

**COMPLEXOS ENZIMÁTICOS EM RAÇÕES
FARELADAS PARA FRANGOS DE CORTE**

JULIO CESAR CARRERA DE CARVALHO

2006

JULIO CESAR CARRERA DE CARVALHO

**COMPLEXOS ENZIMÁTICOS EM RAÇÕES FARELADAS PARA
FRANGOS DE CORTE**

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

Orientador:

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

2006

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

Carvalho, Julio César Carrera de
Complexos enzimáticos em rações para frangos de corte / Julio César
Carrera de Carvalho. -- Lavras : UFLA, 2006.

64 p. : il.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Complexo enzimático. 3. Característica intestinal. 4.
Energia metabolizável. 5. Desempenho. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD-636.513

JULIO CESAR CARRERA DE CARVALHO

**COMPLEXOS ENZIMÁTICOS EM RAÇÕES FARELADAS PARA
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 20 de Março de 2006

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Prof. Dr. Edison José Fassani UNIFENAS

Prof. Dra. Renata Apocalypse Nogueira Pereira UFLA

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, pela sorte da VIDA

A meus pais, pela confiança, incentivo, amor e EXEMPLO

A minhas irmãs, Ana Laura, Fernanda e Thais, pelo AMOR.

OFEREÇO

A meus pais, pela PACIÊNCIA

Às irmãs, pelo INCENTIVO,

Aos familiares, pela COMPREENSÃO E APOIO,

Aos grandes amigos, pelos grandes MOMENTOS,

A Renata, pela MATURIDADE, INCENTIVO E COMPANHERISMO.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

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

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

A Com. e Ind. DSM Ltda., pelo financiamento, auxílio e material para a realização do experimento.

Ao Prof. Antonio Gilberto Bertechini, pela orientação, apoio, ensinamentos e amizade.

Aos professores Édison José Fassani, Paulo Borges Rodrigues e Renata Apocalypse Nogueira Pereira, pelo auxílio e cooperação.

Aos funcionários Carlos Henrique, Pedro Adão, Keila Cristina, Luís Carlos, Gilberto, Suelba Souza, José Virgílio e, em especial, a Márcio dos Santos Nogueira, pela grande amizade e apoio.

Aos grandes colegas, Everton, Janine, Erikinha, Flávio, Geovana, Renata e Jorge, pelo auxílio nas atividades e amizade.

Aos grandes companheiros Reinaldo, Henrique, Gislene, Livya, Jerônimo, Adriano, Camila, Antonio, Ana, Eduardo, Renatinha, Vitor, Fabrício, pelos momentos de amizade.

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

A todos os amigos que muito nos apoiaram nesta caminhada.

BIOGRAFIA

Julio César Carrera de Carvalho, filho de Antonio César Carneiro de Carvalho e Denilce Aparecida Carreira de Carvalho, nasceu em 6 de abril de 1981, na cidade de São João da Boa Vista, SP.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em janeiro de 2004.

Em março de 2005, ingressou no mestrado em Zootecnia, área de concentração Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), obtendo o título de Mestre em 20 de março de 2006.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Digestão dos carboidratos.....	3
2.2 Polissacarídeos não amídicos.....	5
2.3 Enzimas na alimentação animal.....	7
2.4 Utilização de complexos enzimáticos- efeito em dietas avícolas.....	8
2.5 Morfologia intestinal de frangos de corte.....	13
3. Referências bibliográficas	15
CAPÍTULO II – EFEITO DO USO DE COMPLEXOS ENZIMÁTICOS SOBRE O DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS E INCREMENTO DE ENERGIA DE RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 Localização e época de realização.....	21
2.2 Aves, instalações e manejo.....	21
2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.....	22
2.4 Variáveis analisadas.....	26
2.5 Características de carcaça.....	30
3. Ensaio de metabolismo	30
3.1 Aves, instalações, manejo, delineamento e análises estatísticas.....	30
4. Resultados e discussão.....	34
4.1 Desempenho de 1 a 7 dias de idade das aves.....	34
4.2 Desempenho de 1 a 21 dias de idade das aves.....	36
4.3 Desempenho de 1 a 42 dias de idade das aves.....	40

4.4 Viscosidade intestinal.....	46
4.5 Avaliação das características de carcaça.....	48
4.6 Morfologia intestinal das aves aos 42 dias de idade.....	50
4.7 Ensaio de metabolismo.....	53
5. Conclusões.....	57
6. Referências bibliográficas.....	58
Anexo	61

RESUMO

CARVALHO, Julio César Carrera de. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte**. 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da UFLA, para avaliar o efeito da suplementação de complexos enzimáticos, sobre o desempenho, incremento de energia metabolizável e características intestinais de frangos de corte de ambos os sexos. As dietas utilizadas foram: uma dieta controle positivo, à base de milho e farelo de soja com farinha de carne e ossos, sem enzima; uma dieta controle negativo formulada com 3% menos de energia metabolizável; dieta três, controle negativo mais 0,05% do complexo A (600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase e 800U/g de protease); dietas quatro e cinco, controle negativo mais 0,03% e 0,04% do complexo B (200 kNU/g de α -amilase e 350 FBG/g de β -glucanase), respectivamente e dieta seis, controle negativo mais mistura de 0,04% do complexo B + 0,01% da enzima C (1000 FXU/g de xilanase). Foi adotado um programa alimentar com 4 fases, sendo distribuídas em ração pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). No experimento II, foram utilizadas as rações experimentais da fase de crescimento anterior para a determinação da energia metabolizável aparente corrigida e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta das dietas. No período de 1 a 7 dias de idade das aves, não foram observadas diferenças significativas no desempenho ($P>0,05$), independentemente do sexo. De 1 a 21 dias, houve diferença significativa ($P<0,05$), para o consumo de ração com relação a sexos tendo os machos consumido mais que as fêmeas. As dietas quatro, cinco e seis resultaram em melhores ganhos de peso somente para machos ($P<0,05$). Os melhores resultados de conversão alimentar foram com o uso dos complexos enzimáticos ($P<0,05$), sendo que os machos responderam melhor do que as fêmeas. No período total, os machos e fêmeas que receberam o controle positivo consumiram menos ração ($P<0,05$) que as demais dietas. As dietas quatro e cinco proporcionaram os melhores resultados de ganho de peso para os machos ($P<0,05$). Quanto à conversão alimentar, foi observada interação significativa ($P<0,05$) sexo e dieta, onde os machos apresentaram as melhores conversões com o uso das dietas quatro e cinco ($P<0,05$). As fêmeas que receberam o controle positivo e dieta seis apresentaram melhores ($P<0,05$) conversões alimentares. Quanto a viscosidade intestinal, houve interação significativa ($P=0,056$) sexo e dieta. Para os machos que receberam as dietas três e seis,

Comitê Orientador: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador); Paulo Borges Rodrigues – UFLA; Édson José Fassani - UNIFENAS.

houve redução na viscosidade intestinal da digesta ($P < 0,01$). O mesmo efeito foi observado com as fêmeas que receberam a dieta seis ($P < 0,01$), em relação aos demais tratamentos. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) de efeitos dos tratamentos para rendimentos de carcaça, de peito, de gordura abdominal, altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta. No ensaio II, não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta. Os valores de EMAn apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo que os complexos enzimáticos referentes aos tratamentos cinco e seis melhoraram a energia metabolizável das dietas. Conclui-se que o uso dos complexos enzimáticos foram efetivos em recuperar o desempenho das aves com uso das dietas com 3% a menos de energia metabolizável e, somente os complexos enzimáticos referentes às dietas cinco e seis aumentaram significativamente a EMAn das rações.

ABSTRACT

CARVALHO, Julio César Carrera de. **Enzymatic complexes in mashes for broiler chickens**. 2006. 64p. Dissertation (Master Program in Animal Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Two experiments were conducted in the Department of Animal Science of the UFLA to evaluate the effect of the supplementation of enzymatic complexes on the performance, increment of metabolizable energy and intestinal characteristics of broiler chickens of both sexes. The diets used were: a positive control diet based on corn and soybean meal with meat and bone meal without an enzyme; a negative control diet formulated with 3% minus of metabolizable energy; diet three, negative control more 0.05% of complex A (600U/g of xylanase, 8000U/g of amylase and 800U/g of protease); diet four and five, negative control plus 0.03% and 0.04% of complex B (200 kNU/g of amylase and 350 FBG/g of glucanase), respectively and diet six, negative control plus mixture of 0.04% of complex B + 0.01% of enzyme C (1000 FXU/g of xylanase). An feeding program with 4 phases was adopted, its being distributed in pre-initial ration (1 to 7 days), initial (8 to 21 days), growth (22 to 35 days) and final (36 to 42 days). In experiment II, the experimental rations of the previous growth phase for the determination of corrected apparent metabolizable energy and coefficients of apparent digestibility of dry matter and crude protein of the diets were utilized. In the period of 1 to 7 days of the birds' age, no significant differences were found in performance ($P>0.05$), regardless of sex. From 1 to 21 days, significant difference occurred ($P<0.05$) for ration consumption in relation to sexes, the males having consumed more than the females. Diets four, five and six resulted into better weight gains only for males ($P<0.05$). The better results of feed conversion were from the use of the enzymatic complexes ($P<0.05$), the males responding better than the females ($P<0.05$). In the total period, the males and the females which were given the positive control, consumed less ration than the other diets ($P<0.05$). Diets four and five provided the best results of weight gain to the males ($P<0.05$). As regards feed conversion, significant sex and diet interaction was observed ($P<0.05$), where the males presented the best conversions from the use of diets four and five ($P<0.05$). The females that were given the positive control and diet six presented better ($P<0.05$) feed conversions. As to intestinal viscosity, there was significant sex and diet interaction ($P=0.056$). For the

Guidance committee: Antônio Gilberto Bertechini - UFLA (Adviser); Edison José Fassani - UNIFENAS; Paulo Borges Rodrigues-UFLA

males which were given diets three and six, there was a reduction in the intestinal viscosity of digesta ($P < 0.01$). The same effect was observed in the females that were given diet six ($P < 0.01$) in relation to the other treatments. No significant differences were observed ($P > 0.05$) of effect of the treatments for the yields of carcass, breast, abdominal fat, villus height, crypta depth and villus :crypta ratio. In trial II, no differences were found ($P > 0.05$) for the apparent digestibility coefficients of dry matter and crude protein. The values of EMAn presented significant differences ($P < 0.05$), the enzymatic complexes concerning treatments five and six improved metabolizable energy. It follows that the use of the enzymatic complexes were effective in recovering the birds' performance through the use of the diets with 3% minus of metabolizable energy and only the enzymatic complexes concerning diets five and six increased significantly the EMAn of the rations.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia atual da produção de frangos de corte é resultado da integração de melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo das aves. No que se refere à nutrição, a formulação de uma ração balanceada e econômica que atenda às exigências nutricionais das aves, nas diferentes fases de criação, é fundamental para o sucesso da produção.

O milho e o farelo de soja são os alimentos básicos das rações e entram na formulação de todas as fases de criação, por serem ricos em energia e em aminoácidos essenciais. Porém, sabe-se que, na composição destes dois alimentos, existem compostos que apresentam baixa digestibilidade, denominados polissacarídeos não-amídicos (PNAs). O farelo de soja e o milho apresentam 30,2% e 8,0 % de PNAs, respectivamente (Schutte et al., 1990), com digestibilidade praticamente nula, pois as aves não apresentam enzimas específicas para a sua digestão.

Pesquisas têm mostrado que a adição de amilase em dietas à base de milho e farelo de soja também oferece um grande potencial para melhorar a digestibilidade das rações e, conseqüentemente, o desempenho das aves.

As enzimas produzidas pela biotecnologia apresentam bom potencial para serem utilizadas nas dietas avícolas para auxiliar a digestão e o aproveitamento dos PNAs, hidrolisando-os e promovendo melhorias na eficiência das rações.

Sendo assim, o presente trabalho foi conduzido para verificar os efeitos de alguns complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte, sobre o desempenho, o incremento de energia das rações e as características intestinais e de carcaça.

2 REVISÃO LITERATURA

2.1 Digestão dos carboidratos

Segundo Sklan (2001), logo após a eclosão ocorrem intensas mudanças no intestino delgado das aves. Este órgão cresce muito mais rapidamente do que o corpo todo, atingindo o máximo em 6 a 8 dias em frangos. Já outros órgãos do trato digestivo, como a moela e o pâncreas, mostram crescimento mais lento. O crescimento do intestino se verifica tanto na presença quanto na ausência de alimento; no entanto, na ausência de alimento seu crescimento é mais lento. O segmento do intestino delgado que apresenta o maior crescimento inicialmente é o duodeno. Logo após a eclosão, as aves possuem baixa capacidade para aproveitar alimentos de baixa digestibilidade, o que decorre do incompleto desenvolvimento do seu trato digestivo.

Os monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos são os principais carboidratos presentes na ração de frangos de corte.

O amido é o polissacarídeo mais importante, do ponto de vista nutricional. A sua digestão é realizada por amilase, que catalisa a sua hidrólise, resultando em maltose e dextrina. A dextrina é uma molécula semelhante ao amido, porém, menor.

Os dissacarídeos podem ser produtos da hidrólise do amido ou provenientes diretamente da ração, como, por exemplo, a sacarose e a maltose, que são hidrolisadas por enzimas específicas presentes na mucosa intestinal. Estas carboidrases são produzidas por células da mucosa intestinal que se localizam na borda em escova dos microvilos.

Os monossacarídeos mais importantes são a glicose e a frutose, que são absorvidos sob esta forma sem sofrer digestão.

Em aves, segundo Rostagno (1994), não ocorre amilase salivar devido à ausência de células “serosas”. Assim, a digestão do amido se inicia no duodeno e se completa no intestino delgado, quando as amilases pancreáticas que representam de 5% a 30% do suco pancreático, atacam os remanescentes da molécula de amido, convertendo-o a maltose e glicose. A sacarose e a maltose são hidrolisadas, na mucosa do intestino, a glicose e frutose e, então, são absorvidas.

Em condições normais, a absorção de monossacarídeos é quase completa e ocorre no intestino delgado por mecanismos de difusão simples, dependendo do grau de concentração e por absorção ativa, que envolve um transportador e requer a presença do íon sódio e gasto de energia.

A digestibilidade do amido é bastante alta em animais não ruminantes, cerca de 95%, segundo Gracia et al. (2003), embora outros autores sugiram valores bem menores, 85% (Soto-Salanova et al., 1996). Ela pode ser afetada pela idade da ave. Segundo Mahagna et al. (1995), há diminuição com a idade de 96,7% aos 7 dias para 93,7% aos 21 dias.

Segundo Penz Jr. (1998), as variações de digestibilidade dos carboidratos devem-se às diferenças entre as variedades, às condições de cultivo da planta, às formas diferentes de estrutura espacial dos polímeros de amido, sendo a amilopectina mais fácil de ser digerida que a amilose. O milho apresenta, em média, 28% de amilose e 72% de amilopectina.

2.2 Polissacarídeos não amídicos (PNAs)

Os polissacarídeos não amídicos (PNAs) são macromoléculas de polímeros de açúcares simples (monossacarídeos) resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal de animais monogástricos, devido ao tipo de ligações das unidades de açúcar (IUPAC, 2005).

Os polissacarídeos não amídicos solúveis (arabinosilanos, D-xilanos, β -glucanos, D-mananos, galactomananos, xiloglucanos, raminogalacturonas substâncias pécticas, etc.) presentes nas dietas não são digeridos pelas enzimas endógenas das aves e interferem na utilização dos nutrientes pela formação de gel influenciando na viscosidade da digesta (Torres, 2003).

A maior parte dos carboidratos dos grãos de cereais ocorre na forma de amido, que é de fácil digestão pelas aves. Outros carboidratos ocorrem sob formas variadas nos cereais e farelos protéicos. Dentre esses, os principais são os polissacarídeos, como celulose, hemicelulose, pentosanas e oligossacarídeos, como a estaquiose e a rafinose, que são de baixa digestibilidade para aves. Dessa maneira, pouco contribuem para o fornecimento total de energia para as aves, podendo alguns provocar efeitos adversos na digestão quando em concentrações altas. Os β -glucanos, presentes em grãos como a cevada podem servir de exemplo, pois, além de terem baixa digestibilidade, aumentam a viscosidade do bolo alimentar, prejudicando o uso de outros nutrientes (Macari, 2002).

O amido dos cereais está normalmente localizado dentro do endosperma e das células que o compõem. A parede dessas células é composta de uma complexa formação de carboidratos solúveis e insolúveis. A maior parte desses carboidratos é representada por fração de hemicelulose, integrada basicamente de pentosanas solúveis e também de uma parcela de β -glucanos. O teor de pentosanas e β -glucanos dos grãos cereais é muito variável.

A principal enzima que desdobra o amido é a α -amilase pancreática. Esta enzima tem especificidade de ação sobre as ligações glicosídicas do tipo α 1,4.

As pentosanas e os β -glucanos no intestino aumentam a viscosidade da digesta, afetando o valor nutricional dos cereais, seja por falta de enzimas endógenas para sua digestão ou, mesmo, criando barreiras de ação das enzimas digestivas (Bedford & Morgan 1996).

Chesson (2001) cita alguns mecanismos que podem teoricamente aumentar a viscosidade da digesta pela ingestão de PNAs, como: a conexão cruzada e oxidativa e irreversível formação de gel, as interações covalentes entre regiões adjacentes de polímeros de arabinosilanos livres de unidades ramificadas e o alto peso molecular destes polissacarídeos, arabinosilanos altamente ramificados libertos do endosperma e camada de aleurona.

A formação de gel pode ocorrer quando da interação de moléculas de polissacarídeos e em função desta capacidade de interação com água. A capacidade de provocar viscosidade é maior nos polissacarídeos solúveis em água se comparados aos insolúveis. Exemplo de polissacarídeos insolúveis são a xilose e os xilanos (Bedford, 2000).

De modo geral, a viscosidade da digesta reduz o contato entre os nutrientes e as secreções digestivas, a difusão e o transporte da digesta, das enzimas endógenas e dos sais biliares e dos movimentos peristálticos, além de aumentar o tempo de retenção da digesta, favorecendo a proliferação de bactérias no trato gastrintestinal (Bedford, 2000).

Com exceção dos aminoácidos sintéticos, que são considerados como substâncias totalmente absorvidas pelo trato digestório dos animais, os demais ingredientes não são totalmente digeridos e absorvidos, e as diferenças podem ocorrer, mesmo entre diferentes amostras de um mesmo ingrediente. Estas diferenças podem ser devido ao conteúdo de fibra, de substâncias

antinutricionais, como antitripsinas e lectinas, de polissacarídeos não amídicos e de ácido fítico; bem como ao tratamento térmico dado ao ingrediente ou à presença de um nutriente em forma menos digestível (amilose x amilopectina), segundo Bedford & Morgan (1996).

2.3 Enzimas na alimentação animal

As enzimas são proteínas altamente especializadas, com eficiência catalítica extraordinária e um alto grau de especificidade por seus substratos. Como catalisadoras de processos biológicos, classificam-se com base nas reações que catalisam. Algumas são proteínas simples, outras são proteínas conjugadas e contêm grupos prostéticos constituídos por íons metálicos, por coenzimas ou por ambos (Lehninger, 1995).

Além da atividade catalítica, as enzimas podem ser caracterizadas por propriedades físicas e químicas, tais como solubilidade, mobilidade eletroforética, número de cadeias polipeptídicas, coeficiente de sedimentação, massa molecular, composição de aminoácidos, seqüência peptídica, estrutura secundária, terciária e, eventualmente, quaternária.

Segundo Tejedor (2000), na prática, somente um pequeno número de enzimas conhecidas pode ser utilizado em alimentação animal. As principais limitações são disponibilidade, custos e estabilidade operacional.

A estrutura molecular das enzimas é bastante frágil e pode ser desnaturada pelo calor, pelos ácidos, pelas vitaminas, pelos minerais, pelos metais pesados e por outros agentes oxidantes, a maioria usualmente encontrada no premix (Graham & Inboor, 1991).

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 et al., 1993).

2.3.1 Obtenção das enzimas

A maioria das enzimas industriais é produzida por microrganismos, sob condições de processamento muito bem controladas.

Segundo Broz et al. (1994), as enzimas microbianas utilizadas na alimentação animal podem ser produzidas industrialmente por laboratórios especializados, por meio de culturas aeróbicas, sendo derivadas da fermentação fúngica, bacteriana e de leveduras.

As indústrias produtoras de enzimas comercializam enzimas específicas ou complexos enzimáticos para serem adicionados a matérias-primas ou para serem suplementados nas dietas, buscando melhorar o valor nutritivo.

2.4 Utilização de complexos enzimáticos – efeito em dietas avícolas

A literatura sobre o uso de enzimas não é abundante, mas, as pesquisas realizadas, de maneira geral, dão resultados positivos. A especificidade das enzimas requer conhecimento da composição dos nutrientes não normalmente digestíveis por enzimas exógenas ou digeridas com baixa eficiência.

As fontes de proteína vegetal são também substratos para as enzimas por conterem, na estrutura da parede celular, substâncias pécticas com carboidratos não digeríveis ou parcialmente digeríveis, como a rafinose e a estaquiose, representando fonte de energia perdida ou parcialmente utilizada (Cowan, 1990).

Apesar do milho e do farelo de soja se complementarem em nutrientes, resultando no melhor desempenho das aves, existem alguns componentes destes ingredientes que podem ser utilizados pelas aves, com o auxílio de enzimas exógenas.

De maneira geral, a ação dessas enzimas sobre a digestibilidade de nutrientes e as características fisiológicas do trato digestório tem sido avaliada em várias pesquisas.

O uso de enzimas é sugerido, inclusive, para cereais que resultam em baixa viscosidade intestinal e o milho e o farelo de soja incluem-se neste contexto (Soto-Salanova, 1996).

Todavia, verifica-se que, apesar do milho apresentar baixo teor de PNAs (8%), o conteúdo do farelo de soja é significativo (30,2%). Estes polissacarídeos são os principais determinantes da viscosidade intestinal da digesta, conforme várias pesquisas (Beldford, 2000; Torres, 2003).

O conceito de adição de enzimas microbianas a alimentos destinados aos animais é bem conhecido e, ao longo de várias décadas, muitos experimentos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aumentar a digestibilidade e a utilização dos nutrientes (Grahm & Inberr, 1991). Algumas enzimas utilizadas em alimentos para aves e seus possíveis efeitos encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2. Um resumo das enzimas usadas em alimentos avícolas

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

Adaptado de Cleophas et al. (1995)

O fato de as enzimas serem muito específicas na sua reação catalítica determina que os produtos que contenham só uma enzima sejam insuficientes para produzir máximo benefício como suplemento em dietas avícolas. Isso sugere que misturas de enzimas ou complexos enzimáticos sejam mais efetivos, pois, atuam sobre uma série de polissacarídeos da parede celular dos grãos, levando ao melhor aproveitamento da dieta. Esses complexos seriam mais efetivos em frangos jovens (1 a 15 dias de idade) por estes ainda não apresentarem um desenvolvimento completo do sistema enzimático (Vanbelle, 1992).

Torres et al. (2001), trabalhando com complexo enzimático contendo amilase, protease e xilanase em dieta à base de milho e farelo de soja, constataram melhora no desempenho dos frangos de corte com o aumento do ganho de peso, no fator de produção e na melhoria da conversão alimentar.

Mendes et al. (1981) adicionaram níveis crescentes de um complexo enzimático à base de amilase, protease e celulase em rações à base de milho e farelos de soja e de trigo na fase de crescimento e final, variando os teores de fibra bruta (3,38% e 4,47%, 3,68% e 4,25%). Os autores verificaram que a inclusão de 0,015% do complexo multienzimático melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos, aos 35 dias de idade.

Figueiredo et al. (1998), comparando rações à base de milho e três tipos de sojas processadas em frangos de corte, com e sem adição de complexo enzimático contendo, amilase, protease e xilanase, verificaram uma melhora significativa no ganho de peso e na conversão alimentar. Por outro lado, a adição de enzimas nas dietas iniciais de frangos à base de milho e farelo de soja aumentou o ganho de peso, mas não melhorou a conversão alimentar (Charlton, 1996).

Fischer et al. (2002) avaliaram o efeito da inclusão de um complexo enzimático à base de proteases, amilases e celulases no desempenho de frangos

de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja. Os autores verificaram diferença estatística na conversão alimentar, na fase de 1 a 28 dias, não observando, contudo, diferenças no ganho de peso e no consumo de ração nesta fase. O mesmo não ocorreu no período de 28 a 42 dias, no qual não foram observadas diferenças no consumo de ração e conversão alimentar, mas, houve diferença estatística no ganho de peso. O mesmo autor superestimou os níveis energético, protéico e aminoácido do farelo de soja em 5% e não verificou diferença estatística no desempenho das aves em relação às alimentadas com as dietas normais.

Pack & Bedford (1997) suplementaram dietas à base de milho e farelo de soja com complexo enzimático (amilase, protease e xilanase) para frangos de corte e verificaram aumento significativo no ganho de peso e melhora na conversão alimentar na idade ao abate. Foi avaliada também a suplementação deste complexo enzimático em dietas com redução de 4% na energia metabolizável, proteína, metionina e lisina. Com a redução dos níveis nutricionais da dieta, houve redução do desempenho, sendo o mesmo recuperado com a suplementação enzimática.

Tejedor et al. (2000), em experimento com pintos de corte, avaliaram o efeito da adição de um complexo enzimático contendo protease, amilase, celulase e fitase sobre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, fósforo e cálcio e os valores de energia digestível aparente das rações. Os autores observaram interação entre a adição de enzimas e os níveis de cálcio (Ca) e fósforo (P). Houve melhora na digestibilidade ileal da matéria seca no nível normal de Ca e P, enquanto o efeito na energia bruta ocorreu nos dois níveis de Ca e P avaliados. Já a adição do complexo enzimático com fitase melhorou a digestibilidade ileal da matéria seca, indiferentemente do nível de cálcio e a da energia bruta somente nas rações com baixos níveis de Ca e P.

Mathlouthi et al. (2002) avaliaram o efeito da adição de xilanase e β -glucanase sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes, condições físico-químicas do intestino e da microbiota cecal de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho, farelo de arroz e cevada. Observaram melhor digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável aparente.

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

Wu et al. (2004) avaliaram o efeito da suplementação enzimática (fitase e glucanase) em dietas à base de milho, sorgo e cevada, em frangos de corte de 1 a 28 dias de idade. Os autores verificaram maior energia metabolizável e melhor digestibilidade ileal da proteína e amido da ração quando estas enzimas estavam presentes.

Juanpere et al. (2005), trabalhando com glicosidases em dietas à base de milho e farelo de soja, verificaram melhoria na digestibilidade dos nutrientes. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, lipídeos e amido aumentaram 1,54%; 6,58% e 1,03%, respectivamente.

Noy & Sklan (1995) obtiveram dados que revelam a baixa digestibilidade ileal do amido e da gordura, em pintos de corte alimentados com milho e farelo de soja. A inclusão de complexo enzimático, neste caso, pode contribuir para melhorar a digestibilidade do amido e o rendimento econômico.

Yuste et al. (1991), trabalhando com uma variedade de ingredientes, observaram que a digestibilidade do amido é menor em frangos até os 21 dias de idade que em adultos, indicando que o trato gastrintestinal de aves aos 21 dias de idade não é totalmente desenvolvido e capaz de digerir amido.

Contudo, Mahagna et al. (1995), trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja com frangos de corte, observaram diminuição na digestibilidade fecal do amido de 96,7%, aos 7 dias para 93,7%, aos 21 dias de idade das aves.

Zanela et al. (1999) relataram que a digestibilidade fecal do amido aos 37 dias de idade das aves aumenta de 91,2% para 93% e 98,2% para 98,5% em dietas à base de milho e farelo de soja, quanto suplementadas com amilase, protease e xilanase. Os mesmos autores encontraram aumento da EM ileal da dieta de 3.076 para 3.153 kcal/kg, com a suplementação enzimática.

Gracia et al. (2003) relataram melhoras na digestibilidade do amido com o uso de amilase, melhorando a digestibilidade da matéria seca, energia metabolizável aparente corrigida e energia total da dieta. Citaram também que a digestibilidade do amido aumenta com a idade das aves.

A maioria dos trabalhos mostra correlação da resposta da inclusão de enzimas com a idade das aves.

2.5 Morfologia intestinal de frangos de corte

As características morfológicas intestinais, como altura de vilosidade e profundidade de cripta, são relacionadas com o processo de absorção de nutrientes pelos animais, sendo estes importantes meios de determinar a área de absorção intestinal.

Ritz et al. (1995) reportaram que a suplementação com amilase aumentou o comprimento de vilos no jejuno e no íleo, em perus com três semanas de idade alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja.

O aumento da área de superfície, seguido por um aumento no comprimento dos vilos, força um aumento na absorção e melhora na digestibilidade de nutrientes (Caspary, 1992).

Onderci et al. (2006), trabalhando com a inclusão de organismos produtores de amilase em dietas de frangos de corte, à base de milho e farelo de

soja, observaram aumento significativo na largura dos vilos e profundidade e largura das criptas, promovendo aumento na área de superfície de absorção.

Souza (2005), trabalhando com suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja, observou aumento na altura das vilosidades intestinais, favorecendo a melhoria na absorção dos nutrientes pelas aves. O mesmo autor observou diminuição na profundidade de cripta, o que implica na redução na demanda de energia e proteína necessárias à renovação de tecido, aumentando a eficiência das aves. Os resultados corroboram com Mathoulthi et al. (2002) e Wu et al. (2004) que encontraram valores de altura de vilosidade (1200 μ m) e profundidade de cripta (300 a 350 μ m).

Os conhecimentos existentes até então sobre o uso de enzimas ainda não definiram, a contento, os efeitos sobre a valoração real da energia desses ingredientes, bem como os efeitos associativos das diversas enzimas. De maneira geral, verifica-se pelas pesquisas já realizadas que existem efeitos positivos sobre o desempenho das aves com o uso das enzimas.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEDFORD, M. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimize subsequent problems. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.347-365, 2000.

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

BROZ, J.; OLDALE, P.; PERRIN-VOLTZ, A.H. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **British Poultry Science**, v.35, n. 2, p.273-280, 1994.

CASPARY, W.F. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. **Am. Journal Clinical Nutrition**, v.55, p.299-308, 1992.

CHARLTON, P. Expanding enzyme application: higher amino acid and energy values for vegetable proteins. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 12., 1996, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University, 1996. p.317-326.

CHESSON, A. Non starch polysaccharide degrading enzymes in poultry diets: influence of ingredients on the selection of activities. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.57, n.3, p.251-263, 2001.

CLASSEN, H.L.; Bedford, M.R. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. In: HARESIGN, W. COLE, D.J.A. (Ed.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. Oxford: Jordan Hill, 1993. p.95.

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

COWAN, W.D. Understanding the manufacturing distribution, application and overall quality of enzyme in poultry feeds. **Journal of Applied Poultry Research**, v.1, p.93-99, 1990.

FIGUEIREDO, A.N. et al. 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. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.36.

FISHER, G. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem a adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.402-410, 2002.

GRACIA, M.I. α -Amilase supplementation of broiler diets base on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-442, 2003.

GRAHAM, H.; INBOOR, J. Stability of enzymes during processing. **Feed Mix**, v.1, n.3, p.18, 1991.

INTERNATION UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY.
Recomendations on organic & biochemical nomenclature, symbols & terminology, etc. Disponível em : < [http:// www. chem. qmul. ac. uk/ iupac](http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/)>.
Acesso em: 11 jan. 2005.

JUANPERE, J. et al. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrient digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.84, p.571-580, 2005.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995.

MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MAHAGNA, M. et al. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. **Reproduction Nutrition Dev.**, v.35, p.201-212, 1995.

MATHLOUTHI, N. et al. Xylanase and β -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. **Journal Animal Science**, v.80, p.2773-2779, 2002.

MENDES, A.A.; PATRÍCIO, I.S.; PEZZATO, A.C. **Efeito da adição de enzimas em rações para frangos de corte** – amilase, protease, celulase. São Paulo: UNESP, 1981, p.10.

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.

ONDERCI, M. et al. Efficacy of supplementation of α -amilase-producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed a corn-based diet. **Poultry Science**, v.85, p.505-510, 2006.

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

PENZ Jr. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Gnosis, 1998. CD-ROM.

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

RODRIGUES, P.B; ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade dos nutrientes e valores de energia de dietas formuladas com diferentes milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182, 2003.

ROSTAGNO, H. D. **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas, 1994, p. 43-58. Coleção FACTA.

SHUTTE, J.B.; VAN KEMPEN, G.J.M.; HAMER, R.J. Possibilities to improve the utilization of feed ingredients rich in non-starch polysaccharides for poultry. In: CONFERENCIA EUROPEA DE AVICULTURA, 8., 1990, Barcelona. **Anais...** Barcelona: 1990. p.128-133.

SKLAN, D. Development of the digestive tract of poultry. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.57, n.4, p.415-428, Dec. 2001

SOTO-SALANOVA, M.F. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Campinas, SP: FACTA, 1996. p.71-76.

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

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

TORRES, D.M. et al. Efeitos da suplementação enzimática em dietas á base de milho e soja sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2001.

TORRES, D.M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. 2003. 172p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VANBELLE, M. **Les enzymes probiotiques**: curso superior de nutricion y alimentacion animal. Zaragoza: Instituto Agronômico Mediterrâneo de Zaragoza, 1992.

WU, Y.B. et al. Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. **British Poultry Science**, v.45, p.76-84, 2004.

YUSTE, P. et al. The digestibility of semipurified starches from wheat, cassava, pea, bean and potato by adult cockerels and young chicks. **Animal Feed Science Technologic**, v.35, p.289-300, 1991

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.

CAPÍTULO II

EFEITO DO USO DE COMPLEXOS ENZIMÁTICOS SOBRE O DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS E INCREMENTO DE ENERGIA DE RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos de origem vegetal constituem mais de 90% das dietas de frangos de corte, entre eles os mais utilizados são o milho e o farelo de soja constituindo a base da alimentação das aves. Contudo, esses alimentos apresentam constituintes que são indigeríveis pelas aves e, entre eles, os polissacarídeos não amídicos (PNAs) são de grande importância, pois representam 8% e 30,2 % do alimento, respectivamente (Shutte et al., 1990).

A presença de PNAs determina o aumento da viscosidade da digesta, no trato gastrointestinal, resultando em reduções na digestão e absorção de aminoácidos, carboidratos, minerais e outros nutrientes, com conseqüente queda de produtividade.

Zanella & Sakomura (1999) mostraram que a digestibilidade e o desempenho das aves foram melhorados pela adição de complexos enzimáticos (amilase, protease, xilanase) em dietas à base de milho e farelo de soja. Marsmann et al. (1997) também observaram que a adição de enzimas, como proteases e carboidrases, juntas ou separadas, em dietas à base de milho e farelo de soja, melhoraram a digestibilidade das proteínas e dos PNAs.

O presente trabalho foi conduzido para avaliar o efeito da adição de complexos enzimáticos sobre o desempenho, características intestinais e incremento da energia metabolizável, em rações fareladas à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois ensaios com frangos de corte. No primeiro, denominado experimento I, avaliaram-se o desempenho e características intestinais dos frangos de corte de 1 aos 42 dias de idade, que receberam complexo enzimático em rações fareladas.

No segundo, denominado experimento II, determinou-se, em um ensaio de metabolismo, a energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta das dietas.

2.1 Localização e época de realização

Os ensaios foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de março a abril de 2005.

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° de longitude Oeste de Greenwich.

2.2 Aves, instalações e manejo.

2.2.1 Ensaio de desempenho

Para o ensaio de desempenho, foram utilizados 1.440 pintos de um dia Cobb-500 (ambos os sexos), distribuídos em 48 boxes, no sistema cama, 24 parcelas de cada sexo, contendo 30 aves cada. Cada parcela experimental (3m²) foi dotada de aquecimento com o uso de lâmpadas incandescentes de 150 W, comedouro tubular e bebedouro pendular individuais.

As temperaturas e as umidades relativas máximas e mínimas do galpão foram registradas durante todo o período experimental por meio de um termômetro localizado no centro do galpão (Tabela 1).

TABELA 1. Temperatura e umidade registrada durante o ensaio.

Semanas	Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	mínima	máxima	mínima	máxima
1	29	37	50	72
2	27	37	49	71
3	18	36	46	65
4	17	37	44	73
5	16	37	43	71
6	16	37	43	70

2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em um esquema fatorial 6 x 2, com seis dietas e dois sexos, com 4 repetições cada, perfazendo um total de 48 parcelas. As dietas foram fornecidas para os machos e para as fêmeas, num no total de 12 tratamentos. As dietas experimentais utilizadas foram: uma ração controle, à base de milho e farelo de soja com farinha de carne e ossos, sem enzima (controle positivo); uma ração controle formulada com 3% menos energia metabolizável do indicado para cada fase, com a redução de óleo das rações na proporção necessária (controle negativo) e quatro rações suplementadas com enzimas, conforme esquema abaixo:

Dieta 1 – controle positivo

Dieta 2 – controle negativo (T1 – 3% de EM) – redução 3% da EM.

Dieta 3 – controle negativo + complexo enzimático A (0,5 kg/t)

Dieta 4 – controle negativo + complexo enzimático B (0,3kg/t)

Dieta 5 – controle negativo + complexo enzimático B (0,4 kg/t)

Dieta 6 – controle negativo + complexo enzimático B (0,4 kg/t) + enzima C (0,1kg/t)

Os complexos enzimáticos apresentam as seguintes composições: complexo enzimático A (600U/g de xilanase, 8.000U/g de amilase e 800U/g de protease), complexo enzimático B (200 kNU/g de α -amilase e 350 FBG/g de β -glucanase), enzima C (1.000 FXU/g de xilanase).

A dosagem de enzima utilizada foi calculada com base nos dados fornecidos pelos fabricantes das mesmas, considerando-se condições práticas de utilização em campo no Brasil.

Foi adotado um programa alimentar com quatro fases, sendo distribuídas nas formas de ração pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). As composições dos ingredientes estão apresentadas na Tabela 2. As rações experimentais foram à base de milho e farelo de soja e formuladas de acordo com as recomendações práticas da ave Cobb 500 e estão apresentadas na Tabela 3. A redução da energia foi realizada com a redução de óleo das rações e inclusão de caulim.

TABELA 2. Composição percentual analisada dos ingredientes das rações¹.

Ingredientes	Matéria seca	Proteína bruta	Cálcio	Energia metabolizável²
Milho	89,00	8,5	0,028	3381
Farelo de soja	90,02	45,4	0,320	2256
Farinha de carne e ossos	89,05	46,3	10,900	2445
Óleo	99,60	-----	-----	8790
Calcário calcítico	-----	-----	38,2	-----

¹Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal da UFLA.

² Rostagno et al. 2005

TABELA 3. Composição percentual das rações (controle positivo) segundo a fase de criação¹

INGREDIENTES	FASES (dias)			
	1 – 7	8 –21	22 – 35	36 – 42
Milho	60,954	61,454	62,390	64,973
Farelo soja	30,611	28,884	26,975	24,548
Far. de carne ossos 45	5,882	5,760	5,299	4,829
Calcário calcítico	0,478	0,395	0,415	0,441
Sal	0,350	0,351	0,410	0,418
Anticoccidiano ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Promotor crescimento ³	0,025	0,025	0,025	0,025
Supl. vitaminas ⁴	0,100	0,100	0,100	0,100
Supl. mineral ⁵	0,050	0,050	0,050	0,050
Enzima –teste ⁶	0,100	0,100	0,100	0,100
DL- metionina 98%	0,220	0,232	0,211	0,186
L-lisina HCl 99%	0,183	0,207	0,209	0,202
Óleo de soja	1,000	2,390	3,766	4,077
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição nutricional calculada				
Energia metabolizável, kcal/kg	2950	3050	3150	3200
Proteína bruta, %	21,8	21,0	20,0	18,9
Metionina, %	0,554	0,550	0,520	0,438
Metionina + cistina, %	0,910	0,890	0,843	0,792
Lisina, %	1,260	1,250	1,190	1,113
Cálcio, %	0,950	0,900	0,850	0,800
Fósforo disponível, %	0,460	0,450	0,420	0,390
Sódio, %	0,180	0,180	0,200	0,200

¹ Exigência de acordo com recomendações práticas para ave Cobb 500

² Programa para o anticoccidiano: pré-inicial e inicial – lasalocida -90 ppm , crescimento e final - salinomocina 66 ppm;

³ Promotor de crescimento – pré-inicial e inicial – avilamicina – 10 ppm, crescimento – avilamicina – 7 ppm e final – avilamicina 5 ppm.;

⁴ Rovimix aves inicial (Roche) - 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;

⁵ Roligomix aves (Roche) - Níveis de garantia, por kg do produto: manganês - 160 g; ferro - 100 g; zinco 100 g; cobre - 20 g; cobalto - 2 g; iodo - 2

⁶ Complexo enzimático mais caulim qsp.

Os resultados foram submetidos a análises de variância utilizando o pacote computacional SISVAR (Sistemas para Análises de Variância), segundo Ferreira (2000).

O modelo estatístico que descreve as observações foi:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + TS_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = observação referente à dieta i do sexo j na repetição k , com $i= 1, \dots, 6$;
 $j= 1, 2$; $k= 1, \dots, 4$;

μ = constante associada às observações

T_i = efeito da dieta i , com $i=1, \dots, 6$;

S_j = efeito do sexo j , com $j=1, 2$;

TS_{ij} = é o efeito da interação da i -ésima dieta com o j -ésimo sexo;

E_{ijk} = é o erro experimental normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 .

2.4 Variáveis analisadas

2.4.1 Desempenho

Foram realizadas pesagens das aves e das sobras de rações para avaliação do desempenho por meio do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, de acordo com as fases de criação (1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade das aves) e do período total (1 a 42 dias de idade). As mesmas foram mantidas em jejum de 4 horas para a realização das pesagens, voltando à alimentação normal ao final do manejo.

Aos 42 dias de idade, foram separadas quatro aves de cada parcela, sendo uma para coleta de amostra intestinal (altura de vilosidade e profundidade de criptas), uma para coleta de conteúdo do lúmen intestinal (viscosidade) e duas para característica de carcaça.

As rações experimentais foram preparadas a cada fase da criação e estocadas em local fresco e arejado. A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período. As aves receberam luz natural mais artificial durante 24horas/dia.

Os resultados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foram submetidos á análises de variância, utilizando-se o pacote computacional SISVAR (Sistemas para Análises de Variância), segundo Ferreira (2000). Os tratamentos foram comparados pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

2.4.2 Análises fisiológicas

As análises fisiológicas foram a altura de vilosidades (AV), profundidade de criptas (PC), relação vilo:cripta (R:V/C) e viscosidade do conteúdo intestinal, avaliadas aos 42 dias de idade da ave. O abate foi por deslocamento cervical sem sangria, com jejum de seis horas (exceto para a análise de viscosidade).

2.4.2.1 Análise de altura de vilosidade e profundidade de cripta

Foi abatida uma ave por parcela experimental por deslocamento cervical. Após a morte, foi feita uma incisão na região ventro-caudal para a retirada do intestino, a mesma de onde foram coletados segmentos de aproximadamente três centímetros cada, das regiões cranial, média e caudal do duodeno. Foram lavados com água destilada e acondicionados em frascos devidamente identificados contendo Bouin (150ml de solução concentrada de ácido pícrico, 50ml de formol comercial 40% e 10ml de ácido acético glacial) para a fixação do material. Após 24 horas, o material foi lavado e conservado em álcool 70% até a confecção das lâminas.

A confecção das lâminas para análise morfométrica foi realizada no Laboratório de Patologia do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Lavras. Na primeira etapa, cortaram-se três milímetros de cada amostra coletados e inseridos em “cassetes”.

Na segunda etapa, as amostras foram deixadas em solução de álcool etílico 70%, 80%, 90%, 100% e 100% (absoluto), pelo período de 1 hora cada. Após esses procedimentos, as amostras foram colocadas em xilol 80%, 90% e 100%, respectivamente, por 1 hora cada.

Na terceira etapa, as amostras foram submergidas em três soluções parafina histológica fundida em estufa entre 56°C e 58°C, por uma hora cada. Os tecidos impregnados foram colocados em forma de metal em temperatura ambiente e adicionada parafina líquida, para a confecção dos blocos.

Na quarta etapa, os blocos de parafina contendo as amostras foram cortados em aparelho micrótomo (ANCAP 78), sendo realizada secções com 5µm de espessura e transferidos para as lâminas. Essas foram colocadas em estufa a 60°C por um dia para secar e derreter a parafina.

Na quinta etapa, procedeu-se à coloração. As amostras foram colocadas em uma solução de xilol por 40 minutos. Posteriormente, foram mergulhadas em solução decrescente de álcool a 100%, 90%, 80% e 70%, de forma rápida, permanecendo depois em água corrente por mais 15 minutos. Em seguida, foram coradas pela solução de hematoxilina por um minuto, lavadas em água corrente e colocadas, em seguida, em solução de eosina por 40 segundos e lavadas em água corrente para retirar o excesso de eosina.

Após essa etapa, iniciou-se a desidratação, na seguinte seqüência de soluções com concentração crescente de álcool: 70%, 80%, 90% e duas de álcool etílico absoluto 100% por 30 segundos cada e por mais duas de xilol por 1 minuto cada. As lâminas foram, então, montadas com uma gota de bálsamo do Canadá sobre o corte e, por final, foi acrescentada a lamínula.

As análises micrométricas dos cortes histológicos foram realizadas no Laboratório de Citologia do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o microscópio óptico com aumento de 32 vezes.

Foram selecionadas e medidas 10 criptas e 10 vilosidades em diferentes regiões do corte (utilizou-se apenas o corte da região mediana do duodeno, jejuno e íleo), sendo a unidade adotada em micrômetro (μm). As medidas de altura de vilosidades (AV) foram adotadas a partir da base superior da cripta até o ápice da vilosidade e as medidas de profundidade de criptas (PC) foram tomadas entre as vilosidades da base inferior até a base superior da cripta. A relação vilo:cripta foi adquirida da relação entre as duas variáveis, perfazendo 2.880 leituras.

2.4.2.2 Metodologia de análise de viscosidade

A viscosidade da digesta foi determinada realizando-se a coleta do conteúdo do lúmen intestinal presente no fim do duodeno ao divertículo de Meckel's. Logo após a coleta, aproximadamente 1,5 g do conteúdo fresco foi centrifugado a 3.000 rpm, por 5 minutos e, em seguida, extraído o conteúdo sobrenadante e acondicionado em "ependorff" e mantido em caixa térmica (5°C) para a determinação da viscosidade (Shoulten, 2002).

A determinação da viscosidade da digesta foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Faculdade de Ciências Animal e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Jaboticabal, SP, por meio de um viscosímetro digital da marca Brookfield DV -III e haste CP-40, utilizando-se 0,5 ml do sobrenadante do conteúdo coletado, que foi deixado em banho-maria até atingir 25°C. A medida da viscosidade é dada em centipoise (cPs), que é correspondente a 1/100 dina/segundo/cm².

Os resultados de AV, PC, relação V: C e viscosidade intestinal foram submetidos á análises de variância, utilizando-se o pacote computacional

SISVAR (Sistemas para Análises de Variância), segundo Ferreira (2000). Os tratamentos foram comparados pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

2.5 Características de Carcaça

Ao término do experimento, foram selecionadas duas aves de cada unidade experimental, de forma a representar o peso médio da unidade, as quais foram abatidas após jejum de 6 horas, para fins de avaliação do rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal. O rendimento de carcaça foi calculado em relação à carcaça eviscerada sem cabeça, pescoço, pé e sem vísceras comestíveis, no momento do abate e os rendimentos de peito e gordura abdominal foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada com pés, cabeça e sem vísceras comestíveis. Após o abate das aves, as carcaças foram mantidas em baldes com gelo por uma hora, após esse período foram realizadas as pesagens.

Os resultados de rendimento de carcaça, peito, gordura abdominal foram submetidos à análises de variância, utilizando-se o pacote computacional SISVAR (Sistemas para Análises de Variância), segundo Ferreira (2000). Os tratamentos foram comparados pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3 Ensaio de metabolismo

3.1 Aves, instalações, manejo, delineamento e análises estatísticas

Para o ensaio de metabolismo, foram utilizados 300 pintos de um dia da linhagem Cobb, 500 machos criados em um aviário sobre piso com cama de cepilho de madeira (maravalha) até os 21 dias de idade, quando foram transferidos e distribuídos em 30 gaiolas de arame galvanizado, tipo recria, medindo 0,50m x 0,40m x 0,75m, equipadas com bebedouro automático, tipo nipple e comedouro do tipo calha, em densidade de 10 aves por gaiola. O local foi dotado de aquecimento com o uso de lâmpadas incandescentes de 150 W.

Os tratamentos foram iguais aos descritos anteriormente para o ensaio de desempenho (item 2.3). As aves foram criadas sob as mesmas condições do ensaio de desempenho até os 21 dias de idade, utilizando o mesmo programa alimentar do tratamento um (controle positivo).

Água e ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros supridos de ração três vezes ao dia, para evitar desperdício.

Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, no qual as aves foram mantidas nas gaiolas durante sete dias. Foram quatro dias de adaptação às gaiolas e às dietas experimentais e três dias de coleta de excretas. O período de três dias é considerado suficiente e confiável, segundo Rodrigues et al. (2005).

Sob as gaiolas foram instaladas bandejas de alumínio previamente revestidas com plástico para evitar perdas de excretas. Para identificar as excretas provenientes das dietas em avaliação, foi adicionado 1% de óxido férrico nas rações, no primeiro e no último dia de coleta. Dessa forma, na primeira coleta, as excretas não marcadas foram desprezadas e, na última coleta do período experimental, as excretas marcadas também foram descartadas. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde.

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados por repetição e congeladas em freezer (-4°C). No final do período experimental determinaram-se a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas. Após o descongelamento em temperatura ambiente, as excretas foram homogeneizadas por repetição, sendo retirada uma amostra (500 gramas) que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, a fim de se proceder a pré-secagem, para a determinação da amostra seca ao ar. A seguir, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e

encaminhadas ao Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, junto com as amostras das dietas experimentais, para a determinação da matéria seca, energia bruta e nitrogênio, conforme técnicas descritas por Silva (1990). A energia bruta foi determinada por meio da bomba calorimétrica adiabática (Parr, 1261).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), apresentados em kcal/kg de MS das dietas, utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio de acordo com as fórmulas, e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da proteína bruta (CDAPB), de acordo com as fórmulas abaixo

$$EMA = \frac{\text{energia bruta ingerida} - \text{energia bruta excretada}}{\text{matéria seca ingerida}}$$

$$EMAn = \frac{\text{energia bruta ingerida} - (\text{energia bruta excretada} + 8,22 * BN)}{\text{matéria seca ingerida}}$$

$$CDAMS(\%) = \frac{\text{matéria seca ingerida (g)} - \text{matéria seca excretada (g)}}{\text{matéria seca ingerida (g)}} \times 100$$

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

Os resultados de EMAn, CDAMS e CDAPB 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 Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho de 1 a 7 dias de idade das aves

Os resultados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, estão apresentados nas Tabelas 4, correspondendo ao período de 1 a 7 dias.

TABELA 4. Desempenho, de 1 a 7 dias de idade, de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações fareladas suplementadas com complexos enzimáticos.

Dietas ¹	Consumo de ração, gramas			Ganho de peso, gramas			Conversão alimentar		
	M	F	Média	M	F	Média	M	F	Média
1	150	152	151	131	135	133	1,14	1,12	1,13
2	158	156	157	136	133	134	1,16	1,17	1,17
3	157	155	156	136	135	135	1,16	1,14	1,15
4	163	156	160	142	136	139	1,15	1,14	1,15
5	151	163	157	135	139	137	1,12	1,17	1,15
6	155	152	154	135	133	134	1,15	1,14	1,15
Médias	156	156	156	136	135	135	1,15	1,15	1,15
CV, %	4,17			4,00			3,38		

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3 % da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

Observa-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) nos resultados de consumo, ganho de peso e conversão alimentar das aves, com a utilização dos complexos enzimáticos. Nesta fase, não existe efeito do nível de energia nas medidas de desempenho dos pintos, devido à imaturidade do seu trato digestório e o consumo de ração que, nesta fase, pode estar relacionado à capacidade de digestão da dieta, de modo que este consumo não exceda a capacidade digestiva (Noy & Sklan, 1995). Também não foram observadas diferenças entre sexos ($P>0,05$), quanto às medidas de desempenho avaliadas e à interação das dietas com os sexos. Este fato demonstra que, nesta fase, as diferenças entre os machos e as fêmeas ainda não interferem no desenvolvimento dos pintos.

Ebert et al. (2000) encontraram resultados semelhantes em um experimento com frangos de corte, testando níveis energéticos, com ou sem adição de complexo enzimático contendo amilase, protease e celulase, concluindo que seus efeitos são pequenos e perceptíveis apenas em ambiente de estresse térmico. Contudo, os autores notaram pequena melhora na conversão alimentar das aves submetidas ao tratamento com enzimas na primeira semana.

Mahagna et al. (1995) relataram a depressão de 4% no consumo de ração de 1 a 7 dias de idade em dietas à base de sorgo e farelo de soja suplementadas com amilase e protease.

Chotinsky et al. (2001), citados por Longo (2005), relataram que a capacidade de digestão de carboidratos, como o amido, é observada logo após a eclosão. A amilase pancreática é encontrada em aves já no 18º dia de incubação, com sua máxima atividade específica ocorrendo quatro dias após a eclosão. A atividade específica das enzimas maltose e sacarase aumenta rapidamente entre 19 e 21 dias de incubação, enquanto que após a eclosão, a atividade dessas enzimas continua a aumentar até o abate das aves.

4.2 Desempenho de 1 a 21 dias de idade das aves

Os resultados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, estão apresentados na Tabelas 5.

TABELA 5. Desempenho, de 1 a 21 dias de idade, de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações fareladas suplementadas com complexos enzimáticos.

Dietas ¹	Consumo de ração, gramas			Ganho de peso, ^{**} *** Gramas			Conversão alimentar ^{**} ***		
	M	F	Média	M	F	Média	M	F	Média
1	1166	1138	1152	844 Ab	822 Ba	833	1,38	1,38	1,38 a
2	1189	1171	1180	839 Ab	819 Aa	829	1,41	1,43	1,42 b
3	1195	1139	1167	861 Ab	815 Ba	838	1,39	1,40	1,39 a
4	1233	1110	1171	892 Aa	794 Ba	843	1,38	1,40	1,39 a
5	1208	1133	1170	894 Aa	814 Ba	854	1,35	1,39	1,37 a
6	1167	1131	1149	873 Aa	816 Ba	844	1,34	1,38	1,36 a
Médias	1193 A	1137 B		867	813		1,37 A	1,39 B	
CV, %		3,02			1,75			2,55	

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3% da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

*Médias seguidas de mesmas letras maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste F, 5% de significância.

**Médias seguidas de mesmas letras minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, 5% de significância.

Não foi observada interação significativa ($P>0,05$) entre as dietas e sexos e nem efeito significativo ($P>0,05$) das dietas sobre o consumo de ração. Houve diferença significativa ($P<0,05$) somente em relação a sexo. Tendo os machos consumido mais ração que as fêmeas. Mesmo com a redução do nível de energia metabolizável (EM) do controle negativo (redução de 3%), as aves não diferiram o seu nível de consumo de ração nesta fase.

Estes resultados estão de acordo com Yu & Chung (2004) que, trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja e com a inclusão de complexos enzimáticos contendo amilase, xilanase e β -glucanase, constataram que não houve diferenças no consumo de ração entre os tratamentos com inclusão de enzimas e os tratamentos com mesmo nível energético e 3% acima. No entanto, diferem dos de Ritz et al. (1995), que observaram aumento de 4% no consumo de ração aos 21 dias de idade, em rações à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos contendo, predominantemente, amilase.

Hadorn & Wiedmer (2001), trabalhando com frangos de ambos os sexos com dietas à base de centeio, trigo e cevada, não encontraram diferenças no consumo de ração, com ou sem a suplementação enzimática de celulase, glucanase e xilanase, nem interação sexo tratamento, mas encontraram diferença para o sexo, independente da inclusão de enzimas, relatando que os machos consumiram mais ração.

Os resultados obtidos de ganho de peso dos frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade encontram-se na Tabela 5. Os resultados de ganho de peso indicaram interação significativa ($P<0,05$) entre as dietas e sexo. Verificase que o uso dos complexos enzimáticos e a redução da energia na ração (controle negativo) não influenciaram o ganho de peso das fêmeas. Por outro lado, para os machos, os melhores ganhos de peso foram observados com o uso de amilase e β -glucanase nos níveis de 0,03% e 0,04% e pela combinação de

amilase, β -glucanase mais xilanase nos níveis de 0,04% e 0,01%, que apresentaram ganho de peso semelhante (892, 894 e 873 gramas). Um fato interessante foi que o uso de amilase e β -glucanase na ração com menor EM (controle negativo) proporcionou melhor ganho de peso do que a testemunha (controle positivo) e o uso de amilase, protease e xilanase obteve resultados semelhantes ao controle negativo e menor que as demais enzimas. Estes resultados sugerem outros benefícios além da energia com o uso de amilase e β -glucanase.

Estabelecendo-se uma comparação entre os sexos, para cada dieta, constata-se que, o ganho de peso para as aves que consumiram as rações do controle negativo, foram semelhantes ($P>0,05$). Este fato indica que, para esta fase, a redução de 3% na EM foi suficiente para afetar o ganho de peso das aves e o fato de, machos e fêmeas, terem, obtidos ganhos de peso semelhantes, pode ser explicado pelo mesmo nível de consumo de ração, tendo as exigências nutricionais das fêmeas sido, possivelmente, atendidas e a dos machos sido insuficiente para atender à sua necessidade nutricional. Por outro lado, comparando-se o ganho de peso das demais dietas, observa-se ($P<0,05$) que os machos apresentaram melhores ganhos de peso que as fêmeas. Isso pode ser devido ao maior consumo das rações e maior desenvolvimento que as fêmeas.

Yu & Chung (2004) observaram que frangos de corte recebendo rações com o uso de protease, amilase e xilanase obtiveram ganho de peso igual ao controle negativo (menos 3% EM), mas, quando suplementados com amilase e glucanase, e amilase, glucanase e xilanase, o aumento no ganho de peso das aves não diferenciou-se do controle positivo. Contudo, o uso destas enzimas foi capaz de elevar o nível energético das rações em, pelo menos, 3%.

Hadorn & Wiedmer (2001) relataram diferenças de ganho de peso entre os sexos e, independente da inclusão de celulase, glucanase e xilanase, os machos obtiveram maiores ganhos que as fêmeas. Quanto à utilização dessas

enzimas, estes autores relatam um aumento no ganho de peso em comparação com as dietas sem enzimas e que as fêmeas suplementadas com enzimas obtiveram ganhos inferiores aos machos sem suplementação enzimática.

Os resultados de conversão alimentar dos frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 5, não tendo havido interação significativa ($P>0,05$) entre as dietas estudadas e o sexo. Por outro lado, os dados indicaram melhor conversão alimentar com o uso dos complexos enzimáticos, amilase, protease e xilanase, amilase e β -glucanase e amilase, β -glucanase e xilanase, resultando nos melhores dados. A redução da EM da ração piorou ($P<0,05$) a conversão alimentar nesta fase; os machos obtiveram melhor conversão alimentar que as fêmeas ($P<0,05$), devido ao melhor ganho de peso dos machos.

Resultados contrários foram encontrados por Yu & Chung (2004) que também não encontraram diferenças na conversão alimentar para os machos até 21 dias de idade, quanto a utilização de complexos enzimáticos contendo amilase, xilanase, β -glucanase e protease quando comparados a dietas referência de redução ou não de 3% da EM.

Na fase de 1 a 21 dias de idade das aves, a utilização de enzimas melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, não influenciando o consumo de ração. Os complexos enzimáticos contendo amilase, β -glucanase e amilase, β -glucanase e xilanase obtiveram os melhores resultados de ganho de peso para machos e, para as fêmeas, a inclusão de enzimas não influenciou as variáveis analisadas, sendo sempre inferiores às dos machos.

4.3 Desempenho de 1 a 42 dias de idade das aves

Os resultados referentes ao desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6. Desempenho, de 1 a 42 dias de idade, de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações fareladas suplementadas com complexos enzimáticos.

Dietas ¹	Consumo de ração,*'*** gramas			Ganho de peso,*'*** gramas			Conversão alimentar*'***		
	M	F	Média	M	F	Média	M	F	Média
1	4645 Ab	4313 Bb	4479	2659 Ac	2429 Ba	2545	1,75 Ab	1,77 Aa	1,76
2	4832 Aa	4469 Ba	4651	2545 Ad	2373 Ba	2460	1,90 Ac	1,88 Ab	1,89
3	4902 Aa	4500 Ba	4701	2824 Ab	2432 Ba	2628	1,74 Ab	1,85 Ab	1,80
4	4876 Aa	4462 Ba	4669	2890 Aa	2401 Ba	2645	1,69 Aa	1,85 Bb	1,77
5	4939 Aa	4490 Ba	4715	2905 Aa	2393 Ba	2648	1,70 Aa	1,88 Bb	1,78
6	4868 Aa	4349 Bb	4609	2813 Ab	2435 Ba	2624	1,73 Ab	1,78 Ba	1,76
Médias	4844	4430		2773	2411		1,75	1,84	
CV, %		1,14			1,36			1,40	

Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3% da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8.000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

*Médias seguidas de mesmas letras maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste F, a 5% de significância.

**Médias seguidas de mesmas letras minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Para a variável consumo de ração, houve interação significativa ($P < 0,05$) entre as dietas e o sexo. Os machos apresentaram consumo de ração semelhante ($P > 0,05$) para todas as dietas nas quais se usou a ração do controle negativo (redução de 3% de EM), tendo a dieta controle positivo resultado em menor consumo de ração ($P < 0,05$), em relação as demais dietas. Este dado indica que o uso dos complexos enzimáticos, independentemente do nível, não conseguiu sensibilizar metabolicamente os machos no sentido da equalização do consumo de energia diária. Indica também que os benefícios observados nas outras medidas de desempenho foram devido não somente à recomposição calórica teórica da ração. Já para as fêmeas, os maiores consumos de ração ($P < 0,05$) foram observados para as dietas controle negativo e o uso dos complexos enzimáticos sobre o controle negativo, com exceção para as dietas controle positivo e para dieta contendo amilase, β -glucanase e xilanase, que apresentou consumo de ração semelhante e inferior às demais dietas. Este fato indica que as fêmeas são mais sensíveis ao uso de xilanase, já que foi a única diferença em relação à dieta 5, que continha somente amilase e β -glucanase.

Esses resultados corroboram com Hadorn & Wiedmer (2001) que, trabalhando com aves machos e fêmeas, recebendo dietas à base de trigo, cevada e centeio com e sem a inclusão de complexo enzimático contendo células, glucanase e xilanase, observaram que os machos consumiram mais que as fêmeas, independente da inclusão do complexo enzimático. Ainda, não encontraram diferença no consumo de ração para os sexos, com ou sem a inclusão do complexo enzimático.

Yu & Chung (2004) observaram diferenças no consumo de ração entre o controle negativo (menos 3% EM) que consumiu mais ração que os demais tratamentos. Estes resultados são semelhantes aos encontrados no ensaio, considerando as fêmeas que receberam o tratamento contendo amilase, β -

glucanase e xilanase, e contrariando o observado nos demais resultados, em que o consumo foi menor para o controle positivo.

Para o ganho de peso, no período de 1 a 42 dias de idade, também foi observada interação significativa ($P < 0,05$) com relação às dietas e ao sexo. Os machos se comportaram diferentemente ($P < 0,05$) das fêmeas, com relação a ganho de peso na fase total, independentemente das dietas estudadas.

Os complexos enzimáticos foram eficientes em melhorar o ganho de peso das aves ($P < 0,05$). Este fato pode ser observado pelo ganho de peso da dieta controle positivo ser inferior em relação a todas as dietas que utilizaram os complexos enzimáticos, sendo o pior ganho de peso para o controle negativo. Os melhores ganhos de peso observados para machos foram para o uso de amilase e β -glucanase, independentemente do nível, sendo estes superiores ao controle positivo ($P < 0,05$), indicando efeitos extras no desempenho das aves, além da própria energia. A utilização de amilase, β -glucanase e xilanase, e amilase, xilanase e protease foi eficiente em melhorar o ganho de peso, sendo superior ao controle positivo ($P < 0,05$) e inferior à utilização do complexo amilase e β -glucanase.

O ganho de peso dos machos, com o uso do complexo enzimático amilase, β -glucanase, foi superior ($P < 0,05$) às dietas que utilizaram o complexo enzimático amilase, xilanase e protease e o complexo enzimático amilase, β -glucanase e xilanase. Isso indica que a dieta com amilase e β -glucanase foi eficientemente melhor que as demais enzimas, independente do nível de uso, demonstrando que a associação com a xilanase prejudica o ganho de peso das aves. No caso das fêmeas, não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre as dietas estudadas, indicando serem elas menos exigentes nutricionalmente em relação aos machos. Talvez, em situação de formulação específica para fêmeas, se possam averiguar os efeitos das enzimas para esta

medida. Foi observada diferença significativa entre os sexos ($P < 0,05$), quanto ao ganho de peso, tendo os machos sempre sido superiores às fêmeas.

Hadorn & Wiedmer (2001) constataram que a utilização do complexo enzimático contendo celulase, glucanase e xilanase resultou numa melhora final do ganho de peso em 2,4%, e que os machos obtiveram um ganho de peso 16,4% maior que as fêmeas. Foram observados valores similares de ganho de peso para machos e fêmeas, confirmando os dados deste experimento, no qual encontrou-se uma melhora de 7,16% na média do ganho de peso final e uma diferença de 15% no ganho de peso entre os sexos. Mas, com a inclusão do complexo enzimático, o ganho de peso não diferenciou apenas para as fêmeas; nos machos que receberam complexo enzimático, o ganho de peso foi superior até a dieta que utilizou o nível de energia recomendado para a linhagem.

Estes dados concordam com os de Yu & Chung (2004), que não obtiveram diferenças no ganho de peso das aves aos 39 dias de idade, entre os tratamentos controle e a inclusão de amilase mais glucanase, amilase mais glucanase e xilanase, e glucanase mais xilanase, nas rações.

Quanto à conversão alimentar no período de 1 a 42 dias de idade (Tabela 6), também foi observada interação significativa ($P < 0,05$) entre as dietas e o sexo.

Os machos apresentaram as melhores conversões alimentares com o uso do complexo amilase e β -glucanase; o uso de 0,03% seria indicado para este sexo, tendo apresentado valor de 1,69. O uso do complexo amilase, protease e xilanase e do complexo amilase, β -glucanase e xilanase foi superior ($P < 0,05$) ao controle negativo e igual ao controle positivo, indicando que a redução da EM foi recuperada com o uso destes complexos enzimáticos.

A redução da EM da dieta (controle negativo) afetou significativamente ($P < 0,05$) a conversão alimentar dos machos, indicando maior sensibilidade do que as fêmeas, para variações do conteúdo de EM das dietas.

As fêmeas apresentaram melhor ($P < 0,05$) conversão alimentar para as dietas controle positivo e a que utilizou o complexo amilase, β -glucanase e xilanase, frente às demais. Este fato indica que a combinação de xilanase no complexo amilase e β -glucanase é interessante para as fêmeas. O controle negativo e o uso dos complexos enzimáticos amilase, protease e xilanase, e amilase e β -glucanase resultaram em conversão alimentar semelhante, e inferior ao controle positivo. Este fato indica que, para as fêmeas, não houve uma recuperação eficiente da EM das dietas com o uso destas enzimas, não sendo recomendado seu uso para este caso.

Corroboram com estes resultados, Yu & Chung (2004), que observaram melhora na conversão alimentar das aves com a inclusão de complexos enzimáticos contendo: amilase, glucanase, o complexo amilase, glucanase e xilanase, e glucanase mais xilanase nas rações, quando comparados à ração com menos 3% de EM.

Hadorn & Wiedmer (2001) observaram melhora de 2,3% na conversão alimentar com a inclusão de enzimas e que os machos apresentaram conversão alimentar 3,2% inferior à das fêmeas.

Estes dados estão de acordo com o presente experimento, no qual as conversões alimentares dos machos foram 4,9% inferiores à das fêmeas e observou-se uma melhora na conversão alimentar dos machos com a inclusão dos complexos enzimáticos amilase, protease e xilanase, amilase e β -glucanase, e amilase, β -glucanase e xilanase, de 8,4%, 11,0% e 8,9%, respectivamente, quando comparados ao controle negativo.

4.4 Viscosidade intestinal

Os valores médios da viscosidade da digesta intestinal das aves aos 42 dias de idade são apresentados na Tabela 7.

TABELA. 7 Viscosidade (cPs/ml) intestinal de frangos de corte alimentados com rações fareladas, suplementadas com complexos enzimáticos, aos 42 dias de idade.

Dieta**	Sexo *		
	Machos	Fêmea	Média
1	2,12 Aa	2,03 Aa	2,08
2	2,42 Ab	2,30 Ab	2,36
3	1,98 Aa	2,39 Bb	2,19
4	2,22 Ab	2,33 Ab	2,28
5	2,37 Ab	2,55 Ab	2,46
6	1,98 Aa	2,21 Aa	2,10
Média	2,18	2,30	

CV, % 7,20

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3% da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

*Médias seguidas de mesmas letras maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente, pelo teste F, a 1% de significância.

**Médias seguidas de mesmas letras minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste Scott-Knott, a 1% de significância.

Houve interação significativa ($P=0,056$) entre as dietas e sexo. Para os machos, houve diferença significativa ($P<0,01$) entre as dietas, tendo a dieta controle positivo (energia metabolizável recomendada pelo manual da linhagem) e as dietas que incluíram amilase, protease e xilanase, e amilase, β -glucanase e xilanase, resultado em menor valor de viscosidade intestinal, quando comparadas com as demais dietas. A xilanase tem a capacidade de quebrar e

degradar os arabinosilanos, que provocam, por meio de sua estrutura de formação, a formação de um gel no lúmen intestinal, aumentando a viscosidade da digesta. Daí a importância da xilanase na degradação desse polissacarídeo, diminuindo a formação de gel que levará ao não aumento da viscosidade intestinal da digesta, conseqüentemente promovendo uma melhor ação das enzimas endógenas na degradação e melhorando a absorção de nutrientes. Contudo, estudos mostram que, mesmo sendo absorvidos, os xilanos não são totalmente aproveitados pelo organismo animal, sendo que seu aproveitamento metabólico fica em 20%.

Para as fêmeas, houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre as dietas estudadas, tendo o controle positivo e o uso do complexo enzimático (0,04% de amilase, β -glucanase e 0,01% xilanase) resultado em menores valores de viscosidade intestinal comparados às demais dietas. Isso indica que a utilização de amilase e β -glucanase associada à xilanase foi eficiente em diminuir a viscosidade intestinal das aves aos 42 dias de idade. Apenas para a dieta contendo 0,05% de amilase, protease e xilanase houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os sexos, visto que os machos apresentaram menor viscosidade intestinal que as fêmeas. Para as demais dietas, não houve diferenças, significativa ($P > 0,05$) entre os sexos. Essa diferença apenas para o complexo enzimático contendo 0,05% de amilase, protease e xilanase pode ter ocorrido pela produção de muco entre os sexos ou por fatores não avaliados neste ensaio.

Zanella (1998) também encontrou valores médios de 2,5 centipoises (cPs), trabalhando com rações à base de milho e farelo de soja, mas, não encontrou diferença na viscosidade com o uso de complexo enzimático contendo amilase, protease e xilanase, na digesta das aves, aos 23 dias de idade.

Estes resultados concordam com Cowienson & Adeola (2005) que verificaram um aumento de 119% da viscosidade *in vitro* (4,2 vs 8,9 cPs) em relação ao não uso de enzimas nas rações. O mesmo autor relatou que o uso de

xylanase em dietas de alta viscosidade melhorou o desempenho e reduziu a viscosidade duodenal e ileal da digesta e, conseqüentemente, melhorou o uso dos nutrientes.

Portanto, conclui-se que a importância de redução na viscosidade intestinal da digesta está relacionada com a utilização dos nutrientes, como relatam Adeola & Bedford (2004). Estes autores trabalhando com patos, observaram que a redução no desempenho de patos alimentados com alimentos de alta viscosidade é devido ao aumento da viscosidade duodenal da digesta e à subsequente diminuição do uso dos nutrientes.

A importância de suplementação enzimáticas desde o primeiro dia de idade, relatada por Hadorn & Wiedmer (2001), é essencial para a redução na viscosidade da digesta jejunal (2,17 vs 2,68 cPs) levando a um melhor aproveitamento dos nutrientes desde os primeiros dias de vida e melhorando o desempenho das aves.

Portanto, para os machos, a diminuição da viscosidade intestinal foi influenciada ($P < 0,05$) diretamente pela dietas que continham xilanase nos complexos enzimáticos, não havendo efeito ($P > 0,05$) dos outros complexos enzimáticos na viscosidade aos 42 dias de idade das aves.

4.5 Avaliação das características de carcaça

Os resultados das avaliações das características de carcaça, rendimento de carcaça (%), peito (%) e teor de gordura abdominal (%), estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8. Rendimento de carcaça, de peito e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações fareladas suplementadas com complexos enzimáticos, aos 42 dias de idade.

Dietas ¹	Rendimento de carcaça ² %			Rendimento de peito ³ %			Gordura abdominal ³ %		
	M	F	Média	M	F	Média	M	F	Média
1	72,26	72,04	72,35	30,3	30,7	30,5	1,90	2,32	2,11
2	72,36	72,25	72,57	30,7	30,3	30,5	1,77	2,02	1,90
3	72,76	72,43	72,59	30,7	31,0	30,8	1,90	2,52	2,21
4	72,85	73,80	73,15	31,0	32,7	31,8	1,80	2,45	2,12
5	72,92	73,93	73,28	31,5	33,2	32,3	1,92	2,00	1,96
6	73,09	74,16	73,51	30,2	32,0	31,1	2,20	2,17	2,19
Médias	72,71	73,10		30,7	31,6		1,91	2,25	
CV%	1,67			5,45			24,42		

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3 % da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

² Valores calculados com base no peso da carcaça eviscerada s/ cabeça, pescoço, pé e vísceras comestíveis.

³ Valores calculados com base no peso da carcaça eviscerada s/ vísceras comestíveis, com cabeça, pescoço e pé.

As dietas não influenciaram ($P>0,05$) as características de carcaça estudadas, bem como o rendimento de carcaça, peito e o teor de gordura abdominal. Conclui-se que o diferencial energético das dietas com redução de 3% de energia metabolizável (EM), que foram utilizados os complexos enzimáticos, foi eficiente e não foi suficiente para interferir no rendimento de carcaça, peito e gordura abdominal das aves criadas até os 42 dias de idade. Devido ao controle negativo (redução de 3% na energia metabolizável da dieta) não ter se diferenciado ($P>0,05$) do controle positivo, conclui-se que o diferencial de 3% de EM não é suficiente para interferir no rendimento de carcaça, peito e teor de gordura abdominal.

Bedford (1998), Zanella (1998), Figueiredo et al. (1998) e Torres (1999) encontraram os mesmos resultados deste trabalho, se verifica que o rendimento de carcaça (%) não foi influenciado pelas dietas estudadas. Quanto à gordura abdominal, Torres (1999) encontrou valores semelhante aos encontrados por Costa et al. (1998), quando verificaram que o maior nível de enzima obtido com a ração controle, tanto para machos como para fêmeas, diferiram entre si, o que foi diferente dos encontrados neste trabalho.

4.6 Morfometria intestinal das aves aos 42 dias de idade

As avaliações de altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta estão apresentadas na Tabela 9.

TABELA 9. Altura de vilosidade (μm), profundidade de cripta (μm) e relação vilo:cripta no duodeno de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações fareladas suplementadas com complexos enzimáticos aos 42 dias de idade.

Dietas ¹	Altura de vilosidade (μm)			Profundidade de cripta (μm)			Relação vilo:cripta		
	M	F	Média	M	F	Média	M	F	Média
1	1226	1177	1201	295	279	287	4,2	4,3	4,2
2	1131	1188	1160	318	314	316	3,6	3,8	3,7
3	1105	1073	1089	279	298	268	4,8	3,7	4,2
4	1220	1204	1212	266	274	270	4,8	4,4	4,6
5	1181	1191	1186	273	278	275	4,3	4,3	4,3
6	1227	1131	1179	268	278	272	4,6	4,3	4,4
Médias	1182	1161		283	286		4,4	4,1	
CV, %	13,09			13,27			19,26		

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3% da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para as avaliações de altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta. Isso pode ser explicado pelo fato de as enzimas não terem efeito sobre a parede intestinal na fase final de criação, mais especificamente nas vilosidades, uma vez que este efeito é sobre o conteúdo do lúmen intestinal, agindo mais especificamente sobre a digesta presente no lúmen, não tendo efeito sobre os enterócitos na parede do intestino.

Além do desenvolvimento das vilosidades, vários fatores podem contribuir para o aumento da densidade do intestino delgado com o passar da idade, como a quantidade de muco depositada, que pode ser influenciada pela

composição da dieta; o estímulo para o desenvolvimento, influenciado pelo tempo de jejum inicial e pela disponibilidade de substrato para digestão e absorção e, ainda, as características da dieta fornecida, cuja abrasividade afeta o *turnover* celular da membrana. A ingestão de alimento, bem como as propriedades químicas dos nutrientes presentes no lúmen intestinal, é considerada um estímulo ao desenvolvimento da mucosa intestinal (Maiorka, 2001).

Os efeitos dos complexos enzimáticos são poucos perceptíveis na morfometria do trato digestório, pelo fato de sua ação ocorrer no conteúdo intestinal, agindo na degradação principalmente dos polissacarídeos não amídicos, promovendo uma maior dispersão do bolo alimentar, reduzindo a viscosidade do mesmo e sua abrasividade, auxiliando a ação das enzimas endógenas, contribuindo para uma melhor degradação e absorção dos nutrientes

A utilização dos complexos enzimáticos não afetou a altura das vilosidades, profundidade de cripta e a relação vilosidade:cripta do duodeno das aves, aos 42 dias de idade.

4.7 Ensaio de metabolismo

Os resultados do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e proteína bruta (CDAPB) do ensaio de metabolismo estão apresentados na Tabela 10.

TABELA 10. Valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da proteína bruta (CDAPB), determinados com pintos em crescimento (24 a 26 dias de idade), alimentados com dietas fareladas suplementadas com complexos enzimáticos.

Dietas¹	CDAMS %	CDAPB %
1	77,6	70,6
2	77,2	69,9
3	77,4	70,8
4	77,4	70,1
5	78,4	69,2
6	78,0	68,1
Média	77,6	69,8
CV %	1,28	2,75

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado segundo recomendações práticas da Cobb 500); 2 (controle negativo, redução de 3% da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

Verifica-se que não houve diferença ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta. Esses resultados estão de acordo com resultados encontrados na literatura quanto aos controle positivo e negativo, destacando-se valores entre 75% á 80%. Em relação à utilização dos complexos enzimáticos, esperava-se encontrar resultados satisfatórios, mas, alguns autores, como Zanella et al. (1999), relataram que,

quando utiliza-se enzimas em dietas para frangos de corte, os efeitos nos coeficientes de digestibilidade são melhor percebidos quando se realiza coleta ileal da digesta, pelo fato do seco interferir digestibilidade da digesta.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca (MS) e na matéria natural (MN) das dietas experimentais, e o incremento de energia (IE) estão apresentados na Tabela 11.

TABELA 11. Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) expressos na matéria seca (MS) e sua respectiva matéria seca, de dietas fareladas valoradas em energia pela utilização de complexos enzimáticos, determinados com pintos em crescimento (24 a 26 dias de idade).

Dietas¹	MS %	EMAn* (kcal/kg de MS)	Diferença² %
1	87,88	3575 ± 98 b	–
2	86,79	3528 ± 14 b	0
3	88,15	3544 ± 27 b	2,01
4	87,71	3564 ± 46 b	2,06
5	88,01	3631 ± 60 a	4,36
6	88,15	3595 ± 56 a	3,48
Média	87,78	3573	
CV %		1,21	

¹ Dietas, 1 (controle positivo, nível de energia calculado de energia metabolizável de 3150 kcal/kg, idem fase de 21 a 35 dias de idade das aves); 2 (controle negativo, redução de 3% da energia metabolizável do controle positivo); 3 (controle negativo + 0,05% do complexo enzimático A – 600U/g de xilanase, 8000U/g de amilase, 800U/g de protease); 4 (controle negativo + 0,03% do complexo enzimático B – 200kNU/g de amilase e 350 FBG/g de glucanase); 5 (controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B); 6 (Controle negativo + 0,04% do complexo enzimático B + enzima C – 1000U/g de xilanase).

² incremento de energia metabolizável, calculado com base na dieta controle negativo (2).

*Médias seguidas de mesmas letras minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) das dietas 5 e 6 que contêm 0,04% do complexo (amilase e β -glucanase) e 0,04% do complexo (amilase e β -glucanase) mais 0,01% de xilanase, respectivamente, em relação às demais dietas, e sobre o controle positivo. Isso indica que elas fornecem energia além dos 3% estipulados para o ensaio. A inclusão dos demais complexos enzimáticos não diferenciou ($P > 0,05$) dos controles negativo e positivo. Em geral, a inclusão dos complexos enzimáticos foi eficiente em melhorar a EMAn das dietas. A inclusão dos complexos 0,05% de amilase, protease e xilanase; 0,03% de amilase e β -glucanase; 0,04% de amilase e β -glucanase; e 0,04% de amilase e β -glucanase mais 0,01% de xilanase incrementou em 2,01%; 2,06%; 4,36% e 3,48 % da EMAn das dietas.

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.

Yu & Chung (2004), trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja com utilização de amilase, 0,04% de amilase, β -glucanase e xilanase, relataram que o milho possui diferenças na digestibilidade do amido e é o maior contribuinte para a variabilidade na EMAn em diferentes porções. Segundo estes mesmos autores, sempre que a adequada suplementação da amilase, juntamente com enzimas que degradam polissacarídeos não amídicos, promove o crescimento numérico na obtenção de resposta de desempenho, atrelada à maior digestibilidade dos nutrientes compensando a redução de 3% na EMAn da dieta, melhora o desempenho, independente do clima.

Krocher et al. (2003) relataram que a combinação de pectinase, protease e amilase melhorou significativamente a EMAn da dietas à base de milho e farelo de soja, com baixa energia e proteína.

Marsmam et al. (1997) observaram que a adição de amilase, xilanase e protease resultou em melhora significativa no ganho de peso e conversão

alimentar, resultado do aumento da digestibilidade ileal da proteína, amido e extrato etéreo.

Zanella e Sakomura (1999), trabalhando com adição de 0,1% de amilase, protease e xilanase na dieta a base de milho e farelo de soja, soja extrusada e soja tostada, relataram melhoria significativa da digestibilidade da proteína (2,9%), amido (1,8%) e do extrato etéreo (1,6%)

A utilização dos complexos enzimáticos não influenciou o CDMS e CDPB das dietas no período estudado. Porém, a utilização dos complexos enzimáticos estudados foi eficiente em melhorar a EMAn das dietas, tendo a utilização dos complexos enzimáticos (0,04% de amilase e β -glucanase) e (0,04% de amilase e β -glucanase mais 0,01% de xilanase) resultado em maior disponibilização da energia da dieta.

5 CONCLUSÕES

A eficiência de ação dos complexos enzimáticos depende da idade e do sexo da ave.

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.

Na fase total de 1 a 42 dias de idade das aves, a utilização do complexo enzimático amilase e β -glucanase foi a que resultou em melhores resultados para os machos; o para as fêmeas, apenas o complexo amilase e β -glucanase mais xilanase.

O uso dos complexos enzimáticos foi eficiente em elevar a EMAn das dietas, em 2,01%; 2,0%; 4,36% e 3,48%, com o uso dos complexos enzimáticos 0,05% de amilase, protease e xilanase; 0,03% de amilase e β -glucanase; 0,04% de amilase e β -glucanase, e 0,04% de amilase e β -glucanase mais 0,01% de xilanase, respectivamente, podendo valorar as matrizes milho e farelo de soja das planilhas de formulação quanto à utilização destas enzimas.

O uso dos complexos enzimáticos foram efetivos para recuperar o desempenho das aves com uso das dietas com 3% a menos de energia metabolizável, não ocasionando efeitos sobre as características de carcaça e a morfologia intestinal analisadas.

As dietas que resultaram em diminuição da viscosidade intestinal continham xilanase nos complexos enzimáticos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O.; BEDFORD, M.R. Exogenous dietary xylanase ameliorates viscosity-induced antinutritional effects in wheat-based diets for white pekin ducks (*Anas platyrinchos domesticus*). **Br. Journal Nutrition**, v.92, p.87-94, 2004.
- BEDFORD, M.R.; SCHUKZE, H. Exogenous enzymes in poultry diets. **Nutrition Research Reviews**, Wallingford, v.11, n.1, p.91-114, June 1998.
- CHOTINSKY, D.; TONCHEVA, E.; PROFIROV, Y. development of dissacharidases activity in the small intestine of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.389-393, 2001.
- COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, J.S. Níveis de enzimas nas rações de frangos de corte, sobre o rendimento de carcaça e a deposição de gordura abdominal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., v. 4, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP, 1998. p. 425-426.
- COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.1860-1867, 2005.
- EBERT, A.R. et al. Effect of adding Vegpro in two energy level diets on the performance of broilers exposed to heat stress. **Poultry Science**, v.79, p.19-25, 2000.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.
- FIGUEIREDO, A.N. et al. 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. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.36.

GRACIA, M.I. et al. α -Amilase supplementation of broiler diets base on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-442, 2003.

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

KOCHER, A. et al. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, p.275-283, 2003.

LONGO, F.A. et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.123-133, 2005.

MAHAGNA, M.; NIR, I.; LARBIER, M. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. **Reproduction Nutrition Development**, v.35, p.201-212, 1995.

MAIORKA, A. Adaptações digestivas pós-eclosão. In: CONFERÊNCIA APINCO'2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO PRÉ E PÓS-ECLOSÃO, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2001. p.141-152.

MARSHMANN, G.J. et al. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibility, and chyme characteristics in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.6, p.864-872, June 1997.

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

NOY, Y; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366-373, 1995.

RITZ, C.W. et al. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. **Poultry Science**, v.74, p.1329-1334, 1995.

RODRIGUES, P.B. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n.3, p.882-889, 2005.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 2005.186p

SCHOULTEN, N. A. **Viabilidade técnica e econômica do farelo de arroz em rações suplementadas com fitase e xilanase para frangos de corte.**2002. 163p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SHUTTE, J.B.; VAN KEMPEN, G.J.M.; HAMER, R.J. Possibilities to improve the utilization of feed ingredients rich in non-starch polysaccharides for poultry . In: CONFERENCIA EUROPEA DE AVICULTURA, 8., 1990, Barcelona. **Anais...** Barcelona: 1990. p.128-133.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p

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

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

ZANELLA, I. **Efeito da suplementação de enzimas em dietas à base de milho e soja sobre a digestibilidade e desempenho em frangos de corte.** 1998. 179p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

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.

ANEXO

pag

TABELA 1A. Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, de 1 a 21 dias de idade, do experimento 1.....	62
TABELA 2A. Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, de 1 a 42 dias de idade, do experimento 1.....	62
TABELA 3A. Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça, rendimento de peito e gordura abdominal de frangos, aos 42 dias de idade, do experimento 1.....	63
TABELA 4A. Quadrados médios da análise de variância para a viscosidade da digesta ileal de frangos, aos 42 dias de idade, do experimento 1.....	63
TABELA 5A. Quadrados médios da análise de variância para a altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta da parte mediana do duodeno de frangos, aos 42 dias de idade, do experimento 1.....	64
TABELA 6A. Quadrados médios da análise de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS) e da proteína bruta (CDAPB) determinados com pintos em crescimento (24 a 26 dias de idade) do experimento 2.....	64

TABELA 1A. Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, de 1 a 21 dias de idade, do experimento 1.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	CONSUMO DE RAÇÃO	GANHO DE PESO	CONVERSÃO ALIMENTAR
DIETA	5	1144,520 ns	600,0833 *	0,003554 *
SEXO	1	37800,187 **	34884,0833 **	0,00512 *
DIETA x SEXO	5	2961,687 ns	1930,633**	0,000784 ns
ERRO	36	1239,743	216,500	0,001253
CV(%)		3,02	1,75	2,55

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

TABELA 2A. Quadrados médios da análise de variância para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, de 1 a 42 dias de idade, do experimento 1.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	CONSUMO DE RAÇÃO	GANHO DE PESO	CONVERSÃO ALIMENTAR
DIETA	5	59147,75 **	45031,92 **	0,019618 **
SEXO	1	2049306,75 **	1574338,52 **	0,093633 **
DIETA x SEXO	5	8636,50 *	37226,92 **	0,011963 **
ERRO	36	2798,444	1249,743	0,000629
CV(%)		1,14	1,36	1,40

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

TABELA 3A. Quadrados médios da análise de variância para o rendimento de carcaça, rendimento de peito e gordura abdominal de frangos, aos 42 dias de idade, do experimento 1.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	RENDIMENTO DE CARÇAÇA	RENDIMENTO DE PEITO	GORDURA ABDOMINAL
DIETA	5	1,743883 ns	4,683333 ns	0,150000 ns
SEXO	1	1,856533 ns	10,08333 ns	1,61333 ns
DIETA x SEXO	5	2,357248 ns	1,883333 ns	0,248333 ns
ERRO	36	1,486433	2,861111	0,263194
CV(%)		1,67	5,45	24,43

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

TABELA 4A. Quadrados médios da análise de variância para a viscosidade da digesta ileal de frangos, aos 42 dias de idade, do experimento 1.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	Viscosidade da digesta ileal
DIETA	5	0,161112 **
SEXO	1	0,176419 *
DIETA x SEXO	5	0,103529 *
ERRO	36	0,026028
CV(%)		7,20

**($P < 0,01$), *($P < 0,06$), ns – não significativo

TABELA 5A. Quadrados médios da análise de variância para a altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilo:cripta da parte mediana do duodeno de frangos, aos 42 dias de idade, do experimento 1.

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	ALTURA DE VILOSIDADE	PROFUNDIDADE DE CRIPTA	RELAÇÃO VILO/CRIPTA
DIETA	5	15592,135482 ns	2657,061377 ns	0,744805 ns
SEXO	1	5223,552769 ns	1225,8376 ns	0,924075 ns
DIETA x SEXO	5	5497,195879 ns	1332,0113 ns	0,484140 ns
ERRO	36	23521,497583	1395,734	0,667786
CV(%)		13,09	13,27	19,26

**($P < 0,01$), *($P < 0,06$), ns – não significativo

TABELA 6A. Quadrados médios da análise de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS) e proteína bruta (CDAPB) determinados com pintos em crescimento (24 a 26 dias de idade) do experimento 1

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	CDAMS	CDAPB	EMAn
DIETA	5	1,013333 ns	4,934667 ns	5979,653333 *
ERRO	24	0,983333	3,697223	1426,816667
CV(%)		1,28	2,75	1,13

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