



HENRIQUE BRAGA OLIVEIRA

**USO DE UMA ALFA-AMILASE EXÓGENA EM
RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

LAVRAS-MG

2012

HENRIQUE BRAGA OLIVEIRA

**USO DE UMA ALFA-AMILASE EXÓGENA EM RAÇÕES DE
FRANGOS DE CORTE**

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

Orientador

Dr. Antônio Gilberto Bertechini

Coorientador

Dr. Édison José Fassani

LAVRAS - MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Oliveira, Henrique Braga.

Uso de uma alfa-amilase exógena em rações de frangos de corte /
Henrique Braga Oliveira. – Lavras : UFLA, 2012.
42 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Antônio Gilberto Bertechini.

Bibliografia.

1. Lipe®. 2. Óxido crômico. 3. Energia metabolizável. 4. Energia
digestível. 5. Nutrição avícola. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 636.508557

HENRIQUE BRAGA OLIVEIRA

**USO DE UMA ALFA-AMILASE EXÓGENA EM RAÇÕES DE
FRANGOS DE CORTE**

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

APROVADA em 24 de fevereiro de 2012

Dr. Jerônimo Ávito Brito	UFRB-BA
Dr. Fábio Augusto Gomes	UFAC-AC
Dra. Helenice Mazzuco	CNPSA-Embrapa

Dr. Antônio Gilberto Bertechini
Orientador

Dr. Édison José Fassani
Coorientador

LAVRAS - MG

2012

A Deus, por me conceder a vida e
iluminar minha caminhada a cada dia; aos meus pais,
Airton e Adelaide; aos meus irmãos, Hugo e Gabriela e aos
meus queridos avós

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Airton e Adelaide, pelo amor incondicional, paciência, amizade, compreensão e apoio e que, apesar de todas as dificuldades, sempre fizeram de tudo para que eu tivesse o melhor.

À UFLA, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de desenvolver um trabalho.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela bolsa de estudos concedida durante o doutorado.

A minha família, em especial meus avós Wilson e Inês; minha irmã Gabriela e meu irmão Hugo, pelo amor e o verdadeiro relacionamento de família, por toda a colaboração e apoio nesses anos de estudo.

Ao meu orientador, Antonio Gilberto Bertechini, pela paciência, compreensão, apoio e confiança depositada em mim durante a realização deste trabalho.

A Ayssa, pela presença, apoio, confiança, dedicação, amor, ajuda e carinho em todos os maravilhosos momentos que temos passado juntos.

Aos amigos da Uniquímica, em especial ao Reinaldo Kato e ao Marco Banov, que apoiaram, incentivaram e contribuíram em vários momentos do desenvolvimento dos trabalhos.

Aos amigos que contribuíram de forma marcante para a realização desta dissertação, na elaboração e no desenvolvimento dos experimentos, Tiago, Fabrício, Baiano, Bussunda, Dudu, Pâmela, Nicole, Jéssica, Jak, Solange, Mariana e Abadia.

Aos amigos de república que, ao longo de toda a estadia em Lavras, me acompanharam: Bruno Oliver, Rafael Barreto, Diego Remolina (Marika), Rodrigo Martins (Cabelo), Eduardo Machado (Dudu), Diego Brasileiro (Baiano)

e Gleisson (Lúcio). Obrigado por todos os momentos em que compartilhamos a mesma casa e festejamos a cada vitória.

Aos parceiros de qualquer hora Dudu e Fabrição, pela grande amizade e companheirismo durante todos os anos de convivência.

Aos professores Édison José Fassani, Eloísa Saliba, Fábio Augusto Gomes, Helenice Mazzuco e Paulo Borges Rodrigues, por toda a colaboração, amizade e confiança, e a ajuda nos momentos difíceis neste último ano de trabalho, e em especial à Professora Gracita pelo companheirismo e conselhos.

Ao grande companheiro Professor Jerônimo Ávito Brito que foi um grande colaborador me orientando e atendendo aos meus chamados sempre e a qualquer hora, grande parte deste trabalho devo a ele.

AUTOBIOGRAFIA

Henrique Braga Oliveira, filho de Airton Rodrigues de Oliveira e Adelaide das Mercês Braga Oliveira, nasceu em 20 de julho de 1985, na cidade de Itabira, MG.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em fevereiro de 2009.

Em março de 2010 ingressou no mestrado em Zootecnia, na área de concentração Nutrição e Produção de Monogástrico, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), defendendo a dissertação em 24 de fevereiro de 2012.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo, estudar níveis de suplementação de uma alfa-amilase exógena em rações para frangos de corte e, ao mesmo tempo, foram comparados dois indicadores na determinação da energia de dietas. O experimento foi dividido em duas avaliações paralelas, sendo uma de desempenho e uma de metabolismo. No ensaio de desempenho foram utilizados 1700 pintos Cobb-500 machos distribuídos em 50 parcelas experimentais, sendo avaliados cinco tratamentos com dez repetições em DIC (delineamento inteiramente casualizado). Os tratamentos foram: um controle positivo (CP), um controle negativo (CN) e três níveis de suplementação da alfa-amilase 200, 400 e 600g/t, sendo que o CN foi formulado com 50 e 90 kcal de redução de energia em relação ao CP para as fases de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias, respectivamente. No ensaio de metabolismo foram utilizadas 90 aves para a fase de 35 a 42 dias de idade e os tratamentos os mesmos do ensaio de desempenho, com seis repetições por tratamento em DIC. Todas as rações do metabolismo continham os indicadores, Lipe® a 0,05% e 1,0% de Óxido Crômico (Cr₂O₃). No período de 1 a 21 dias, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) no GP (ganho de peso), porém, foi verificado maior CR (consumo de ração) ($P < 0,05$) com o uso de 200ppm da enzima e melhor CA (conversão alimentar) ($P < 0,05$) com o CP. De 22 a 42 dias não foram observados efeitos significativos ($P > 0,05$) sobre o GP, porém, menor CR e melhor CA ($P < 0,05$) para o tratamento CP. Na fase de 1 a 42 dias não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) sobre GP, porém, menor CR e melhor CA ($P < 0,05$) para o tratamento CP. A EMAn (energia metabolizável corrigida para balanço de nitrogênio) determinada com o uso da coleta total reafirmou os valores calculados para o CP e CN com dados intermediários com o uso da enzima (200, 400 e 600ppm). Comparando coleta total com o uso do Lipe® e Cr₂O₃, observou-se uma correlação apenas para os resultados do CP que foram sempre maiores e os resultados do CN sempre menores para as três metodologias. Para a EDI (energia digestível ileal) determinada pelo Cr₂O₃, foi observada diferença significativa ($P < 0,05$), tendo apresentado valores superiores no tratamento CP e valores inferiores no CN. Na determinação pelo Lipe® foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) apresentando valor superior no tratamento CP. Conclui-se que nas avaliações de metabolismo a alfa-amilase testada foi efetiva em incrementar EM, no entanto, não o suficiente para equivaler a EM do CP, resultado que foi melhor expresso nas metodologias de coleta total, EMAn pelo Lipe® e na EDI pelo Lipe®, os resultados de desempenho refletiram a superioridade do CP apontando a limitação da enzima em suprir o déficit energético praticado neste trabalho

Palavras-chave: Lipe®. Óxido crômico. Energia metabolizável. Energia digestível

ABSTRACT

The present work had as objective to study supplementation levels of an exogenous alpha-amylase in diets for broilers and at the same time were compare two indicators in determining the energy diets. The experiment was divided into two parallel evaluations, and a performance and other metabolism. In the performance test were used 1700 males chicks Cobb-500 distributed in 50 experimental plots and evaluated five treatments with ten replicates in CRD (completely randomized design). The treatments were: a positive control (PC), a negative control (NC) and three supplementation levels of alpha-amylase 200, 400 and 600g /t, and the NC was formulated with 50 and 90 kcal of energy reduction in PC relation to the phases 1 to 21 days and 22 to 42 days, respectively. In the metabolism trial were used 90 birds to stage of 35 to 42 days old and the treatments the same test performance, with six replicates per treatment in CRD. All diets contained the metabolic indicators, Lipe® 0.05% and 1.0% Chromic oxide (Cr₂O₃). In the period 1 to 21 days were not observed significant differences (P>0.05) in WG, however, FI was found higher (P<0.05) using the enzyme 200ppm and better FC (P<0.05) with the PC. From 22 to 42 days were not observed significant differences (P>0.05) on the WG, however, smaller FI and better FC (P<0.05) for PC treatment. From stage 1 to 42 days were not observed significant differences (P>0.05) on the WG, but lower FI and better FC (P<0.05) for PC treatment. The AMEn determined using the total collection reaffirmed the values calculated for the PC and NC with intermediate data and the enzyme use (200, 400 and 600ppm). Comparing total collection with the use of Lipe® and Cr₂O₃, a correlation was observed only for the results of PC that were always bigger and the results of the NC always lower for the three methodologies. For IDE determined by Cr₂O₃ was observed significant differences (P<0.05), and presented higher values in the treatment PC and lower values in the NC. In determining by Lipe® was observed significant effect (P<0.05) showing higher value in the PC treatment. It is concluded that the assessments of metabolism alpha-amylase tested was effective in increasing ME, however, not enough to be equivalent the ME of PC, resulting that was better expressed in the total collection methodologies, AMEn by Lipe® and in IDE by Lipe®, the performance results reflect the superiority of PC pointing enzyme limitation in supplying the energy deficit practiced in this work.

Keywords: Lipe®. Chromic oxide. Metabolizable energy. Digestible energy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição percentual das rações do CN e do CP para as fases, Pré-inicial e Inicial ¹	21
Tabela 2	Composição percentual das rações do CN e do CP para as fases de Crescimento e Abate ¹	23
Tabela 3	Fórmulas para cálculo da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e energia digestível ileal (EDI).....	28
Tabela 4	Desempenho na fase de 1 a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos	29
Tabela 5	Desempenho na fase de 22 a 42 dias de idade de acordo com os tratamentos	31
Tabela 6	Desempenho na fase de 1 a 42 dias de idade de acordo com os tratamentos	32
Tabela 7	Valores médios (Kcal/Kg) da EMAn determinados pela coleta total e com indicadores e valores médios (Kcal/Kg) da ED determinados pelos indicadores, para aves na fase de 39 a 42 dias de idade	35

LISTA DE SIGLAS

BN	Balanço de Nitrogênio
CA	Conversão Alimentar
CN	Controle Negativo
CP	Controle Positivo
CR	Consumo de Ração
CV	Coefficiente de Variação
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EB	Energia Bruta
ED	Energia Digestível
EDI	Energia Digestível Ileal
EM	Energia Metabolizável
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio
FI	Fator de Indigestibilidade
GP	Ganho de Peso
LIPE	Lignina Purificada de Eucalipto
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	O milho na alimentação das aves	15
2.2	Uso de enzimas na alimentação das aves	16
2.3	Metodologias de avaliação	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Local e tratamentos	21
3.1.1	Ensaio 1 - Desempenho	24
3.1.2	Ensaio 2 - Metabolismo	25
3.1.3	Análises	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	Ensaio 1 - Desempenho	29
4.2	Ensaio 2 – Metabolismo	34
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Avanços constantes na avicultura sejam na genética, sanidade ou na área de nutrição têm propiciado uma alta competitividade ao Brasil frente aos demais países, chegando a uma produção de cerca de 12,863 milhões de toneladas de carne de frango em um período de 12 meses entre 2010 e 2011, produção esta que segue crescente em cerca de 10% (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBABEF, 2011).

A demanda por proteína animal de boa qualidade e a baixo custo vem sendo acompanhada pelos incrementos na produção de carne de frango, que é a de menor custo ao consumidor. A oferta interna de carne de frango registrada no último ano ficou em torno de 44,1 Kg *per capita* (UBABAEF, 2011). Tem papel fundamental neste crescimento o empenho dos nutricionistas em formular dietas cada vez mais específicas, propiciando importantes ganhos no desempenho das aves e obtendo assim menores custos na produção. O desenvolvimento da biotecnologia contribuiu como aliada importante dos nutricionistas com o fornecimento de enzimas melhoradoras do desempenho das rações, fornecendo as formulações de ração para as aves.

O uso de enzimas exógenas em dietas de frangos de corte ao nível mundial é uma realidade e tem contribuído na melhoria da eficiência alimentar destas aves com redução nos custos de produção. Apesar das dietas brasileiras serem à base de milho e farelo de soja, ingredientes tidos como de alta digestibilidade, ainda existe espaço para melhoria da digestibilidade dos nutrientes desses ingredientes. Devido à característica de hiperfagia dos frangos de corte modernos, existe descompasso entre a produção de enzimas endógenas em relação à quantidade de substrato, principalmente nas fases de maior consumo de ração por essas aves. Neste contexto, a adição de amilase exógena pode auxiliar na digestibilidade do amido dessas dietas.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de se mensurar a real efetividade das enzimas presentes no mercado e também das possíveis enzimas que possam ser lançadas na intenção de propiciar ganhos na avicultura. Para tais pesquisas, diferentes metodologias podem ser aplicadas com um mesmo objetivo final, porém nem sempre os resultados são similares ou satisfatórios, o que gera certa insegurança em alguns pesquisadores, na determinação de qual a melhor ou mais eficiente metodologia a ser aplicada, aquela que possa melhor representar o real comportamento de uma determinada enzima no trato digestório das aves.

Assim, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da adição de uma alfa-amilase exógena, em três níveis de suplementação, sobre o desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. Ao mesmo tempo foram testadas metodologias com o uso de dois indicadores de digestibilidade para cálculo da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e energia digestível (ED) das dietas experimentais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O milho na alimentação das aves

O milho constitui a principal fonte de energia nas formulações de rações para aves, sendo seu teor energético de 3391 kcal de EM/kg na matéria natural, de acordo com Rostagno et al. (2011). Em média, o milho contém 72% de amido, do qual 98% se concentram no endosperma. Esse amido é constituído de amilose (25%) e amilopectina (75%), sendo que, sua digestibilidade está diretamente ligada ao teor de amilase liberada à medida que o mesmo percorre o sistema digestivo. Sabe-se que mesmo com o aumento na produção endógena de amilase pelas aves, a digestibilidade do amido é decrescente, devido a uma insuficiente produção de enzimas para a maior concentração do substrato, uma vez que os níveis de amido da dieta são crescentes com o avançar da idade das aves.

O amido contribui, com cerca de 60% da energia metabolizável aparente (EM) das dietas das aves (WEURDING, 2001) e, como tal, relativamente pequenas diferenças na digestibilidade do amido podem ter um impacto substancial sobre o conteúdo energético da dieta. O amido é um polímero semicristalino de d-glicose, ligado por ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6 (CARRE, 2004). Como já mencionado, a amilose e a amilopectina são polímeros de d-glicose que constituem o amido, porém, são diferenciadas com as ligações entre os monômeros de glicose (CARRE, 2004; TESTER, 2004).

A amilose é uma molécula praticamente linear formada por unidades de glicose em ligações α -1,4. A amilose possui somente de nove a vinte ramificações na molécula, com comprimentos de cadeia variando entre quatro a mais de cem unidades de glicose (OATES, 1997). A amilopectina é um polímero ramificado formado por curtas cadeias lineares de glicose, ligadas umas as

outras por ramificações na molécula (ligações α -1,6). As ligações α -1,6 correspondem a aproximadamente entre 4 e 5% do total de ligações glicosídicas (FRANCO et al., 2002).

Apesar de se considerar o teor energético do milho como relativamente constante, ainda existem diferenças relativas a variedades e condições de produção no campo, além das condições em que foi sujeito durante o processo de fabricação da ração (WYATT; BEDFORD, 1998).

De acordo com Lesson (2001) e Soto-Solanova (1996), pesquisas realizadas para avaliar vários lotes de milho de uma mesma safra mostram variabilidade nos valores energéticos (2926 a 3474 kcal de EM/kg), na proteína (4,8 a 10,9%), no óleo (2,2 a 5,5%) e no amido (55,8 a 64,2%), respectivamente.

Outros fatores como a granulometria, assim como a forma de processamento, secagem e armazenamento, estrutura dos grânulos de amido dos grãos de milho podem influenciar na digestibilidade dos nutrientes desse ingrediente e afetar seu conteúdo energético para aves. A granulometria de um ingrediente moído em moinho de martelos é influenciada pelo diâmetro dos furos da peneira, pela área de abertura da peneira, potência do motor, número de martelos, distância entre os martelos e a peneira, vazão de moagem, teor de umidade dos grãos e desgaste do moinho (ZANOTTO; MONTICELLI, 1998).

2.2 Uso de enzimas na alimentação das aves

A estrutura molecular das enzimas é bastante frágil e pode ser desnaturada pela ação do calor, ácidos, vitaminas, minerais, metais pesados e por outros agentes oxidantes, sendo a maioria usualmente encontrada no premix. Por essa razão, existe a preocupação de que as enzimas utilizadas na alimentação animal possam manter nível de atividade suficiente para se obter resposta significativa (CLASSEN; BEDFORD, 1993).

Segundo o Finnfeeds International (1991 citado por TEJEDOR, 2000), as enzimas industriais devem ser estáveis durante o armazenamento; compatíveis com minerais, vitaminas e outros microingredientes encontrados nos premix; termoestáveis a todas as temperaturas encontradas durante o processo de produção do alimento; e resistentes a variações de pH e atividade proteolítica no trato digestivo do animal. Nas aves, o baixo pH do proventrículo e da moela podem levar a inativações enzimáticas. No entanto, o trânsito nesses compartimentos é relativamente rápido e não chega a causar a desnaturação das enzimas.

As enzimas são proteínas altamente especializadas na realização de reações químicas. Elas têm eficiência catalítica extraordinária e um alto grau de especificidade por seus substratos. Aceleram reações químicas específicas, funcionam em soluções aquosas e em condições específicas de temperatura e pH. Classificam-se com base na reação que catalisam. Algumas enzimas são proteínas simples, outras são proteínas conjugadas e contêm grupos prostéticos constituídos por íons metálicos, por coenzimas ou por ambos (LEHNINGER; NELSON; COX, 1995).

Produtividade e redução da excreção de nutrientes no meio ambiente têm sido novos desafios da pesquisa com nutrição animal. O uso de enzimas, além de contribuir para a melhoria da digestibilidade dos nutrientes, também está associado à redução do impacto ambiental com a produção animal.

2.3 Metodologias de avaliação

Para as avaliações do uso dietético de enzimas, tem-se utilizado, de forma bem ampla, os testes *in vivo* que avaliam respostas metabólicas dos animais ao uso de uma enzima ou a um complexo enzimático, sendo as respostas

expressas em resultados de desempenho ou metabólicos em si, com avaliações determinadas nos conteúdos de dietas, digestas e excretas.

Neste contexto vários estudos têm sido desenvolvidos para determinar o melhor método para as determinações de digestibilidade, como o método convencional (coleta total de fezes), segundo Swift e French (1954). Esse método oferece resultados confiáveis, porém é mais demorado e dispendioso do ponto de vista de avaliações.

Segundo McNab (2000), podem ocorrer problemas como aderência do material fecal às penas das aves, contaminação da excreta com penas e descamações, mudança na composição da excreta devido à fermentação, excreção fora das bandejas e contaminação por ração regurgitada. Esses fatores podem ter influência na determinação da digestibilidade dos nutrientes.

Para Sibbald (1982), além da contaminação da excreta com ração, outra dificuldade associada à coleta total é a variação no conteúdo de umidade das rações no preparo, durante o experimento e durante as análises. O uso dos indicadores dispensa a necessidade de medir o consumo de ração ou excreção fecal e evita alguns dos problemas relacionados à flutuação do conteúdo de umidade nas rações. Além disso, de acordo com Scott e Boldaji (1997), a coleta total requer jejum prévio e ao final do período de coleta, ao passo que o uso de indicadores permite alimentação *ad libitum* e período de coleta mais curto.

Pesquisas têm sido desenvolvidas na busca de um indicador, também denominados de índices ou substâncias referência, em metodologia indireta de determinação da digestibilidade que apresente resultados semelhantes aos obtidos com a coleta total de fezes. De acordo com Kotb e Lukey (1972), para que uma substância seja escolhida como indicador, é necessário que não seja digerida nem absorvida no aparelho digestivo, não modifique o comportamento normal dos demais nutrientes, não provoque efeitos tóxicos para o animal,

atrasse o trato digestório de maneira uniforme e seja facilmente analisada, além de permanecer ligada à parte da digesta que será estudada.

O indicador mais utilizado em ensaios de digestibilidade é o óxido crômico. Segundo Titgemeyer (1997), o óxido crômico pode ser prejudicial à saúde humana quando inalado. Assim, cuidados devem ser tomados ao misturá-lo nas rações e durante a moagem de amostras de rações e de material fecal de animais que o consumiram. Além disso, possui propriedades carcinogênicas (PEDDIE et al., 1982), taxa de recuperação incompleta e propriedades eletrostáticas que interferem na uniformização das rações e a separação do indicador da excreta (VOHRA, 1972; VOHRA; KRATZER, 1967). Embora o óxido crômico seja aceito e utilizado como indicador externo, possui limitações, pois os resultados podem ser superestimados pelas perdas no seu fornecimento e falhas na taxa de recuperação nas fezes (SALIBA; NANJARO; FERREIRA, 2005).

Pesquisadores (MORAIS; NASCIMENTO; PILÓ-VELOSO, 1991, 1994) conseguiram extrair e caracterizar estruturalmente a lignina a partir de uma variedade de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Posteriormente, Saliba et al. (1999) revelaram que a lignina obtida desse processo de extração apresentava propriedades físico-químicas bastante estáveis e grande consistência químico-estrutural, mostrando-se inalterada pelo trato gastrointestinal dos animais e totalmente recuperada nas fezes. Dessa forma, surgiu a possibilidade de utilização da lignina purificada de eucalipto (Lipe[®]), como indicador externo para a avaliação da digestibilidade dos alimentos.

O Lipe[®] (lignina purificada e enriquecida), produto desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e de Química do Instituto de Ciências Exatas da UFMG, mostrou ser eficiente como indicador de digestibilidade em pesquisas realizadas com diversas espécies.

Entretanto, esses métodos podem apresentar falhas e fornecer resultados diferentes da coleta total, que é base de referência para validação dos diversos métodos existentes. A confiabilidade de um indicador é avaliada com base em resultados de ensaios de digestibilidade que devem ser comparados aos obtidos pela coleta total de fezes.

A acurácia dos valores obtidos em avaliações do aproveitamento de energia pelas aves é fundamental para uma melhor adequação na formulação das rações, principalmente com o uso de enzimas exógenas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e tratamentos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG), sendo o estudo composto por um ensaio de desempenho e um ensaio de metabolismo dividido em duas fases de avaliação.

Em ambos os ensaios foram estudados cinco tratamentos, sendo um tratamento controle positivo (CP) e um controle negativo (CN), com redução de 50Kcal de EM para a fase de 1-21 dias e 90Kcal para a fase de 22-42 dias de vida das aves em relação ao CP e mais três tratamentos (A-200, A-400 e A-600) obtidos por três níveis de suplementação (200, 400 e 600g/t) de uma alfa-amilase ao CN. A alfa-amilase continha 14.400 AU/g, onde uma unidade (1 AU/g) da alfa-amilase equivale à quantidade de enzima que hidroliza 1 micromol (μmol) de amido por minuto a 40°C e pH 6.0, em respectivo produto (cadeias de amilose e amilopectina, dissacarídeos e glicose). Um AU equivale a 1,1LJ (Método JIS). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabelas 1 e 2) e suplementadas com vitaminas, minerais e fitase, formuladas de acordo com as recomendações de Bertechini (1998).

Tabela 1 Composição percentual das rações do CN e do CP para as fases, Pré-inicial e Inicial¹

Ingredientes	CN - 1 a 7 dias	CP - 1 a 7 dias	CN - 8 a 21 dias	CP - 8 a 21 dias
Milho	60,716	59,467	60,683	59,497
Farelo de soja	33,143	33,493	31,917	32,131
Óleo vegetal	0,239	1,228	1,768	2,737
Far. de carne e ossos	4,029	3,905	3,823	3,832

“Tabela 1, conclusão”

Ingredientes	CN - 1 a 7 dias	CP - 1 a 7 dias	CN - 8 a 21 dias	CP - 8 a 21 dias
Calcário	0,463	0,5	0,447	0,443
Sal comum	0,392	0,394	0,383	0,383
Bicarbonato de sódio	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral ³	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-metionina 99%	0,265	0,266	0,243	0,245
L-lisina, 78%	0,167	0,162	0,157	0,153
L-treonina, 99%	0,041	0,040	0,034	0,034
Narasina 10%	0,050	0,05	0,050	0,050
Colistina sulfato, 8%	0,013	0,013	0,013	0,013
Colina cloreto, 70%	0,077	0,077	0,077	0,077
Fitase 10000FTU/g ⁴	0,005	0,005	0,005	0,005
Caulin ⁵	0,100	0,100	0,100	0,100

Composição nutricional calculada

EM, kcal/kg	2950	3000	3050	3100
PB, %	22,42	22,42	21,75	21,75
Met + Cis, dig %	0,866	0,866	0,830	0,830
Lis, dig. %	1,189	1,189	1,146	1,146
Tre, dig %	0,773	0,773	0,745	0,745
Trp, dig %	0,231	0,231	0,224	0,224
Cálcio, %	0,909	0,909	0,875	0,875
Fósforo disp, %	0,476	0,474	0,463	0,463
Sódio, %	0,222	0,222	0,217	0,217

1- Exigência de acordo com recomendações práticas de Bertechini (1998). Dietas do controle negativo com déficit de 50Kcal/Kg de EM em relação ao controle positivo.

2- Níveis de garantia, por kg do produto: vitamina A - 12.000.000 UI; vitamina D3- 2.500.000 UI; vitamina E -30.000 UI; vitamina B1 - 2 g; vitamina B6 - 3 g; pantotenato de cálcio - 10 g; biotina - 0,07 g; vitamina k3 - 3 g; ácido fólico - 1 g; ácido nicotínico - 35 g; bacitracina de zinco - 10 g; cloreto de colina - 100 g; vitamina B12 - 15.000 mcg; selênio - 0,12 g; BHT - 5 g;

3- Níveis de garantia, por kg do produto: manganês - 160 g; ferro - 100 g; zinco 100 g; cobre - 20 g; cobalto - 2 g; iodo - 2g.

4-Fitase 10.000FTU/g. Considerou-se a matriz da nutricional do produto na formulação: 0,15% de cálcio; 0,12% de Fósforo disponível; 0,4% de Proteína e 30Kcal de EMAn.

5-Inerte para substituição dos níveis adicionais de Alfa-amilase exógena.

Tabela 2 Composição percentual das rações do CN e do CP para as fases de Crescimento e Abate¹

Ingredientes	CN - 22 a 35 dias	CP - 22 a 35 dias	CN - 36 a 43 dias	CP - 36 a 43 dias
Milho	61,764	59,687	63,399	61,321
Farelo de soja	31,211	31,548	29,052	29,390
Óleo vegetal	2,465	4,200	3,384	5,119
Far. de carne e ossos	2,963	2,978	2,690	2,705
Calcário	0,367	0,361	0,357	0,351
Sal comum	0,436	0,437	0,418	0,418
Premix Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral ³	0,100	0,100	0,100	0,100
DI-metionina 99%	0,211	0,213	0,181	0,183
L-lisina, 78%	0,118	0,111	0,111	0,105
L-treonina, 99%	0,017	0,017	0,010	0,010
Narasina 10%	0,050	0,050		
Bacitracina Zn 15%	0,035	0,035	0,035	0,035
Colina cloreto, 70%	0,058	0,058	0,058	0,058
Fitase 10000FTU/g ⁴	0,005	0,005	0,005	0,005
Caulin ⁵	0,100	0,100	0,100	0,100
Composição nutricional calculada				
EM, kcal/kg	3110	3200	3190	3280
PB, %	20,5	20,5	19,51	19,51
Met + Cis, dig %	0,767	0,767	0,717	0,717
Lis, dig. %	1,069	1,069	1,008	1,008
Tre, dig %	0,694	0,694	0,655	0,655

“Tabela 2, conclusão”

Ingredientes	CN - 22 a 35 dias	CP - 22 a 35 dias	CN - 36 a 43 dias	CP - 36 a 43 dias
Trp, dig %	0,216	0,216	0,204	0,204
Cálcio, %	0,814	0,814	0,766	0,766
Fósforo disp, %	0,436	0,436	0,414	0,414
Sódio, %	0,207	0,207	0,198	0,198

- 1-Exigência de acordo com recomendações práticas de Berdechini (1998). Dietas do controle negativo com déficit de 90Kcal/Kg de EM em relação ao controle positivo,.
- 2- Níveis de garantia, por kg do produto: vitamina A - 12.000.000 UI; vitamina D3- 2.500.000 UI; vitamina E -30.000 UI; vitamina B1 - 2 g; vitamina B6 - 3 g; pantotenato de cálcio - 10 g; biotina - 0,07 g; vitamina k3 - 3 g; ácido fólico - 1 g; ácido nicotínico - 35 g; bacitracina de zinco - 10 g; cloreto de colina - 100 g; vitamina B12 - 15.000 mcg; selênio - 0,12 g; BHT - 5 g;
- 3- Níveis de garantia, por kg do produto: manganês - 160 g; ferro - 100 g; zinco 100 g; cobre - 20 g; cobalto - 2 g; iodo - 2g.
- 4-Fitase 10.000FTU/g. Considerou-se a matriz da nutricional do produto na formulação: 0,15% de cálcio; 0,12% de Fósforo disponível; 0,4% de Proteína e 30Kcal de EMAn.
- 5-Inerte para substituição dos níveis adicionais de Alfa-amilase exógena.

3.1.1 Ensaio 1 - Desempenho

Foram utilizados 1700 pintos de um dia, machos, Cobb-500, distribuídos em 50 parcelas experimentais, cada uma contendo 34 aves (COBB-VANTRESS BRASIL, 2009). Nessas 50 parcelas foram distribuídos, de forma aleatória (DIC), os cinco tratamentos com 10 repetições cada. Cada parcela era dotada de cama tipo maravalha, 4 bebedouros *nipple* e um comedouro tubular, sendo que cada parcela possuía uma área total de 2,2 m² (1,10 x 2,0 metros). O galpão experimental possuía sistema de aquecimento ambiente por fornalha à lenha, com controle automático de temperatura baseado em 2 termômetros para monitoramento e um termômetro controle que regulava o acionamento ou não das turbinas da fornalha. O galpão possuía ainda iluminação artificial (24 h de luz por dia) e um sistema interno de cortinas e outro externo, possibilitando um melhor controle da temperatura interna do galpão.

Nesse ensaio foram feitas as pesagens das aves e da ração para os cálculos dos fatores de desempenho como conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP). Foi utilizado um programa de alimentação em 4 fases (Pré-inicial de 1 a 7 dias, Inicial de 8 a 21 dias, Crescimento de 22 a 35 dias e Final de 36 a 42 dias).

3.1.2 Ensaio 2 - Metabolismo

O ensaio de metabolismo foi realizado no galpão experimental do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. O objetivo foi determinar a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio e digestível, usando dois indicadores diferentes em coletas de excretas total e ileal. Foram utilizados 90 pintos, machos de um dia, da linhagem Cobb-500, alojados em gaiolas metabólicas, sendo avaliada a fase de criação das aves de 35 a 42 dias (COBB-VANTRESS BRASIL, 2009).

As aves foram alojadas em gaiolas em delineamento inteiramente casualizado com os cinco tratamentos do ensaio de desempenho e 6 repetições, totalizando 30 parcelas, sendo alojadas 3 aves por parcela.

As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas de arame galvanizado, dotadas de bebedouro tipo copo e comedouro tipo calha. As gaiolas possuíam na parte inferior bandejas individuais forradas com plástico impermeável, para que fossem feitas as coletas de excretas, que foram realizadas duas vezes ao dia. O galpão possuía sistema de cortinas e iluminação e ventilação artificiais.

Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, pelo qual as aves foram mantidas nas gaiolas de metabolismo durante sete dias. Foram adotados quatro dias para adaptação à gaiola e à alimentação e três dias para a coleta de excretas. As rações e as sobras foram pesadas e registradas,

respectivamente, no início e no final do período experimental, para a obtenção do consumo de ração no período de avaliação, para posterior realização dos cálculos.

Após o período de adaptação, o início e o final das coletas de excretas foram determinados utilizando-se óxido férrico (1%) na ração como marcador fecal, sendo também adicionados às rações dois indicadores: o Lipe® (Lignina Purificada de Eucalipto) e o Óxido Crômico (Cr_2O_3), nas concentrações de 0,05 e 1,0 %, respectivamente. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 9h00 e às 17h30min, com a finalidade de evitar possível fermentação. As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenados em freezer, à temperatura de -5°C , até o período final do experimento. Ao final das coletas, as amostras foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de 400 g para análises laboratoriais posteriores. Essas amostras foram submetidas a uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55°C), durante o período de 72 horas. Posteriormente, foram pesadas, para determinação da matéria pré-seca (55°C) e moídas em moinho tipo faca, com peneiras de 0,5mm, para a determinação da matéria seca (MS) e energia bruta (EB). Utilizou-se alíquotas das excretas totais coletadas no período de 39 a 42 dias, para a realização das análises de indigestibilidade, determinada pela quantidade do indicador na ração e nas excretas.

No último dia de coleta foram abatidas, por deslocamento cervical, todas as aves das parcelas para coleta da digesta ileal. Constantemente, as aves que permaneciam nas gaiolas eram estimuladas ao consumo, para evitar esvaziamento do trato digestivo, o que prejudicaria o procedimento de coleta de digesta.

O íleo foi exposto por incisão abdominal, seccionou-se a porção a 4cm do divertículo de Meckel e a 4cm da junção íleo-cecal e com leve pressão

manual, o conteúdo foi recolhido em recipiente plástico identificado por repetição e levado ao freezer e posteriormente liofilizado.

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), apresentados em Kcal/kg das dietas. Determinou-se ainda a energia digestível ileal (EDI) determinada com o uso dos indicadores externos, na digesta liofilizada.

3.1.3 Análises

Foram feitas análises das rações experimentais e de seus principais ingredientes (milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos).

As análises dos indicadores foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da EV-UFMG em Belo Horizonte – MG para a determinação do fator de indigestibilidade que posteriormente foi utilizado para os cálculos de digestibilidade (Tabela 3).

Os dados obtidos, tanto no ensaio de desempenho quanto ao ensaio de metabolismo 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 SNK, a 5% de probabilidade.

Tabela 3 Fórmulas para cálculo da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e energia digestível ileal (EDI)

	Metodologias	Fórmulas
E n e r g i a	Coleta Total	EMAn (Kcal/Kg de MS) = [EB ingerida - (EB excretada + 8,22 x BN)] / MS ingerida BN (Balanço de nitrogênio) = N ingerido - N excretado
	Uso de Indicador	EMAn (Kcal/Kg de MS) = [EB ração - (EB excretada * FI excreta) + 8,22 x BN] BN = N ração - (N excretado * FI da excreta) FI (Fator de Indigestibilidade) = % de Indicador na dieta / % de Indicador na excreta
	Coleta Ileal	EDI (Kcal/Kg de MS) = [EB ração - (EB digesta ileal * FI do íleo)] FI do íleo = % de Indicador na dieta / % de Indicador na digesta

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio 1 - Desempenho

Os resultados de desempenho estão representados nas tabelas 4, 5 e 6 para as fases de 1 a 21, 22 a 42 e 1 a 42 dias de idade das aves, respectivamente.

Tabela 4 Desempenho na fase de 1 a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

Medidas ¹	Tratamentos ²					CV, %
	CP	CN	A-200 (200g/t)	A-400 (400g/t)	A-600 (600g/t)	
GP	901	865	894	884	877	3,61
CR³	1204 a	1219 a	1260 b	1229 ab	1224 ab	2,65
CA³	1,336 a	1,410 b	1,409 b	1,390 b	1,396 b	3,01

1- GP= Ganho de Peso; CR= Consumo de ração; CA= Conversão Alimentar.

2- CP (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas); CN (controle negativo, redução de 50Kcal do controle positivo); A-200 (controle negativo + 200g/t de α -amilase); A-400 (controle negativo + 400g/t de α -amilase); A-600 (controle negativo + 600g/t de α -amilase).

3- Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste SNK, a 5% de significância.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para ganho de peso na fase de 1 a 21 dias de idade. Para o consumo de ração o tratamento A-200 resultou em valores maiores estatisticamente ($P<0,05$), resultado este que não diferiu dos obtidos com os tratamentos A-400 e A-600. Sendo então mais relevantes os resultados relativos à conversão alimentar, onde o tratamento utilizando o CP apresentou melhores resultados em relação aos demais tratamentos, a nível de 5% de significância, também nesta análise observou-se que o CN não diferiu dos

resultados encontrados para os tratamentos suplementados com a Amilase (A-200g/t, A-400g/t e A-600g/t), evidenciando que a redução na EM praticada para a fase de 1 a 21 dias de idade das aves não foi recuperada pelo uso da Alfa-amilase exógena.

Os resultados de GP estão de acordo com os encontrados por Carvalho (2006), em um trabalho utilizando seis tratamentos, sendo um controle positivo, um controle negativo com redução de 3% de EM do controle positivo e quatro tratamentos com diferentes níveis de suplementação enzimática sobre a dieta do controle negativo. No mesmo trabalho, Carvalho (2006), ao avaliar a CA obteve pior resultado para o controle negativo em relação aos demais tratamentos, que apresentaram uma igualdade estatística de resultados, indicando uma eficiência da enzima em suprir os 3% de redução na EM da dieta, o CR não apresentou diferença significativa, diferente dos resultados aqui obtidos, onde o CR dos tratamentos suplementados com a alfa-amilase foi maior.

Meneghetti et al. (2007), trabalhando com uma dieta controle e outros seis tratamentos obtidos pela suplementação da dieta controle com 100, 200, 300, 400, 500 e 600g/t de alfa-amilase relataram um efeito não significativo ($P>0,05$) para o CR, no entanto observaram efeito linear positivo para GP e CA, apontando um efeito melhorador da suplementação enzimática para esta fase.

Tabela 5 Desempenho na fase de 22 a 42 dias de idade de acordo com os tratamentos

Medidas ¹	Tratamentos ²					CV, %
	CP	CN	A-200 (200g/t)	A-400 (400g/t)	A-600 (600g/t)	
GP	1847	1834	1836	1813	1868	4,15
CR³	3222 ^a	3338 ^b	3363 ^b	3392 ^b	3400 ^b	3,37
CA³	1,747 ^a	1,822 ^b	1,833 ^b	1,873 ^b	1,820 ^b	3,55

1- GP= Ganho de Peso; CR= Consumo de ração; CA= Conversão Alimentar.

2- CP (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas); CN (controle negativo, redução de 50Kcal do controle positivo); A-200 (controle negativo + 200g/t de α -amilase); A-400 (controle negativo + 400g/t de α -amilase); A-600 (controle negativo + 600g/t de α -amilase).

3- Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste SNK, a 5% de significância.

Para a fase de 22 a 42 dias de idade das aves, não houve efeitos significativos ($P>0,05$) no desempenho, dentre os parâmetros avaliados, apenas para GP.

O consumo de ração foi maior ($p<0,05$) para as aves alimentadas com dietas que tiveram redução nos níveis energéticos, independente do nível de suplementação da alfa-amilase, indicando que nessa fase a suplementação enzimática não foi capaz de equalizar e/ou superar o déficit energético das dietas baseadas no controle negativo, uma vez que não houve redução ou limitação do consumo de ração pelo atendimento da necessidade energética das aves. Para a variável CA, os resultados obtidos indicam melhores resultados observados para o CP em relação aos demais tratamentos, que não apresentaram diferença estatística ($P>0,05$), sinalizando a ineficiência da enzima alfa-amilase em estudo de suprir o déficit energético imposto para essa fase.

Corroboram com esses resultados, os obtidos por Melo et al. (2007), assim como os obtidos por Garcia Júnior, Fortes e Bertechini (2007), que ao trabalharem com níveis crescentes de suplementação de alfa-amilase sobre um controle negativo, não obtiveram diferenças significativas para nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados (CR, GP e CA), indicando que a suplementação não apresentou efeito positivo significativo, sendo então a alfa-amilase testada incapaz de incrementar energia à dieta de controle negativo.

Resultados obtidos por Brito et al. (2007) demonstram que o GP não apresentou diferença ($P>0,05$) de significância, no entanto foi observada diferença significativa para a CA, sendo que o controle negativo e a suplementação de 100g/t de alfa-amilase apresentaram pior CA em relação ao controle positivo, no entanto, para níveis de suplementação superiores a 100g/t (200, 300 e 400g/t), o efeito foi linear tanto para melhor CA quanto para o menor CR.

Tabela 6 Desempenho na fase de 1 a 42 dias de idade de acordo com os tratamentos

Medidas ¹	Tratamentos ²					CV, %
	CP	CN	A-200 (200g/t)	A-400 (400g/t)	A-600 (600g/t)	
GP	2748	2699	2730	2697	2745	3,08
CR³	4426 ^a	4556 ^b	4623 ^b	4621 ^b	4624 ^b	2,73
CA³	1,612 ^a	1,689 ^b	1,694 ^b	1,714 ^b	1,684 ^b	2,44

1- GP= Ganho de Peso; CR= Consumo de ração; CA= Conversão Alimentar.

2- CP (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas); CN (controle negativo, redução de 50Kcal do controle positivo); A-200 (controle negativo + 200g/t de α -amilase); A-400 (controle negativo + 400g/t de α -amilase); A-600 (controle negativo + 600g/t de α -amilase).

3- Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste SNK, a 5% de significância.

Para a fase de 1 a 42 dias de idade das aves, houve efeitos significativos ($P < 0,05$) no desempenho para CR e CA.

O consumo de ração foi maior ($P < 0,05$) para as aves alimentadas com os tratamentos CN, A-200, A-400 e A-600, resultado similar ao obtido para a fase de 22 a 42, onde o CP foi o que apresentou menor CR, indicando também para esta fase uma não efetividade da enzima em suprir o déficit energético da dieta, tendo então as aves de ingerir maior quantidade de ração para atender a demanda de energia. Para a CA, o CP foi melhor que aos demais tratamentos, que apresentaram igualdade de resultados entre si ($P < 0,05$), sinalizando que a alfa-amilase em estudo não foi capaz de incrementar energia a dieta do controle negativo.

Para GP não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). Para essa fase o controle positivo apresentou resultados mais satisfatórios que os demais, indicando que para os níveis de inclusão utilizados neste trabalho, a enzima não apresentou uma efetividade em suprir a redução energética imposta na dieta de controle negativo. Carvalho (2006) não encontrou resultado significativo para nenhum dos parâmetros avaliados nesta fase, considerando lotes mistos, esses resultados concordam com os obtidos por Brum et al. (2007), que ao trabalharem com alfa-amilase exógena em dietas com a energia do milho superestimada ou não, obtiveram resultados de desempenho que também não se diferiram estatisticamente para a fase de 1 a 42 dias de idade das aves, demonstrando que mesmo com valores reais inferiores de energia da dieta ou com valores reais a alfa-amilase não indicou eficiência para melhorar o desempenho das aves, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

4.2 Ensaio 2 – Metabolismo

Os resultados de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e energia digestível ileal (EDI) estão representados na Tabela 8, para a fase de 39 a 42 dias de idade.

Na tabela 7 os valores de EMAn foram determinados pelas metodologias de coleta total de excretas e pela coleta parcial de excretas com uso dos indicadores Lipe® e o Oxido Crômico, os quais foram utilizados para determinação da EDI.

Os resultados obtidos para o CP foram sempre superiores aos obtidos no CN, seguindo o padrão estabelecido na montagem dos tratamentos avaliados e segundo a formulação empregada. Na coleta total os resultados indicam que a enzima não foi capaz de promover de forma plena a compensação ao déficit energético utilizado neste estudo, imposto aos tratamentos A-200, A-400 e A-600, ainda que o resultado desses tratamentos tenha sido superiores ao CN, indicando uma efetividade da enzima proporcionar incremento energético, no entanto, não o suficiente para alcançar os níveis estabelecidos para o CP, independente do nível de suplementação.

Na determinação da EMAn pela coleta parcial com uso do Lipe® os resultados apontam valores superiores do CP, sendo semelhante estatisticamente ao resultado encontrado com o uso de 400g/t da alfa-amilase em estudo (A-400), no entanto, para o tratamento com um nível da amilase de 600g/t o resultado foi inferior ($P < 0,05$) ao obtido para o nível de 400g/t de suplementação da enzima, indicando uma possível instabilidade da enzima, que mesmo a nível superior não conseguiu incrementar a EM da ração.

Tabela 7 Valores médios (Kcal/Kg) da EMAn determinados pela coleta total e com indicadores e valores médios (Kcal/Kg) da ED determinados pelos indicadores, para aves na fase de 39 a 42 dias de idade

	Metodologia de Coleta				
	EMAn Total	EMAn Lipe®	EMAn Cr₂O₃	ED Lipe®	ED Cr₂O₃.
T1 (CP)	3269 a	3232 a	3309 a	3437 a	3326 a
T2 (CN)	3109 c	3095 b	3104 b	3213 b	3140 b
T3 (200ppm-A)	3192 b	3096 b	3167 ab	3222 b	3186 ab
T4 (400ppm-A)	3193 b	3165 ab	3171 ab	3235 b	3190 ab
T5 (600ppm-A)	3209 b	3105 b	3209 ab	3239 b	3261 ab
CV %	1,29	2,30	3,07	3,82	2,97

Tratamento, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas); 2 (controle negativo, redução de 50Kcal do controle positivo); 3 (controle negativo + 200ppm de α -amilase); 4 (controle negativo + 400ppm de α -amilase); 5 (controle negativo + 600ppm de α -amilase).

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste SNK, a 5% de significância.

Resultados similares foram observados, utilizando-se a técnica da coleta parcial com o uso do Cr_2O_3 , onde o CP apresentou valores de EMAn superiores ao CN, no entanto, para os tratamentos A-200, A-400 e A-600 os resultados não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) ao CP assim como ao CN.

Esses resultados foram condizentes aos encontrados na determinação, com o uso do mesmo indicador, da energia digestível ileal, onde o CP se apresentou superior ao CN e ambos não se diferiram aos tratamentos com A-200, A-400 e A-600g/t. Uma justificativa encontrada para esses resultados superestimados seria a falha na recuperação do indicador na ração, nas excretas e/ou nas digestas, gerando assim valores não precisos de fator de indigestibilidade (FI), fator indicado na Tabela 3.

Os valores encontrados para EDI utilizando o Lipe® reafirmam a ineficiência da alfa-amilase em propiciar resultados energéticos semelhantes aos obtidos para o CP, uma vez que nesta análise o CP apresentou valores de EDI superiores aos dos tratamentos CN, A-200, A-400 e A-600.

De uma forma geral os valores obtidos de EMAn, sejam os determinados pelo método de coleta total ou pelo uso de indicadores, indicam uma superioridade nos valores obtidos no CP sobre os demais tratamentos, evidenciando uma baixa efetividade da enzima em atender o déficit de EM imposto no controle negativo para essa fase.

Nos resultados de energia obtidos pelas metodologias utilizadas, observou-se coerência entre os dados, exceto para os tratamentos CP e A-600g/t, onde no CP a EDI determinada pelo Lipe® foi superior a EMAn determinada pela coleta total e pelo Lipe®, resultado esperado devido à presença de energia urinária nas excretas, ao ponto que os valores determinados pelo Cr_2O_3 , seja pela coleta total ou de digesta, foram iguais estatisticamente aos demais resultados, sugerindo uma possível falha na recuperação do indicador. No tratamento A-600

a EMAn determinada utilizando o Lipe® foi inferior a todas as demais, no entanto o resultado não afetou a avaliação da enzima dentro da metodologia.

Rizzoli (2009), ao trabalhar com um controle positivo, dois controles negativos com reduções de 2 e 4% de EM e mais quatro tratamentos, sendo dois reduzidos em 2% de EM do CP, dos quais um suplementado com um complexo enzimático A (80.000 kNU de alfa-amilase e 140.000 FGB de beta-glucanase) e outro suplementado com um complexo enzimático B (80.000 kNU de alfa-amilase, 140.000 FGB de beta-glucanase e 100.000 FXU de xilanase) e outros dois tratamentos reduzidos em 4% de EM do CP, com as mesmas suplementações, aplicou os métodos de coleta total, coleta parcial com indicador e coleta de digesta, onde a correlação linear (r) entre a EMA e a EDI apresentou valores que demonstram uma relação moderada entre os dados para a fase final de criação de frangos de corte.

Segundo Sakomura e Rostagno (2007), os diferentes métodos para determinação de energia com aves geram valores diferentes para um mesmo alimento, em razão das características de cada método e, dessa forma, existe a dúvida de quais valores energéticos melhor representam o aproveitamento dos alimentos pelas aves.

Gracia et al. (2003), trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja, com a inclusão de amilase, observaram que a suplementação melhorou a digestibilidade do amido e a EMAn, melhorando o ganho de peso das aves.

5 CONCLUSÃO

Com base nos dados de desempenho pode-se concluir que para todas as fases analisadas a redução energética foi superior a capacidade da enzima de propiciar para as aves, resultados de desempenho (GP, CA e CR), próximos aos obtidos pelo CP que foi sempre superior.

Com base nos dados de metabolismo pode-se concluir que a alfa-amilase exógena estudada foi capaz de promover incrementos energéticos expressos tanto na EMAn quanto na EDI, no entanto esse incremento ficou abaixo do preconizado/esperado por este trabalho com valores sempre superiores obtidos no uso do CP.

Na determinação da EMAn, a metodologia de coleta parcial utilizando o Lipe® como indicador, foi a que melhor se correlacionou aos resultados obtidos pela coleta total. Assim, como para determinação da EDI, onde os resultados estatísticos obtidos utilizando o Lipe® como indicador ficaram mais condizentes aos obtidos pela coleta total.

REFERÊNCIAS

- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 273 p.
- BRITO, J. A. G. et al. Suplementação de amilase exógena em rações de frangos de corte na fase final de criação: 28 - 42 dias. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 4., 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p. 129.
- BRUM, P. A. R. de et al. Uso da α -amilase em dietas, superestimando ou não a energia metabolizável do farelo de soja, no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2007. 1 CD-ROM.
- CARRE, B. Cause for variation in digestibility of starch among feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 60, n. 1, p. 76-89, Mar. 2004.
- 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, 2006.
- CLASSEN, H. L.; BEDFORD, M. R. The use of enzymes improve the nutritive value of poultry feeds. In: HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Oxford: J. Hill, 1993. p. 95-100.
- COBB-VANTRESS BRASIL. **Manual de manejo de frangos Cobb 500: guia de manejo**. São Paulo, 2009. 70 p.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)**. Lavras: UFLA, 2000. Software.
- FRANCO, C. M. L. et al. Structural characteristics and functional properties of wheat starches. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 79, n. 2, p. 243-248, Feb. 2002.
- GRACIA, M. L. et al. α -amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 3, p. 436-442, Mar. 2003.
- GARCIA JÚNIOR, A. A. P.; FORTES, B. D. A.; BERTECHINI, A. G. Utilização de amilase exógena sobre o aproveitamento de nutrientes para frangos

de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 4., 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p. 134.

KOTB, A. R.; LUCKEY, T. D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Farnham, v. 42, n. 3, p. 813-845, 1972.

LEESON, S. **Scott's nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

MCNAB, J. M. Rapid metabolizable energy assays. In: MELLO, J. P. F. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CABI International, 2000. p. 307-315.

MELO, F. A. et al. Utilização de complexos enzimáticos sobre o aproveitamento de nutrientes para frangos de corte na fase final. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 4., 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p. 131.

MENEGHETTI, C. et al. Efeito dos níveis de suplementação de alfa-amilase no desempenho de frangos de corte na fase inicial de criação: 1 a 21 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 4., 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p. 133.

MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; PILÓ-VELOSO, D. Determinação do grau de condensação e do número de grupos metoxila por unidade monomérica de ligninas do *Eucalyptus grandis* por espectroscopia FTIR. **Química Nova**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 5-8, jan./fev. 1994.

_____. Studies of *Eucalyptus grandis* Lignin: part 1, estimation of lignin and polyphenols contents in *Eucalyptus grandis* by Infrared spectroscopy. **Journal of Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 129-131, Feb. 1991.

OATES, C. G. Towards an understanding of starch granule and hydrolysis. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 8, n. 11, p. 375-382, Nov. 1997.

PEDDIE, J. et al. The use of titanium dioxide for determining apparent digestibility in mature domestic fowls (*Gallus domesticus*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 99, n. 1, p. 233-236, 1982.

RIZZOLI, P. W. **Desempenho, incremento de energia e digestibilidade de nutrientes em rações de frangos de corte contendo enzimas exógenas**. 2009. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.

SALIBA, E. O. S. et al. Avaliação da lignina de madeira moída do Pinus e da lignina purificada e enriquecida do *Eucalyptus Grandis* (Lipe®), como indicadores externos em experimentos de digestibilidade aparente para coelhos em crescimento. In: TELECOFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 23-25.

_____. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho, com outros indicadores em ensaios de digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

SCOTT, T. A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite™)] for determining apparent metabolizable energy of wheat or barley-based diets with or without enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 594-598, Apr. 1997.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feeding stuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 62, n. 4, p. 983-1048, Dec. 1982.

SOTO-SOLANOVA, M. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 10., 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 1996. 1 CD-ROM.

SWIFT, R. W.; FRENCH, C. E. **Energy and metabolism in nutrition**. New Brunswick: Scarecrow, 1954. 264 p.

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

TESTER, R. F. Starch structure and digestibility Enzyme-substrate relationship. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 60, n. 2, p. 186-195, June 2004.

TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2235-2247, Aug. 1997.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2010/2011**. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

VOHRA, P. Evaluation of metabolizable energy for poultry. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 28, p. 204-214, 1972.

VOHRA, P.; KRATZER, F. H. Absortion of barium sulfate and chromic oxide from the chicken gastrointestinal tract. **Poultry Science**, Champaign, v. 46, p. 1603-1604, 1967.

WEURDING, R. E. In vitro starch digestion correlates well with the rate and extent of starch digestion in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, n. 9, p. 2336-2342, Sept. 2001.

WYATT, C. L.; BEDFORD, M. R. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicações práticas. In: SEMINÁRIOS TÉCNICOS, 22., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1998. p. 1-12.

ZANOTTO, D. L.; MONTICELLI, C. J. Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 5., 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. p. 26-47.