimas ou sua participação em complexo enzimático.

Todas as vitaminas usadas na alimentação animal são produzidas atualmente, em forma industrial mediante processos químicos e microbiológicos. São quimicamente idênticas às vitaminas naturais e equivalentes em ação. A produção de vitaminas em grande escala e em concentração (atividade) permite uma vitaminização fisiologicamente balanceada dos alimentos a um custo acessível. Os suplementos vitamínicos têm sido indispensáveis num sistema intensivo de alimentação hoje em dia, para garantir rendimento e saúde aos animais (McDowell, 1989).

Cada vitamina tem sua estabilidade específica, que depende, principalmente, de sua solubilidade em água e gordura. Assim como a

habilidade de sua estrutura molecular, há tendência da molécula modificar-se quimicamente quando perde atividade biológica.

As vitaminas reagem de forma diferente à umidade, ao calor, à luz, aos íons metálicos pesados, ao pH (sendo ideal 5 a 9) e aos processos de oxidação e redução. Também há incompatibilidade específica na conservação a longo prazo determinada por interação entre a vitamina, o substrato alimentício, as condições ambientais e o tempo.

Portanto os principais fatores que afetam negativamente a estabilidade das vitaminas são: conteúdo relativamente alto de água, em torno de 5% para substratos inorgânicos e 12% para substratos orgânicos; adição de líquidos, isto é, água/vapor, melados, gorduras e ácidos; temperaturas altas e variáveis durante o transporte; temperatura de armazenamento alta e ou períodos longos de armazenamento; a elaboração do pélete, acondicionamento em longo prazo e preparação de melado. O tratamento mecânico em moenda, trituração, prensagem, pode dar lugar a perdas iniciais mais elevadas (Suphke, 1993).

As vitaminas, na sua forma cristalina, seca e pura são razoavelmente estáveis. Entretanto, são facilmente oxidadas em condições neutras ou alcalinas, em que o oxigênio, a umidade, os microelementos, as temperaturas elevadas, a luz e os lipídios oxidados promovem sua oxidação e destruição. Por estas razões, perdas das vitaminas podem ocorrer durante a industrialização e o prolongado armazenamento das rações.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEDFORD, M. R. Efeito del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves. **Avicultura Profesional**, Georgia, v. 14, n. 4, p. 24-29, Winner 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.
- BRENES, A. Influencia de la adición de enzimas sobre el valor nutritivo de las raciones en la alimentación aviar. **Selecciones Avícolas**, Salamanca, v. 3, n. 8, p. 787-794, 1996.
- 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, v. 35, n. 2, p. 457-461, 2006.
- 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. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 62, n. 3, p. 1-15, Mar. 2006.
- CLASSEN, H. L. Enzimas usadas en el alimento. **Avicultura Profesional**, Geórgia, v. 10, n. 4, p. 162-168, 1993.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, São Paulo: **SINDIRAÇÕES/ANFAL**; Campinas: CBNA/SDR, 2005, 400 p.
- COWAN, W. D. Enzimas en alimentos para pollos de engorde. **Avicultura Profesional**, Georgia, v. 7, n. 3, p. 107-112, 1990.
- COWAN, W. D. Understanding the manufacturing, distribution, application, and overall, quality of enzymes in poultry feeds. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, p. 93-99, 1993.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. p. 115-129.

DIAS, J. C. C. A.; SANTIAGO, G. S.; FERREIRA, W. M. Avaliação da estabilidade *in vitro* de uma protease comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 2, p. 167-172, 2002.

FERKET, P. R. Enfoque sobre enzimas para aves. **Feeding Times**, Madrid, v. 2, n. 1, p. 19-20, 1997.

FERNANDES, E. A.; BRANDEBURGO, M. I. H.; SILVEIRA, M. M., MARCACINE, B. A. Avaliação da adição de enzima fitase em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Resumos...** Campinas: FACTA, 2003. p. 33.

FIREMAN, F. A. T.; FIREMANN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 173-178, 1998.

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

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.

FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; ESPÍNDOLA, G. B. Efeito da suplementação enzimática em rações à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1103-1109, 2000.

GARCIA, O. Enzimas: recentes contribuições para a sua aplicação em nutrição animal. In: ENCONTRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3., 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENA, 1997. p. 1-9.

GARCIA, E. R. M.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C.; OVIEDO RONDON, E. O.; OLIVEIRA, P. B. Suplementação enzimática em rações contendo farelo de soja e soja integral extrusada e o desempenho de frangos. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998 Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 407.

GOMES, L. F.; MACARI, M.; FURLAN, R. L.; SECATO, E. R.; GUERREIRO, J. R. Efeito do uso de enzimas sobre a digestibilidade de dieta a base de milho e farelo de soja em frangos de corte colostomizados. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998, Campinas. **Resumos...** Campinas: FACTA, 1998. p. 6.

GIMENEZ, R. D. Enzimas exógenas, sus efectos sobre la nutrición y sobre la flora microbiana intestinal del lechón destetado. **Avances en Tecnología Porcina**, Salamanca, p. 770-779, 1999.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AVESUI, 2006. p. 34-47.

LEHNINGER, A L. Azúcares, polissacárideos de reserva y paredes celulares. In: _____. **Bioquímica**. 8. ed. Barcelona: Omega, 1984. p. 255-284.

McDOWELL L. R. **Vitamins in animal nutrition**: comparative aspects to human nutrition. San Diego, CA: Academy Press, 1989. 486 p.

NASCIMENTO, A H. Uso de enzimas em rações para frangos de corte. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1998. p. 267-278.

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

NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p. 81-91.

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.

PARTRIGE, G.; GRAHAM, H. **Utilização de enzimas na alimentação de suínos**. Marlborough: Finnfeeds International, 1995. p. 1-11.

- PEIXOTO, R. R.; MAIER, J. C. Aditivos. In: _____. **Nutrição e alimentação animal**. 2. ed. Pelotas: EDUCAT/UFPel, 1993. p. 125-130.
- 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.
- PIQUER, F. J. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en nutrición animal: estudio comparativo entre espécies. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO, 12., 1996, Madrid. **Anais...** Madrid: FEDNA, 1996.
- PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.
- ROSTAGNO, H. S. (Coord.) **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2000. 141 p.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; BARBOZA, W. A.; TOLEDO, R. S. 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, v. 32, n. 1, p. 171-182, 2003.
- SAKOMURA, N. K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO Jr., CAFÉ, M.B.; FREITAS, E. R. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.
- SAKOMURA, N. K.; ZANELLA, I.; LONGO, F. A.; PACK, M.; SOTO-SALANOVA, M.; FIGUEIREDO, A. N.; MAGON, L. Efeito da suplementação de um complexo multienzimático em dietas à base de milho e de soja sobre a digestibilidade em aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Resumos...** Facta, 1998. p. 38.
- SCHANG, M. J. Soja – afinal uma enzima que pode liberar sua energia. **Feeding Times**, Madrid, v. 2, p. 35- 38, 1997.
- SCHANG, M. J. O uso da enzima Vegpro em dietas para frangos em crescimento. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 6., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, 1996. p. 71-77.

SELL, J. L. Últimos avances en nutrición de aves. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, 13., 1997, Madrid. **Anais...** Madrid: FEDNA, 1997.

SOTO-SALANOVA, M. F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H. 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. **Uso de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte.** 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPRING, P.; NEWMAN, K. E.; WENK, C.; MESSIKOMMER, R.; VRANJES, M.V. Effect of Pelleting Temperature on the Activity of Different Enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 3, p. 357-61, Mar. 1996.

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

SUPHKE, E. **Las vitaminas en la nutrición animal.** 3. ed. rev. España: AWT, 1993. 57 p.

TEJEDOR, A T.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; LIMA, C. A. R.; VIEITES, F. R. 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, v. 30, n. 3, p. 809-816, 2001.

VIEIRA, S. L. Oportunidades para o uso de enzimas em dietas vegetarianas. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 4., 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: SBA, 2003. p. 91-95.

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

CAPÍTULO II

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

1 INTRODUÇÃO

Na avicultura, a alimentação representa 75% do custo de produção e destes mais de 90% das dietas é constituído de milho e farelo de soja. Porém, os nutrientes contidos nestes ingredientes, principalmente no farelo de soja, apresenta constituintes que não são inteiramente digeridos e absorvidos pelas aves, entre eles, estão os polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Por outro lado, as enzimas podem atuar na hidrólise rompendo as ligações químicas desses PNAs, aumentando, assim, a energia disponível, reduzindo a viscosidade e melhorando a disponibilidade de todos os componentes nutritivos do alimento, melhorando assim a produtividade dos animais.

No processo de peletização das rações há também uma melhora da produtividade dos animais, proporcionada pela digestibilidade dos nutrientes por meio da ação mecânica, temperatura e umidade utilizadas no processo. Existem, todavia, alguns fatores limitantes na adição de enzimas em rações peletizadas para aves. As condições de processamento das rações, como temperatura, umidade, tempo e pressão, podem comprometer a ação das enzimas na dieta dos animais (Francesch, 1996).

Ao longo dos anos, vários autores (Figueiredo et al., 1998; Graham, 1997; Mendes et al., 1981; Pack & Bedford, 1997; Rodrigues et al., 2003; Soto-Salanova et al., 1996; Zanella et al., 1999), trabalhando com dietas fareladas e Nilipour (1993) trabalhando com dietas peletizadas, demonstraram efeitos positivos no desempenho e na digestibilidade das proteínas, quando houve adição de enzimas em rações à base de milho e farelo de soja, formuladas com valores reduzidos de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos.

Dessa forma, o presente trabalho foi conduzido tendo como objetivo avaliar a 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.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio com frangos de corte, onde avaliou-se o desempenho e determinou-se a energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e da proteína bruta (CDPB) das dietas.

2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido na sala de metabolismo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

O município de Lavras localiza-se na região Sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste de Greenwich. A temperatura média anual é de 20°C.

2.2 Aves e instalações

Foram utilizados 350 pintos de corte de 1 dia de idade, machos, da linhagem Cobb, vacinados contra doença de Marek e Bouda Aviária e com peso médio inicial de 47g ± 2,5g. As aves, em número de cinco, foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 50cm x 50cm x 50cm, dotadas de um comedouro tipo calha e um bebedouro tipo copo de pressão.

2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos em arranjos fatorial 3 x 2 (três dietas, com ou sem

enzimas). Realizando-se simultaneamente, o desempenho com 10 repetições e o metabolismo, com 5 repetições, seguindo-se o mesmo delineamento, em uma densidade de 5 aves por parcela (gaiola), perfazendo um total de 60 parcelas. As dietas consistiram de uma ração farelada e duas rações peletizadas, sendo uma com adição de vitaminas e minerais após a peletização e a outra com adição de vitaminas e minerais antes da peletização, que foram formuladas com e sem adição de complexo enzimático e para atender a 95% das recomendações de Rostagno et al. (2000). As rações foram fornecidas às aves com uma restrição alimentar de, aproximadamente, 10% do consumo *ad libitum*, o qual foi calculado diariamente a partir do consumo médio de um grupo de aves controle, que consumiram à vontade uma ração formulada para atender a 100% dos níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000).

O complexo enzimático utilizado (Allzyme Vegpro®) continha em sua composição as enzimas amilase, protease e celulase que foi adicionado aos tratamentos seguindo as recomendações do fabricante, de 0,5 kg do complexo enzimático por tonelada de ração.

Todas as rações experimentais foram preparadas e processadas na fábrica de rações da Total Alimentos S.A, em Três Corações, MG. No setor de produção de rações do DZO-UFLA, as rações peletizadas foram trituradas (triturador tipo martelo, marca Benedetti) buscando-se manter a mesma granulometria das rações fareladas. Após trituração, os premixes de vitaminas e de minerais foram adicionados na proporção de 1 kg por tonelada de ração, naquelas em que estes nutrientes não foram adicionados antes da peletização, utilizando-se um misturador tipo Betoneira, (marca Equifabril, modelo MCD 6), acionado, durante 15 minutos, a 1.750 r.p.m.

As rações peletizadas foram preparadas pelo processo de mistura convencional e peletizadas, usando-se uma peletizadora industrial (Marca CPM 2000) com peneira de 4,0 mm (3/32), e temperatura interna da peletizadora

variando de 58°C a 62°C. As temperaturas médias e o tempo gasto de peletização das rações sem e com enzimas e com adição de minerais e vitaminas antes ou após a peletização encontram-se nas Tabelas 1A e 2A (Anexos).

Nas dietas experimentais não se utilizou promotor de crescimento porque os animais foram criados somente em gaiolas.

As composições percentual e nutritiva das rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Composição percentual das rações experimentais utilizadas. ¹

Ingredientes	Sem enzima	Com enzima
Milho	60,00	60,00
Farelo de soja	33,40	33,40
Óleo de soja	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	1,72	1,72
Calcário calcítico	0,90	0,90
Sal comum	0,40	0,40
Premix mineral ²	0,10	0,10
Premix vitamínico ³	0,10	0,10
DL-metionina 98%	0,18	0,18
L-lisina-HCl 99%	0,10	0,10
Cloreto de colina 60%	0,05	0,05
Anticoccidiano ⁴	0,05	0,05
Inerte (caulim)	2,00	1,95
Enzima	0,00	0,05
Total	100 kg	100 kg
Composição nutritiva calculada das rações experimentais.		
Nutrientes	Rostagno et al. (2000)	95% recomendações
Energia metabolizável, kcal/kg	3000	2850
Proteína bruta, %	21,40	20,33
Cálcio, %	0,96	0,91
Fósforo disponível, %	0,45	0,42
Sódio, %	0,22	0,21
Metionina + cistina, %	0,897	0,85
Lisina, %	1,263	1,20
Treonina, %	0,795	0,76
Triptofano, %	0,21	0,19

¹ Calculado de acordo com a composição química e níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000).

² Premix mineral: níveis de garantia, por kg do produto: cálcio 101.570mg; cobre 20.000mg; ferro 50.000mg; iodo 2400mg; manganês 170.000mg; zinco 100.000mg; selênio 1.000mg;

³ Premix vitamínico: níveis de garantia, por kg do produto: vitamina A 32.000.000 UI; vitamina D3 6.000.000 UI; vitamina E 60.000 mg; vitamina k3 8.000mg; vitamina B1 5.000mg; vitamina B2 20.000mg; vitamina B6 7.500mg; vitamina B12 60.000µg; ácido pantotênico 40.000mg; niacina 120.000mg; ácido fólico 2.500mg; biotina 400.000µg; antioxidante 125.000mg. ⁴ Anticoccidiano: Salinomicina 12%.

2.4 Manejo experimental

Nas duas primeiras semanas do experimento, as aves foram aquecidas com campânulas a gás, colocadas em direção a gaiolas à altura das mesmas e, durante todo período experimental, a sala de metabolismo foi iluminada 24 horas por dia, com lâmpadas incandescentes de 150 watts. A sendo as temperaturas máxima, mínima e ambiente e a umidade relativa (Tabela 3 A do anexo) foram registradas diariamente por meio de um termohigrômetro.

O consumo de ração das aves foi controlado diariamente pela diferença entre o peso de ração fornecida e a sobra no comedouro no dia seguinte em todas as parcelas experimentais do grupo controle, cuja a distribuição de ração foi *ad libitum*, seguindo as recomendações do manual da linhagem Cobb 500. Com os valores determinados em cada repetição do grupo controle, obteve-se a média e, com esta, fêz-se à restrição de aproximadamente 10%, obtendo-se a quantia de ração a ser distribuída para as aves dos tratamentos experimentais.

Para determinar a energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido, os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da proteína bruta, foi utilizado o método de coleta total das excretas, sendo esta realizada uma vez ao dia, durante o período de três dias (20º, 21º e 22º dias de idade).

2.5 Variáveis analisadas

2.5.1 Desempenho

Foram realizadas pesagens das aves no 1º e no 21º dias de idade e diariamente controlado o consumo de ração, para avaliação do desempenho por meio do ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA).

O ganho de peso foi determinado através da pesagem do grupo de animais de cada parcela, pela diferença entre o seu peso inicial e o peso aos 21 dias.

A conversão alimentar foi calculada utilizando o consumo de ração e o ganho de peso das unidades experimentais.

2.5.2 Metabolismo

Para determinar a energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido e os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da proteína bruta, foram coletadas as excretas das aves no período final da fase experimental (20 a 22 dias de idade).

Foi utilizado o método de coleta total das excretas, realizada uma vez ao dia, durante o período de três dias, sendo este período considerado suficiente, segundo Rodrigues et al. (2005). As bandejas instaladas sob as gaiolas foram revestidas com plástico, para evitar perdas. Foram utilizadas 5 repetições de 5 aves por parcela. Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o período final de coleta, quando foram pesadas, descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de 350g para análises, passando por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas, a fim de promover a pré-secagem e determinar o peso da amostra seca ao ar. A

seguir, as amostras foram processadas em moinho tipo faca, com peneira de 1mm e acondicionadas em potes plásticos, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, junto com amostras das rações experimentais, para determinação, em triplicatas, da matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), que foi determinada em bomba calorimétrica adiabática (PARR - Modelo 1261), seguindo a metodologia descrita por (Silva, 2002).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados a EMAn, por meio das fórmulas descritas por Matterson et al. (1965) e os CDEE e CDPB, por meio das fórmulas abaixo:

$$\text{CDPB} = \frac{\text{proteína bruta ingerida (g)} - \text{proteína bruta excretada (g)}}{\text{proteína bruta ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{CDEE} = \frac{\text{extrato etéreo ingerido (g)} - \text{extrato etéreo excretado (g)}}{\text{extrato etéreo ingerido (g)}} \times 100$$

2.6 Análise estatística

Os resultados de EMAn, CDPB e CDEE foram submetidos a análises de variância utilizando o pacote computacional Sistemas para Análises de Variância (SISVAR), segundo Ferreira (2000), sendo os tratamentos comparados pelo teste de médias Student-Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico usado para a análise dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + Z_j + (DZ)_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : valor observado referente à dieta i , uso da enzima j , na repetição k ,
com $i=1,2,3$; $j=1,2$; $k=1,2,3,4,5$ (desempenho) e $k=1,2,3,4,5$ (metabolismo);

μ : constante associada a todas as observações;

D_i : efeito da dieta i , em que $i=1, 2, 3$;

Z_j : efeito da enzima j , em que $j=1,2$;

DZ_{ij} : é o efeito da interação da i -ésima dieta com o j -ésimo enzima;

e_{ijk} : é o erro associado a cada observação que, por hipótese, é independente e tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio de desempenho

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios do ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) das aves, no período de 1 a 21 dias de idade.

Não foi observada interação significativa ($P>0,05$) entre as dietas e enzimas e nem efeito ($P>0,05$) das dietas sobre o consumo de ração, visto que o mesmo foi restrito, atendendo-se, então, aos objetivos propostos.

Apesar da restrição no consumo, aplicada em todos os tratamentos experimentais, observa-se que os resultados do presente trabalho corroboram com aqueles obtidos por Fischer et al. (2002), que também não observaram diferença no consumo quando adicionaram enzimas em rações fareladas. Entretanto, Garcia et al. (2000) verificaram maior consumo de ração em frangos de corte, tanto em dietas fareladas quanto peletizadas, à base de milho e soja, quando foram suplementadas com as mesmas enzimas, cabendo ressaltar novamente que esses autores não trabalharam com restrição alimentar, o que foi feito no presente experimento.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Brum et al. (2005) que observaram aumento de consumo de ração e do ganho de peso sem afetar a conversão alimentar e retenção de energia, embora esses autores não tenham trabalhado com restrição alimentar.

Os resultados observados para o ganho de peso dos frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade encontram-se na Tabela 2, mostrando interação significativa ($P<0,01$) entre as dietas e a adição de enzimas e havendo efeito significativo ($P<0,01$) das dietas sobre ganho de peso. Houve diferença significativa ($P<0,05$) das enzimas sobre o ganho de peso.

Fazendo-se uma comparação entre a adição ou não de enzimas, para cada dieta, verifica-se que o uso do complexo enzimático influenciou ($P < 0,05$) o ganho de peso das aves, podendo-se observar melhor desempenho das aves que receberam a ração farelada com enzimas e a ração peletizada com enzima com adição de vitaminas e minerais antes da peletização.

Observou-se que o ganho de peso foi melhorado em 3,31% quando se utilizou a ração farelada com enzimas e, no caso das rações peletizadas com enzimas e com adição de vitaminas e minerais antes da peletização, observaram-se melhoras no ganho de peso de 1,78% em relação às dietas não suplementadas, evidenciando o efeito positivo das enzimas quando adicionadas às rações das aves.

TABELA 2 Desempenho, de 1 a 21 dias de idade, de frangos de corte, alimentados com dietas fareladas e peletizadas, adicionadas ou não com enzimas e com adição de vitaminas e minerais após e antes da peletização e seus respectivos desvios padrões.

1 a 21 dias						
Dietas ¹	Ganho de peso (g) ^{1,2}			Conversão alimentar (g/g)		
	Com enzima	Sem enzima	Média	Com enzima	Sem enzima	Média
1	593 (14) Aa	574(13) Bb	584	1,73(0,04)Aa	1,79(0,04)Bb	1,76
2	566 (10) Ba	573(09)Ba	570	1,81(0,03)Ba	1,79(0,03)Ba	1,80
3	583 (10) Aa	573(09) Bb	578	1,76(0,03)Aa	1,80(0,03)Bb	1,77
Média	580	573		1,76	1,79	
CV%		1,95			1,98	

1- Dieta farelada sem enzima; farelada com enzima; peletizada sem enzima com adição de vitaminas/minerais após peletização; peletizada com enzima com adição de vitaminas/minerais após peletização; peletizada sem enzima com adição de vitaminas/minerais antes peletização; peletizada com enzima com adição de vitaminas/minerais antes da peletização;

1- Médias com letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$), pelo teste de médias Student-Newman-Keuls.

2 – Médias com letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$), pelo teste F.

Os resultados de conversão alimentar dos frangos de corte estão apresentados na Tabela 2, tendo havido interação significativa ($P < 0,01$) entre as dietas e a adição de enzimas. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) das dietas sobre a conversão alimentar e diferença significativa ($P < 0,05$) das enzimas sobre a conversão alimentar. Os dados indicaram melhora na conversão alimentar nas rações fareladas com enzimas de 2,81% e, nas peletizadas com enzimas com adição de vitaminas e minerais antes da peletização, melhora de 1,68%, evidenciando o efeito das enzimas e vitaminas.

Os resultados deste experimento estão de acordo com os achados por Graham (1997); Mendes et al. (1981); Pack & Bedford (1997); Soto-Salanova et al. (1996); Zanella et al. (1999), que utilizaram dietas fareladas e Nilipour (1993), trabalhando com dietas peletizadas. Figueiredo et al. (1998), Torres et al. (2001) e Torres et al. (2003), trabalhando com rações fareladas e com níveis protéicos e energéticos reduzidos, demonstraram efeitos positivos no desempenho de frangos de corte quando houve adição de enzimas em rações à base de milho e farelo de soja, formuladas com valores reduzidos de EM, PB e aminoácidos.

No entanto, Strada et al. (2005) e Tejedor et al. (2001), também utilizando o complexo enzimático Allzyme Vegpro® 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, discordando dos valores encontrados no presente trabalho.

Os resultados encontrados no presente experimento sugerem que a suplementação enzimática das dietas com Allzyme Vegpro® contribuiu para um maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, promovendo, assim, maior liberação de nutrientes, o que explica o maior desempenho dos animais. As enzimas atuam hidrolisando os PNAs reduzindo seu peso molecular, promovendo, desse modo, a redução da viscosidade do meio em que estas são

diluídas, melhorando a digestibilidade dos nutrientes e promovendo um melhor desempenho dos animais. Esta suposição é reforçada pelo fato de as aves que receberam dietas sem suplementação enzimática terem apresentado desempenho inferior.

Resultados referentes ao grupo controle do consumo médio de ração foram de 1.205g (60g), o ganho de peso 672g (32g) e a conversão alimentar 1,79g/g (0,11).

3.2 Ensaio de metabolismo

Evidências recentes indicam que as aves podem apresentar capacidade digestiva limitada durante as primeiras semanas de vida e que, mediante a adição de complexos enzimáticos, esta capacidade pode ser aumentada, melhorando o desempenho geral dos frango de corte (Francesch, 1996; Garcia et al., 2000; Lecznieski, 2006).

Os valores médios da energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e da proteína bruta (CDPB) das rações experimentais são apresentados na Tabela 3.

Resultados referentes ao tratamento controle foram de EMAn 3.121 (35)kcal/kg, e CDEE 79,6% (0,7) e CDPB 79,1% (2,1).

TABELA 3 Valores energéticos, coeficiente de digestibilidade de nutrientes e seus respectivos desvios padrões, de frangos de corte, alimentados com dietas fareladas e peletizadas, com e sem enzimas, com adição de vitaminas e minerais após e antes da peletização, no período de 1 aos 21 dias de idade.

1 a 21 dias									
Dietas¹	EMAn (kcal/kg MS)^{1,2}			CDEE (%)			CDPB (%)		
	Com enzima	Sem enzima	Média	Com enzima	Sem enzima	Média	Com enzima	Sem enzima	Média
1	3092 (21) Aa	2900 (30) Bb	2996	78,2 (1,9) Aa	71,0 (2,2) Bb	74,6	77,1 (1,3) Aa	71,6 (1,5) Bb	74,5
2	2936 (83) Bb	2956 (69) Bb	2946	71,7 (2,3) Bb	71,7 (1,6) Bb	71,7	71,5 (1,9) Bb	70,8 (1,6) Bb	71,2
3	3094 (24) Aa	2962 (28) Bb	3028	76,5 (1,2) Aa	71,7 (2,5) Bb	74,1	77,1 (2,8) Aa	71,9 (4,6) Bb	74,5
Média	3040	2939		75,5	71,5		75,2	71,5	
CV%		1,64			2,71			3,46	

1- Dieta farelada sem enzima; farelada com enzima; peletizada sem enzima com adição de vitaminas/minerais após peletização; peletizada com enzima com adição de vitaminas/minerais após peletização; peletizada sem enzima com adição de vitaminas/minerais antes peletização; peletizada com enzima com adição de vitaminas/minerais antes da peletização;

1-- Médias com letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas (P< 0,05), pelo teste de médias Student-Newman-Keuls.

2 – Médias com letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas (P<0,05), pelo teste F.

Pelos valores de EMAn determinados observa-se que houve interação significativa ($P < 0,01$) entre as dietas e a adição de enzimas. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) das dietas sobre a EMAn e diferença significativa ($P < 0,01$) das enzimas sobre a EMAn. Verifica-se um aumento significativo na EMAn das aves que receberam a ração farelada com enzimas, representando 6,58% de melhora no valor energético em comparação às aves que receberam a ração farelada sem enzimas. Também as aves que receberam rações peletizadas com enzimas e com adição de vitaminas e minerais antes da peletização apresentaram melhora de 4,46%, em relação àquelas que receberam as rações não suplementadas, evidenciando a eficácia do uso do complexo enzimático e a adição de vitaminas e minerais antes da peletização. Por meio da ação conjunta das enzimas, pode ter havido uma diminuição da viscosidade da digesta com aumento da absorção dos nutrientes da ração.

Estabelecendo-se uma comparação entre a adição de enzimas, para cada dieta, constata-se que a EMAn para as aves que consumiram as rações que continham enzimas foi superior as demais rações evidenciando que a inclusão da enzima foi eficiente em melhorar a EMAn.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Zanella et al. (1999) que, trabalhando com enzimas, obteve diferença significativa nos valores da EMAn de frangos intactos. O referido autor observou um acréscimo que variou de 1,09% a 2,77%, resultando em um aumento médio de 1,93%, que foi atribuído aos aumentos dos coeficientes de digestibilidade da gordura e do amido, principais constituintes que fornecem energia da dieta, proporcionados pela adição de enzimas, porém, destaca-se que os referidos autores não trabalharam com restrição alimentar.

Trabalho conduzido por Carvalho (2006) também observou um acréscimo que variou de 2,01% a 4,36% da EMAn, em um experimento com frangos de corte, testando complexos enzimáticos em rações fareladas. Porém, o

presente trabalho, o aumento foi de 6,58% nas rações fareladas com enzimas e de 4,46% quando utilizaram-se as rações peletizadas com enzimas e com adição de vitaminas e minerais antes da peletização, portanto superior àquelas encontradas pelo referido autor.

Resultados obtidos por Souza (2005), trabalhando com um complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte, observou que a EMA do milho e do farelo de soja podem ser valoradas em 2% e 9%, respectivamente, sem afetar o desempenho das aves.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre as dietas e a adição de enzimas e efeito significativo ($P < 0,01$) das dietas sobre o CDEE. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) das enzimas sobre o CDEE. As aves que receberam as rações fareladas com enzimas melhoraram o CDEE em 10,11% e para as aves que receberam rações peletizadas com enzimas com adição de vitaminas e minerais antes da peletização, houve aumento de 6,61% em relação às dietas não suplementadas.

O CDEE, apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) com a suplementação enzimática adicionada às rações, corroborando com Schang (1996). Este autor observou um maior teor de gordura em frangos, demonstrando a capacidade das enzimas em melhorar a digestibilidade da energia. A utilização de enzimas proporciona uma melhora na digestibilidade dos nutrientes e no valor nutritivo das dietas formuladas com milho e farelo de soja, resultando em melhor desempenho de frangos de corte.

Não foi observada interação significativa ($P > 0,05$) entre as dietas e a adição de enzimas no CDPB. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da dieta sobre o CDPB e diferença significativa ($P < 0,01$) das enzimas sobre o CDPB. Nas aves que receberam as rações fareladas com enzimas, o aumento foi de 7,68% e nas que receberam rações peletizadas com enzimas com adição de vitaminas e

minerais antes da peletização, o aumento foi de 7,15% em relação às dietas não suplementadas.

Estabelecendo-se uma comparação entre a adição de enzimas, para cada dieta, constata-se que CDEE e CDPB, para as aves que consumiram as rações que continham enzimas, foram superiores às demais rações, sendo que a inclusão da enzima foi eficiente em melhorar a CDEE e CDPB neste experimento.

Neste experimento, não era esperado efeito das enzimas sobre as gorduras, uma vez que o complexo enzimático não continha lipase. Entretanto, observou-se uma melhora em todos os tratamentos, que pode ser devido à ação indireta da enzima celulase, que atua rompendo a parede celular dos alimentos, facilitando o contato do substrato com as enzimas.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com aqueles encontrados por Zanella et al. (1999), com exceção da digestibilidade do extrato etéreo, na qual os referidos autores não obtiveram diferenças significativas.

Entretanto, em trabalho conduzido por Carvalho (2006), a utilização de complexos enzimáticos não influenciou o CDPB das dietas de frangos de corte com 1 aos 42 dias de idade.

Há de se considerar a possibilidade de que a temperatura de peletização (58° a 62°C) tenha sido suficiente para provocar uma gelatinização do amido, promovendo o desagregamento dos grânulos de amilose e amilopectinas, e o rompimento da parede celular. Dessa forma, o aproveitamento dos mesmos foi facilitado e também houve alterações das estruturas terciárias das proteínas, facilitando a digestão das mesmas. A suplementação com enzimas nas dietas peletizadas foi suficiente para promover um melhor desempenho neste grupo de aves, estes resultados concorda com Vargas et al. (2001), que comentam que a peletização proporciona um aumento do valor energético e melhora a

digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica, temperatura e umidade utilizadas no processo.

Trabalhos conduzidos por Garcia et al. (2000) também mostraram respostas positivas sobre as digestibilidades da energia e da proteína, quando dietas à base de milho e farelo de soja foram suplementadas com enzimas proteolíticas, reforçando a hipótese de que os PNAs do farelo de soja têm suas atividades reduzidas apenas em presença de enzimas exógenas, entretanto, Zanotto et al. (1998) afirmam ser possível que a melhoria no desempenho de frangos com dieta peletizada, seja devido ao maior aporte energético para o crescimento, em vez da melhoria no valor da EMAn, e do CDEE da dieta.

4 CONCLUSÕES

1) Houve influência da peletização das rações sobre a adição de enzimas e vitaminas antes ou após o processo de peletização;

2) O processo de peletização das rações utilizando a adição de enzimas, vitaminas e minerais antes da peletização promoveu melhorias no desempenho geral das aves, refletindo positivamente no ganho de peso, na conversão alimentar e nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo e energia metabolizável aparente corrigida das aves.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância de dados balanceados:** pacote computacional. Lavras: DEX-UFLA, Lavras, 2000.

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

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

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, AC ; 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**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1414-1426, 2000.

GRAHAM, H. Enzimas para dietas de maiz-soya paraparrilleros. **Avicultura Profesional**, Madrid, v. 4, n. 6, p. 22-24, 1997.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AVESUI, 2006. p. 34-47.

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).

MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S.; PEZZATO, A. C. Efeito da adição de enzimas em rações para frangos de corte: Amilase, protease, celulase. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 7., 1981, Recife. **Anais...** Recife: CBA, 1981. p. 467-476.

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

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.

ROSTAGNO, H. S. (Coord.) **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2000. 141 p.

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

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; BARBOZA, W. A.; TOLEDO, R. S. 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, v. 32, n. 1, p. 171-182, 2003.

SCHANG, M. J. O uso da enzima Vegpro em dietas para frangos em crescimento. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 6., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, 1996. p. 71-77.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV. Imprensa Univesitária, 2002. 165 p.

SOTO-SALANOVA, M. F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H.; PACK, M. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 20., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1996. p. 71-76.

SOUZA, R. M. **Uso de complexo enzimático em rações fareladas e peletizadas para frangos de corte.** 2005. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

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

TORRES, D. M.; COTTA, J. T. B.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, E. C.; ALVES, E. L.; MUNIZ, J. A.; FONSECA, R. A.; USHIJIMA, H. S. Efeitos da suplementação enzimática em dietas à 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: SBZ, 2001. p. 200-209.

TEJEDOR, A. T.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; LIMA, C. A. R.; VIEITES, F. R. 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, v. 30, n. 3, p. 809-816, 2001.

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.

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

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K. 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, D. L.; BRUM P, A R.; GUIDONI. A L. Granulometria do milho, peletização da dieta e metabolismo com frangos de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas.
Resumos... Campinas: FACTA, 1998. p. 33.

ANEXOS

TABELA	PAGINA
TABELA 1 A - Temperaturas médias (°C) e tempo gasto no preparo das dietas experimentais peletizadas sem enzimas e dieta peletizada com enzimas ambas sem vitaminas e minerais, utilizadas no período de 1 aos 21 dias de idade dos frangos de corte.....	52
TABELA 2 A Temperaturas médias (°C) e tempo gasto no preparo das dietas experimentais peletizadas sem enzimas e dieta peletizada com enzimas, ambas com vitaminas e minerais, utilizadas no período de 1 aos 21 dias de idade dos frangos de corte.....	52
TABELA 3 A - Temperaturas máximas, mínimas, ambiente e umidade relativa, durante o período experimental.....	53
TABELA 4 A - Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso médio diário (GP) e conversão alimentar (CA), de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte, recebendo rações com diferentes formas físicas, com e sem enzimas e com adição de vitaminas e minerais antes e após a peletização da ração.....	54
TABELA 5 A Quadrados médios da análise de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade aparente de extrato etéreo (CDEE), de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte, e da proteína bruta (CDPB) recebendo rações com diferentes formas físicas, com e sem enzimas e com adição de vitaminas e minerais antes e após a peletização da ração.....	54

TABELA 1 A - Temperaturas médias (°C) e tempo gasto no preparo das dietas experimentais peletizadas sem enzimas e sem vitaminas e minerais e dieta peletizada com enzimas e sem vitaminas e minerais, utilizadas no período de 1 aos 21 dias de idade dos frangos de corte

Peletizada sem enzima (sem vit./min)	Peletizada com enzima (sem vit./min)
Temperatura de saída do condicionador 55°C	Temperatura de saída do condicionador 54°C
Temp. saída peletizadora 46°C	Temp. saída peletizadora 50°C
Temp. entrada resfriador 46°C	Temp. entrada resfriador 50°C
Temp. saída resfriador 34°C	Temp. saída resfriador 35°C
Temp. ambiente 28°C	Temp. ambiente 28°C
Tempo gasto (minutos) 09	Tempo gasto (minutos) 05

FONTE: Total Alimentos S. A

TABELA 2 A - Temperaturas médias (°C) e tempo gasto no preparo das dietas experimentais peletizadas sem enzimas e dieta peletizada com enzimas, utilizadas no período de 1 aos 21 dias de idade dos frangos de corte

Peletizadas sem enzima (com vit./min)	Peletizadas com enzima (com vit./min)
Temp. saída condicionador 50°C	Temp. saída condicionador 56°C
Temp. saída peletizadora 48°C	Temp. saída peletizadora 50°C
Temp. entrada resfriador 48°C	Temp. entrada resfriador 50°C
Temp. saída resfriador 36°C	Temp. saída resfriador 34°C
Temp. ambiente 28°C	Temp. ambiente 28°C
Tempo gasto (minutos) 06	Tempo gasto (minutos) 05

FONTE: Total Alimentos S.A

TABELA 3 A - Temperaturas máximas, mínimas, ambiente e umidade relativa, durante o período experimental.

Período	TEMPERATURAS (°C)			UMIDADE RELATIVA (%)
	MÁXIMA	MÍNIMA	AMBIENTE	MÉDIAS
1º dia	32	27	29	71
2º	31	27	29	67
3º	31	25	29	72
4º	31	27	28	68
5º	29	28	29	71
6º	30	26	27	67
7º	30	26	27	60
8º	30	27	28	64
9º	29	27	28	72
10º	29	27	28	74
11º	29	26	27	81
12º	29	26	27	73
13º	28	25	26	66
14º	28	25	26	59
15º	27	25	26	59
16º	27	25	25	65
17º	26	25	26	61
18º	26	25	26	60
19º	28	25	25	63
20º	28	26	26	79
21º	29	21	24	80
22º	28	21	25	78
Média	28,6	25,0	26,8	68,6

TABELA 4 A - Quadrados médios da análise de variância para o ganho de peso e conversão alimentar, de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GANHO DE PESO	CONVERSÃO ALIMENTAR
DIETA	2	904,08150**	0,008662**
ENZIMA	1	814,75350*	0,006827*
DIETA X ENZIMA	2	880,89350**	0,007252**
ERRO	54	126,360167	0,001245
CV%		1,95	1,98

** (P<0,01), * (P<0,05), ns – não significativo.

TABELA 5 A - Quadrados médios de análise de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e proteína bruta (CDPB), de 1 a 21 dias de idade dos frangos de corte.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	EMAn	CDEE	CDPB
DIETA	2	16871,876563 **	23,958653 **	35,814493 *
ENZIMA	1	76353,048030 **	117,572403**	107,730750 **
DIETA X ENZIMA	2	29761,971330**	33,945053**	17,860960 ns
ERRO	24	2407,058558	3,969017	6,433228
CV (%)		1,64	2,71	3,46

** (P<0,01), * (P<0,05), ns – não significativo.