

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

Natália Barros Petrolí Utimi

**Efeitos da adição de complexo multienzimático sobre o desempenho de
frangos de corte**

Pirassununga
2012

Natália Barros Petrolí Utimi

Efeitos da adição de complexo multienzimático sobre o desempenho de frangos de corte

Versão corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção e Qualidade Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção e Qualidade Animal

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

U89e

Utimi, Natália Barros Petroli

Efeitos da adição de complexo multienzimático sobre o desempenho de frangos de corte / Natália Barros Petroli Utimi. -- Pirassununga, 2012.

84 f.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo.

1. Frango de corte 2. Enzima 3. Desempenho.
I. Título.

Dedico
A Deus pela infinita bondade e misericórdia
Aos meus pais, Mário e Gilda: pelo amor e ensinamento
Ao meu marido Tiago: pelo amor, companherismo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Lúcio Francelino Araújo, sua esposa Cristiane e seus filhos Caio e Júlia pelo ensinamento, amizade, confiança, experiência, e incentivo que possibilitaram a realização deste trabalho.

A minha Tia Marli e Vó Alzira pelas orações e palavras de conforto.

Aos meus padrinhos de coração: Cecília e Vander pelo amor, companherismo e café da manhã com leiteinho quenteinho no meu refugio.

Ao meu irmão Luis Gustavo, cunhada Karin e sobrinho/afilhado Arthur pelo incentivo, amor e apoio.

A kyka (in memorian) e Memel pelo companherismo e amor incondicional.

A CAPES pela bolsa concedida durante minha permanência no mestrado.

A Adisseo e ao Marcio por todo apoio prestado a minha formação.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia e Engenharia de Alimentos e do Departamento de Zootecnia e Medicina Veterinária por todos os ensinamentos e dedicação.

Aos meus colegas de pós-graduação por todos os momentos de alegria, tristeza e amizade: Bárbara, Caio, Joyce, Lara, Monique e Teresa. Em especial a Claudia também conhecida como Amélia ou capitã Nascimento e Esther também conhecida como Dama de Ferro que nunca me abandonaram nos melhores e nos piores momentos.

As estagiárias: Livia, Roberta, Vanusa. Em especial a Elisa, que apesar de ter que se submeter a uma cirurgia de coluna após meu experimento ainda continua sendo minha grande amiga.

A Monique, Carla e Yonara pelo companherismo, afeto, amizade e por aturarem minha bagunça em casa.

Aos funcionários da fábrica de ração, setor de avicultura, abatedouro-escola, laboratórios, biblioteca, restaurante, transporte, secretaria do departamento de zootecnia, sempre prontos a colaborar com os trabalhos.

RESUMO

PETROLI UTIMI, N. B. **Efeitos da adição de complexo multienzimático sobre o desempenho de frangos de corte** [Effects of adding multienzyme complex on the performance of broilers]. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Dois experimentos foram realizados no Departamento de Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP), na faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), em Pirassununga/SP, com o objetivo de estudar o desempenho de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com enzimas exógenas. A ração experimental foi constituída de milho, farelo de soja, vitaminas, minerais e enzimas exógenas (50 g /100 kg). No experimento I foram utilizados 504 pintainhos Cobb distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3: 2 sexos – fêmeas e machos, 3 níveis nutricionais – Reduzido, reduzido + complexo enzimático e convencional, totalizando 6 tratamentos com 7 repetições de 12 animais cada. Os resultados revelaram que machos e fêmeas, recebendo dietas com níveis nutricionais reduzidos com adição de enzima, apresentaram maiores peso médio e ganho de peso aos 21 e 42 dias de idade quando comparados aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Não foram encontradas diferenças significativas para as características de carcaças. No experimento II foram utilizados 1.080 frangos de corte, machos, de sete dias de idade, Cobb 500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X3: sendo três níveis nutricionais – convencional, reduzido e reduzido + complexo enzimático e três níveis de restrição – 0%, 2% e 4% – totalizando 9 tratamentos com 10 repetições de 12 animais. Os resultados encontrados revelaram um efeito significativo sobre o desempenho das aves com a redução do ganho de peso dos animais e conversão alimentar. Não foram observados efeitos sobre a mortalidade e incidência de transtornos metabólicos. Não foram encontradas diferenças significativas para as características de carcaças e percentagem de gordura abdominal, porém, ocorreu um aumento no rendimento de peito para aves alimentadas com o complexo enzimático na dieta.

Palavra chave: aves, enzimas, desempenho.

ABSTRACT

PETROLI UTIMI, N. B. **Effects of adding multienzyme complex on the performance of broilers** [Efeitos da adição de complexo multienzimático sobre o desempenho de frangos de corte]. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Two experiments were conducted at the Department of Animal Science, University of São Paulo (USP), College of Animal Science and Food Engineering (FZEA) in Pirassununga / SP, with the aim of studying the performance of broilers fed diets supplemented with exogenous enzymes. The experimental diets consisted of corn, soybean meal, vitamins, minerals and exogenous enzymes (50 g / 100 kg). In the first experiment were used Cobb 504 chicks distributed in a completely randomized 2x3 factorial: two sexes - males and females, three nutritional levels - Low, low + enzyme complex and conventional, totaling 6 treatments with seven replicates of 12 animals each. The results revealed that males and females, fed diets with reduced nutrient levels with the addition of enzyme, showed higher average weight and weight gain at 21 and 42 days of age when compared to other treatments ($P < 0.05$). There were no significant differences for carcass traits. In experiment II were used 1080 broilers, males, seven-day-old Cobb 500, distributed in a completely randomized design in factorial 3X3: with three levels of nutrition - conventional, reduced and reduced + enzyme complex and three levels of restriction - 0%, 2% and 4% - a total of nine treatments with 10 replicates of 12 animals. The results showed a significant effect on broiler performance with reduced weight gain and feed the animals. No effects on mortality and incidence of metabolic disorders. There were no significant differences for carcass traits and abdominal fat percentage, however, there was an increase in breast yield for birds fed the enzyme complex in the diet.

Key words: broiler, enzymes, performance.

Lista de tabela

Tabela 1: Contribuição mínima de Rovabio Max® (50g/t) por Kg de ração completa, a base de milho e soja para frangos de corte.....	14
Tabela 2: Digestibilidade ileal de nitrogênio e aminoácidos influenciada por níveis variáveis de fitase	22
Tabela 3: Dietas experimentais no período de 1 a 21 dias.....	45
Tabela 4: Dietas experimentais no período de 22 a 33 dias.....	46
Tabela 5: Dietas experimentais no período de 34 a 42 dias.....	47
Tabela 6: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte no período de 1 a 21 dias	50
Tabela 7: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte fêmeas no período de 1 a 21 dias.....	51
Tabela 8: Avaliação do uso de Rovabio Max na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias	51
Tabela 9: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte no período de 1 a 42 dias	52
Tabela 10: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte fêmeas no período de 1 a 42 dias.....	52
Tabela 11: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 42 dias.....	53
Tabela 12: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 42 dias.....	53
Tabela 13: Avaliação do uso de complexo enzimático na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias.....	54
Tabela 14: Níveis nutricionais das dietas experimentais	63
Tabela 15: Efeitos da restrição alimentar e o uso de complexo enzimático, sobre o desempenho de frangos de corte no período de 7 a 21 dias	66
Tabela 16: Efeitos da restrição alimentar e o uso de complexo enzimático ,sobre o desempenho de frangos de corte no período de 7 a 42 dias	68
Tabela 17: Efeitos da restrição alimentar e o uso de complexo enzimático, sobre as características de carcaça de frangos de corte aos 42 dias	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MAPA	Ministério da Agricultura e do Abastecimento
ABEF	Associação Brasileira de Exportadores de Frango
APINCO	Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte
PNA'S	Polissacarídeo não amiláceo
ANFAL	Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais
P	Fósforo
Na	Sódio
Mg	Magnésio
K	Potássio
Ca	Cálcio
Zn	Zinco
Cu	Cobre
Fe	Ferro
Mn	Manganês
EM	Energia Metabolizável
PB	Proteína Bruta
P disp.	Fósforo disponível
Aa disp.	Aminoácido disponível
Met + Cis	Metionina + Cistina
Lis.	Lisina
Met.	Metionina
GP	Ganho de Peso

Sumário

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA	3
1. Fatores antinutricionais na alimentação de aves	3
1.1 Os polissacarídeos não amiláceos	5
1.2 Fitato	8
2. Enzimas e suas características	10
2.1 Carboidrases	14
2.2 Proteases	19
2.3 Fitase	20
3. Restrição Alimentar	23
4. Referências bibliográficas	25
CAPÍTULO 2: UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE	41
Resumo	41
Abstract	42
1. Introdução	43
2. Material e métodos	44
3. Resultado e discussão	48
4. Conclusão	54
5. Referências bibliográficas	54
CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR COM O USO DE UM COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA FRANGOS DE CORTE	58
Resumo	58
Abstract	59
1. Introdução	60
2. Materiais e Métodos	61
3. Resultado e Discussão	63
4. Conclusão	70
5. Referências Bibliográficas	70

INTRODUÇÃO

A produção e consumo de carne de frango tem apresentado um forte crescimento nas últimas décadas. De acordo o MAPA (Ministério da Agricultura e do Abastecimento) e o ABEF (Associação Brasileira de Exportadores de Frango), a produção passou de 2,0 milhões de toneladas em 1989 para 9,3 milhões de toneladas em 2006. Segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte (APINCO) baseadas na produção de pintos de corte levantada pela entidade e na produtividade média do frango indicam que o volume de carne de frango produzido em 2011 ficou em 12,863 milhões de toneladas, aumentando cerca de 4,5% em relação a 2010 (AVISITE, 2012).

É conhecido que a nutrição animal é responsável por cerca de 70 a 80% do custo de produção em monogástricos (aves, suínos e coelhos). Diante disso, muitos estudos têm sido realizados com o intuito de maximizar a produção animal.

A alimentação de aves consiste de dois ou três ingredientes, os quais compõe mais de 75% da ração completa (COUSINS 1999). As principais fontes de energia e proteína utilizadas são o milho e o farelo de soja respectivamente. Segundo Rodrigues et. al. (2003), o farelo de soja apresenta em sua composição constituintes não-digeridos pelas aves, ou com digestão incompleta, os quais são denominados de polissacarídeos não amiláceos (PNA's). O farelo de soja apresenta 20% de polissacarídeos não amiláceos, com digestibilidade praticamente nula. Além disso, os inibidores de proteases e as lectinas são os fatores antinutricionais da soja e do farelo mais comumente destacados na literatura (RODRIGUES et. al., 2003).

Segundo Cousins (1999), os polissacarídeos não amiláceos possuem elevada capacidade de se ligarem às grandes quantidades de água resultando num aumento da viscosidade do conteúdo intestinal. Esta elevação da viscosidade pode causar problemas no intestino delgado em decorrência de nutrientes como gordura, amido ou proteína se tornarem menos acessíveis e disponíveis às enzimas endógenas. O resultado disto é uma menor digestibilidade destes nutrientes.

Os animais não retêm todos os nutrientes contidos nas matérias primas, devido à própria disponibilidade deste no alimento e a capacidade digestiva do animal. Uma menor digestibilidade pode ocorrer, a princípio, em virtude da ausência da síntese de enzimas endógenas para extrair os nutrientes dos alimentos. Como os monogástricos não possuem enzimas para digerir muitas das frações dos polissacarídeos não amiláceos,

a suplementação com enzimas pode melhorar a ação das enzimas endógenas, aumentando o seu valor nutricional e o desempenho das aves.

Outro fator decorrente das melhorias na produção de frangos de corte é que o frango moderno é caracterizado por sua alta taxa de crescimento e precocidade. Porém esse avanço no ganho de peso e no consumo de ração intensificam alguns problemas como aumento na deposição de gordura, desordens ósseas e metabólicas, que levam a perdas econômicas.

Diversos estudos sobre a restrição alimentar tem demonstrado que esta restringe o rápido crescimento inicial e os problemas associados a este. Entretanto, existem dúvidas com relação ao seu efeito no peso vivo final das aves, pois em alguns programas ocorre a diminuição do peso de abate e uma diminuição do peso de alguns cortes nobres.

Neste contexto fica evidente a necessidade de otimizar a nutrição animal. Uma possibilidade para aumentar a eficácia da produção é o uso de enzimas exógenas na avicultura, com o objetivo de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, almejando um maior desempenho das aves. O uso de enzimas que sejam capazes de inativar os fatores antinutricionais da soja, degradando os inibidores de tripsina e lectinas e os polissacarídeos não-amiláceos, e mesmo auxiliar na digestão do amido, bem como reduzir a variabilidade em dietas à base de milho, pode resultar em melhor qualidade nutricional da dieta e desempenho animal mais uniforme (WYATT e BEDFORD 1998).

Assim, considerando que nos últimos anos a produção e o consumo da carne de frango vêm aumentando, tem se realizados estudos a fim de promover uma maior eficiência produtivapreservando a saúde destes animais. Considerando também que as enzimas podem contribuir neste sentido, a partir do momento que estas reduzem os efeitos dos fatores antinutricionais presentes em quase todos os alimentos e melhoram o desempenho das aves. Isso aumenta a rentabilidade e ajudar na redução do impacto da produção avícola no meio ambiente.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o uso do complexo enzimático (Carboidrolase + Fitase) na dieta de frangos de corte no período de 1 a 42 dias, a fim de melhor embasar a utilização conjunta do uso destes complexos multienzimáticos, demonstrando mais especificamente seus efeitos e avaliar o efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas formuladas contendo um complexo multienzimático, no período de 8 a 42 dias de idade.

CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA

1. Fatores antinutricionais na alimentação de aves

O crescimento da avicultura tem sido evidente. Em 2008 a produção mundial de carne de frango cresceu em torno de 17% em um período de 5 anos (2003-2008) segundo o (Instituto brasileiro de geometria e estatística 2008). Este avanço pode ser atribuído a um desenvolvimento de novos conhecimentos nas áreas de sanidade, ambiência, genética e de nutrição. Entre estes fatores a nutrição tem exercido importante papel na busca do melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta. A produção de ração animal é um segmento muito importante para a agropecuária brasileira. Em 2007, foram produzidas 53 milhões de toneladas de ração, cerca de 56% desta foi destinada à avicultura (CUTAIT, 2007).

Apesar da procura por ingredientes alternativos, no Brasil, as dietas de aves ainda são compostas basicamente por ingredientes de origem vegetal (milho e farelo de soja). De acordo com os dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para animais (2000), 65% da produção nacional de milho e 40% do farelo de soja são consumidos na alimentação animal. Porém a desuniformidade e as alterações na qualidade destas matérias-primas tem sido um dos principais problemas enfrentados pela indústria, comprometendo a qualidade das rações e, conseqüentemente, afetando o desempenho animal (CARVALHO, 2002).

Dados de Hessing et al. (1995), demonstraram uma grande variabilidade no conteúdo de substâncias antinutricionais e sugeriram que esta composição instável pode ser responsável, em alguns casos, pela grande variação na resposta de crescimento das aves. De acordo com Bedford (1998), tanto o farelo de soja como o milho são ingredientes com composição variáveis e esta variabilidade é difícil de prever com as tecnologias atuais.

A variabilidade nos valores nutricionais do milho e da soja está ligada a presença de fatores antinutricionais protéicos como os inibidores de tripsina, lectinas, fatores antigênicos. Influenciam também, os oligossacarídeos e polissacarídeos não amiláceos e as mudanças estruturais dos nutrientes (HRUBY e PIERSON, 2005).

A qualidade e a perda de grãos são comprometidas e causadas pela colheita, secagem, armazenamento e processamento inadequado. A presença de pragas na

lavoura e em armazéns e infestação de insetos. Os restos da lavoura e subprodutos promovem a contaminação fúngica, o que altera a composição química e reduz a disponibilidade de alguns nutrientes (BUTOLO, 2002; MAZZUCO et al., 2002).

Uma ração inicial para frangos de corte possui cerca de 60% de milho, sendo responsável por aproximadamente 65% da energia metabolizável, além de 20% da proteína na fase inicial (STRINGHINI et al., 2000). Sua composição química e valor nutricional variam em função do seu conteúdo em amido, óleo, proteína e fatores antinutricionais, principalmente fitato, inibidores de enzimas e amido resistente. O milho apresenta cerca de 8% de PNA's, com predominância (4,2%) arabinosilanos (ANNISON, 1991; SCHUTE, 1990; COWIESON, 2005).

O farelo de soja apresenta 20% de polissacarídeos não-amiláceos, com digestibilidade praticamente nula na forma de pectinas, hemiceluloses e oligossacarídeos (rafinose e estaquiase) (CHARLTON, 1996). Além disso, trazem em sua composição, fatores antinutricionais como inibidores de proteases e lectinas que não podem ser degradados pelo sistema digestivo das aves (CLEÓPHAS et al., 1995). Em estudos Leslie (1996) e Lyons (1996) concluíram que a digestibilidade de alguns nutrientes da soja pode ser superestimado em 7 a 9% para EM e de 5 a 7% para os aminoácidos, quando se utiliza a soja suplementada com enzimas como novo ingrediente nas rações.

Segundo Jorge Neto (1992), os inibidores de proteases são compostos protéicos que se complexam com a tripsina e quimotripsina, prejudicando todo o processo de digestão de proteínas já desdobradas pela pepsina.

As lectinas (hemoaglutininas) são glicoproteínas que possuem a capacidade de se ligar à superfície celular via oligossacarídeos ou glicopeptídeos e apresentam alta afinidade de ligação ao epitélio intestinal, causando interferência não específica na absorção de nutrientes (JAFFÉ, 1980). Elas também produzem alterações estruturais neste epitélio e resistem a proteólise. Estas alterações podem resultar em lesões no bordo em escova e ulcerações na vilosidade que acarreta um aumento de perda endógena e piora no desempenho de animais jovens (RUTZ et al., 1999). O efeito deletério da lectina pode ser amenizado pelo tratamento da soja pelo calor (HIGUCHI et al., 1984).

O tratamento por calor tem como objetivo destruir os inibidores de tripsina e a hemaglutinina tóxica, aumentando a disponibilidade dos nutrientes (YU CHUNG, 2004). De acordo com Texeira (2001), os inibidores de proteína acarretam decréscimo

da digestibilidade da proteína e gordura, além de interferir na absorção de aminoácidos sulfurados e no metabolismo da vitamina A. Porém alguns fatores anti-nutricionais como saponinas, isoflavonas e fitato não são eliminados por processos térmicos (ANDERSON WOLF, 1995). Além disso, Soto-Salanova et al. (1996) relataram que níveis residuais de lectinas e atividades de inibidores de proteases se mostraram bastante razoáveis em diferentes amostras de farelo de soja após o tratamento térmico.

Os fatores antinutricionais são aqueles originados nos alimentos *in natura* pelo metabolismo da espécie da qual o material se origina e por diferentes mecanismos como a decomposição ou inativação de alguns nutrientes e diminuição da utilização digestiva ou metabólica do alimento, no qual exerce efeitos contrários a nutrição adequada. Os fatores antinutricionais dependem do anti-nutriente em questão e sua concentração na formulação final da ração, eles não são tóxicos para os animais, mas sua presença no alimento pode acarretar em crescimento reduzido, conversão alimentar ruim, alterações hormonais e esporádicas lesões nos órgãos (COUSINS, 1999).

Baseado na importância de diferentes fatores antinutricionais, iremos descrever seus efeitos na nutrição de aves.

1.1 Os polissacarídeos não amiláceos

Segundo a empresa NUVITAL (2000), o termo polissacarídeo não amiláceo é usado frequentemente para se referir às fibras. Os PNA's são encontrados principalmente como componentes estruturais das paredes dos cereais, sendo importantes para a integridade estrutural da planta. As suas ligações com outros componentes determinam a atividade nutricional e digestibilidade do alimento. De acordo com PEREIRA (2008), os PNA's são polissacarídeos de elevado peso molecular, composto por pentoses (arabinose e xilose), hexoses (glicose, galactose e manose), 6-desoxihenoses (ramnose e fucose) e ácidos úricos (ácido glicorônico e ácido galacturônico). Os animais monogástricos não possuem capacidade endógena de digerir as fibras. A utilização de enzimas exógenas se torna importante, pois estas hidrolisam os polissacarídeos não amiláceos que poderão ser utilizados pelos animais, aumentando a utilização de energia e reduzindo o impacto negativo destes resíduos sobre a viscosidade da digesta.

De acordo com Zanella (1999), as fibras dietéticas dos grãos de leguminosas podem incluir alfa galactosídeos, amido resistente, polifenóis e proteínas ligadas a parede celular.

Os polissacarídeos são classificados como solúveis e insolúveis dependendo da sua capacidade em formar ou não solução homogênea com a água. Muitas das atividades antinutricionais estão relacionada aos polissacarídeos solúveis apesar de os polissacarídeos insolúveis também apresentarem efeito na taxa de passagem da digesta e na retenção de água (LIMA e VIOLA, 2001). Polissacarídeos insolúveis são celulose, ligninas e algumas hemiceluloses. Os polissacarídeos não amiláceos solúveis pectinas, gomas e principalmente a hemicelulose que por sua vez é constituída por arabinosilanos, D-xilanos, β -glucanos, D-mananos, galactomananos, xiloglucanos, raminogalacturonas, entre outras que estão presentes nas dietas de frangos de corte e não são digeridos, pois as aves não possuem enzimas endógenas capazes de degradarem suas ligações β , além disso, os PNA's interferem na utilização de todos os nutrientes pela formação de gel e viscosidade da digesta. Eles também aprisionam sais biliares, reduzindo a emulsificação das gorduras (Torres, 2003).

As leguminosas, como a soja, apresentam estrutura de PNAs mais complexas quando comparado aos os cereais, contendo principalmente uma mistura de polissacarídeos coloidais, chamadas substâncias pécticas (galacturanas, galactanas e arabananas), além de polissacarídeos neutros como xiloglucanas e galactomananas (VAHJEN et al., 2005; CHOCT, 2006). Os cereais apresentam principalmente os compostos neutros de PNAs como a celulose e xilanos nas leguminosas estes compostos são encontrados somente na casca (NAGASHIRO, 2007).

As ligações covalentes entre os PNA's e a lignina limitam a digestibilidade dos polissacarídios quando ingeridos pelas aves. Segundo Choct (2000), os PNA's, na dieta de monogástricos, têm uma atividade anti-nutricional, a qual leva a uma pobre utilização de nutrientes. De acordo com Cantor (1999), o conteúdo dos PNA's está associado negativamente com a capacidade metabolizável da energia de cereais.

Os motivos para as propriedades anti-nutricionais de PNA's são sua elevada capacidade de ligarem-se à grandes quantidades de água resultando num aumento da viscosidade do conteúdo intestinal quando o alimento contendo PNA's for consumido. O aumento da viscosidade pode causar problemas no intestino delgado, pois reduz o contato entre os nutrientes como gordura, amido ou proteína com as secreções digestivas, além de reduzir a difusão e o transporte da digesta, enzimas endógenas, e dos sais biliares e dos movimentos peristálticos, resultando em menor digestibilidade destes nutrientes (CANTOR, 1999). Isto ocorre principalmente em polissacarídeos solúveis, estes polissacarídeos atuam como barreiras físicas a digestão e absorção, pois interagem

com o glicocálix da borda em escova intestinal, fazendo com que a camada de água na mucosa fique espessa (MOURINHO, 2006). Além disso, a viscosidade elevada deste bolo alimentar aumenta a quantidade de fezes úmidas. Este aumento de umidade nas excretas pode representar maior desafio microbiológico para os animais, principalmente em sistemas de produção que mantêm alta densidade animal e limitações no uso de antimicrobianos na dieta (VIEIRA et al., 2004). As fezes úmidas ainda podem elevar a produção de gases e a população de moscas e roedores nas instalações, afetando o bem estar animal, ocasionando estresse e uma piora na qualidade do ar prejudicando não somente os animais mas afetando também a saúde dos trabalhadores (CAMPESTRINI et al., 2005).

De modo geral os PNA's apresentam três efeitos negativos sobre o valor nutricional da ração: Cercam os nutrientes no interior das células vegetais impedindo o acesso das enzimas endógenas; Promovem a formação de gel dificultando a digestão e reduzindo a absorção dos nutrientes e aumentam a viscosidade do bolo alimentar ocasionando uma diminuição na velocidade do trânsito intestinal, exercendo efeito negativo sobre o consumo (BORGES, 1997). O aumento da viscosidade ocasiona uma interação entre os pentosanos e as enzimas endógenas formando um complexo que diminui a atividade destas enzimas (NAHAS e LEFRANÇOIS, 2001). Este aumento da viscosidade da digesta pelos PNA's solúveis é causado principalmente, pelas frações solúveis da hemicelulose (β -glucanos e arabinosilanos).

As substâncias pécicas são abundantes nos vegetais, sendo componente essencial das paredes celulares. Segundo Palenzuela et al., (1998) é uma molécula com alta capacidade para formação de gel. A goma está presente nos tecidos de sustentação das plantas e possuem alta capacidade para formar gel.

Altos níveis de PNA's insolúveis na dieta ocasionam uma diminuição da digestibilidade, pois reduz o tempo de permanência da digesta (MOURINHO, 2006). Entre eles, destaca-se a celulose, principal constituinte da parede celular dos vegetais que apresenta nenhuma digestibilidade, podendo reduzir a digestibilidade de outros nutrientes (ANDRIGUETTO, 2002).

A lignina que também é um PNA's insolúvel, encontrada, principalmente em palhas e casca de cereais, não é utilizada pelos animais e pode reduzir em até três vezes a digestibilidade da matéria seca (VAN SOEST, 1970). Além disto, os PNA's possuem forte capacidade de ligação iônica com elementos minerais interferindo negativamente na absorção de minerais (ARRUDA et al., 2003).

A baixa capacidade das aves em digerir os PNA's aponta a necessidade de uma suplementação enzimática. As enzimas exógenas hidrolisam os polissacarídeos não amiláceos podendo estes ser utilizados pelos animais. As consequências são o aumento da utilização de energia e a redução do impacto negativo destes resíduos não digestivos sobre a viscosidade da digesta.

As principais enzimas para a degradação dos PNA's são as xilanases, celulases e as glucanases, as quais não são sintetizadas pelos monogástricos. As aves são capazes de produzir certas enzimas digestivas, como por exemplo, a amilase que digere o amido e as proteases que digere as proteínas. Por outro lado, este animais não produzem enzimas necessárias para a degradação da fibra alimentar (ZANELLA, 2001).

As enzimas glucanases causam uma despolimerização parcial dos PNAs, reduzindo a viscosidade do conteúdo intestinal ocasionando uma melhora da absorção de nutrientes (CHOCT et al., 2001). Além disso, os β -glucanos quando hidrolisados resultam em glicose que é rapidamente absorvida pelas aves. Os pentosanos, como a arabinose e xilose são pouco digestíveis, e quando absorvidos são excretados na sua maioria pela urina (FRANCESH, 1996).

Segundo Pereira (2008), o aumento de PNAs solúveis aumentou a viscosidade da digesta e reduziu a energia metabolizável (EM) da dieta, resultando em queda de ganho de peso e pior conversão alimentar. A suplementação enzimática reverteu os efeitos adversos, aumentando a EM e melhorando o desempenho dos animais. Os autores concluíram que, na presença de grandes quantidades de PNAs na ração, há um aumento da fermentação no intestino delgado das aves, prejudicando o desempenho e o bem estar destes animais.

No intuito de melhorar a digestibilidade de dietas a base de milho e soja, tem sido desenvolvidos trabalhos com a utilização de complexos enzimáticos. Estes estudos têm demonstrado respostas positivas quanto à digestibilidade de nutrientes e ao desempenho de aves suplementadas com enzimas, como carboidrases, proteases, pectinases e α -galactosidase (SCHANG, 1996; SEFTON e PERDOK, 1996; SOTO-SALANOVA et al., 1996; e GRAHAM, 1997).

1.2 Fitato

As dietas para frangos de corte são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal. Sabe-se que a maior parte do fósforo (P) presente nestes produtos está na forma de ácido fítico, o qual é indisponível para aves, pois estas não sintetizam a

enzima fitase. O ácido fítico nos vegetais tem função de reserva de grupos fosfatos reativos, ou seja, é fonte de fósforo para as sementes, estoque energético, fonte de cátions (CHERYAN, 1980) e responsável pela iniciação da dormência (REDDY et al., 1982). Calcula-se que apenas 30% do P presente nestes grãos seja disponíveis para as aves (NRC, 1994). Dessa maneira é necessário fornecer grande quantidade de fontes inorgânicas de P para prover as exigências deste animal, aumento o fósforo eliminado nas excretas das aves.

Três terminologias são adotadas: fitato, fitina e ácido fítico, sendo fitato o termo mais utilizado. O ácido fítico é a forma livre de IP6. O fitato é uma mistura de sais de ácido fítico (hexafosfato de myo-inositol; IP6), ou seja, acontece quando o ácido fítico se liga a íons de Na, Mg, K, Ca e Zn, dentre outros. A fitina reporta-se ao complexo depositado de IP6 com potássio, magnésio e cálcio como acontece em plantas. Os minerais e outros nutrientes, quando ligados à molécula de ácido fítico, tornam-se indisponíveis ao animal (DARI, 2004; SELLE RAVINDRAN, 2007).

A indisponibilidade do fosfato está ligada a grande quantidade de fósforo preso à sua molécula e sua propriedade antinutricional não está apenas baseada no não aproveitamento do fósforo. O ácido fítico é um potente agente quelante de cátions bivalentes como o Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu, etc, o que acarreta uma maior excreção destes nutrientes, afetando o ambiente. Este ácido também interfere na absorção de aminoácidos e inibe a atividade da pepsina, tripsina e α -amilase (RAVINDRAN et al., 199 e SEBASTIAN et al. 1998). Desta maneira a solubilidade e a digestibilidade são drasticamente reduzidas pela formação de complexos insolúveis.

Segundo Cousins (1999), a interação existente entre o fitato e a proteína ocorre por uma ligação iônica que depende das condições de pH. Em pH baixo, o fitato se liga eletrostaticamente com resíduos básicos como a arginina, lisina e histidina formando um complexo insolúvel e quando o pH está próximo ao ponto isoelétrico, a carga da proteína é neutra e não se liga ao fitato. A presença do fitato também interfere na digestão protéica, pela inibição da atividade das proteases endógenas devido a complexação da molécula de fitato com a própria enzima (DARI, 2004).

De acordo com Graf, 1983 o ácido fítico se precipita Fe^{3+} em pH baixo e em pH neutro a alto, forma complexos insolúveis com outros cátions polivalentes, reduzindo assim a biodisponibilidade de vários minerais. Em pH intestinal de aproximadamente 6,5, o fitato forma complexos com minerais preferencialmente na

seguinte ordem: Cobre > Zinco > Cobalto > Manganês > Ferro > Cálcio (OBERLEAS, 1973).

A quelação de minerais bivalentes com o ácido fítico ou sua associação com enzimas possuem efeito negativo sobre a atividade das enzimas envolvidas na digestão do amido, como a amilase salivar, que requerem minerais como cálcio para ativação (YOON et al 2007). O ácido fítico também pode interferir na digestão de carboidratos ligando-se diretamente ao amido (NUNES, 2001)

A formação de complexos insolúveis do cálcio com o fitato em combinações com ácidos graxos formam sabões insolúveis no lúmen intestinal, reduzindo a digestibilidade dos lipídeos. Além disso, os complexos cálcio-fitato se unem diretamente ao amido inibindo a ação da α -amilase, diminuindo a solubilidade e a digestibilidade do amido (CONSUEGRO, 1999).

A presença do fitato nas rações piora a metabolizabilidade de energia e a digestibilidade de aminoácidos pela relação direta que esse composto possui com os nutrientes, pela inibição de algumas enzimas digestivas, e pelo excesso de perdas endógenas (SELLE et al., 2006; COWIESON et al., 2008) causadas pela presença do fitato que é um importante agressor da mucosa intestinal de frangos (RAVIDRAN et al., 1995, PERSSON et al., 1998, BATALL et al., 2001 e COWIESON et al., 2009).

Segundo Smith et al (2004), a utilização da cama de frango com alta quantidade de fósforo solúvel como adubo, pode levar ao aumento do P na água comprometendo sua qualidade, favorecendo a eutrofização, o aumento na população de algas e a liberação de compostos tóxicos por estes organismos. Além disto, a elevada concentração de algas pode reduzir a quantidade de oxigênio disponível na água, promovendo o aumento da mortalidade de peixes e da ictiofauna além de diminuir a penetração de luz na água e na atividade fotossintética das plantas aquáticas, pelo excesso de matéria orgânica na água (OVIDO-RONDÓN, 2008). Por fim, vale ressaltar que a otimização da utilização de fósforo possui um forte impacto econômico, sendo que o P é um dos nutrientes mais caros da dieta, ficando somente atrás da energia e da proteína (BOLLING et al, 2000).

2. Enzimas e suas características

As enzimas, também conhecidas como aditivos alimentares, vêm sendo incorporadas nas dietas com o objetivo de melhorar desempenho animal e consequentemente a rentabilidade da produção (PEIXOTO e MAIER, 1993).

As enzimas produzidas comercialmente geralmente são oriunda de bactérias do gênero *Bacillus sp* ou de fungos do gênero *Aspergillus sp* (FIREMAN e FIREMAN, 1998), O interesse no uso destas enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte tem aumentado nos últimos 10-15 anos, pois as enzimas são responsáveis pela redução dos fatores antinutricionais dos alimentos; aumento da digestibilidade do amidos, proteínas e minerais; quebra de ligações específicas que indisponibilizam nutriente. A suplementação enzimática para animais jovens reduz na variabilidade do valor nutritivo entre alimentos, melhora a eficiência das formulações (SHEEPY, 2001).

As enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária, que agem como catalisadores biológicos, ou seja, aumentam a velocidade das reações no organismo. Após terem reagido com o substrato, às enzimas são liberadas para novas reações sem serem alteradas neste processo (CHAMPE e HARVEY, 1989; FIREMAN e FIREMAN, 1998). Por esta razão, a quantidade de enzimas necessária é muito pequena (CUTAIT et al., 2005; LIMA, 2005).

As enzimas atuam em substratos específicos, ou seja, a ativação enzimática é ativada na presença do substrato, como por exemplo, a protease que degrada a proteína. Isso justifica porque as aves têm deficiência de enzimas nas primeiras semanas de idade. Elas possuem um sítio ativo que se liga ao substrato, formando um complexo enzima-substrato que permite suas atuações na ruptura de uma determinada ligação química sendo convertido em enzima-subproduto (PENZ JR., 1998 e CHAMPE e HARVEY, 1989). Por serem altamente específicas nas suas reações, estudos vem demonstrando que a utilização de complexos multienzimáticos promove melhores resultados de desempenho (Finnfeeds,1991), pois elas atuam de forma sinérgica, sendo que algumas enzimas degradam componentes dos alimentos, que posteriormente sofrerão ação de enzimas exógenas ou endógenas, melhorando o aproveitamento geral dos nutrientes pela ave.

Segundo Bühler et al., (1998), as enzimas atuam em condições específicas de temperatura, pH e umidade. Para Jensen (1998), o fato das enzimas serem proteínas, ocorre uma preocupação quanto a sua inativação pelo calor. Quando a temperatura se eleva, a velocidade da reação tende a aumentar em virtude da ampliação da energia cinética das moléculas com o substrato. Porém, em temperaturas excessivas, o seu uso será limitado, pois acarretará em alteração estrutural da enzima ativa, resultando em perda da sua atividade (SABATIER FISH, 1996; OFFICER, 2000; SHEPPY, 2001; BORGES, 2005; LIMA, 2005). A termoestabilidade depende do tipo de microrganismo

produtor da enzima, sendo as produzidas por fungos menos resistentes (até 75°C) do que as produzidas por bactérias (80 a 90°C) (OFFICER, 2000). O desenvolvimento de equipamentos de aspersão de enzimas possibilitou o uso de enzimas líquidas (FERNANDES MALAGUIDO, 2004), podendo assim resolver os problemas de termoestabilidade das enzimas quando estas são adicionadas após o processamento térmico de peletização. Segundo Campestrini et al, (2005), a concentração de H⁺ afeta a velocidade das reações químicas podendo levar a desnaturação das enzimas. O pH ótimo varia para cada enzima, por exemplo, a pepsina digestiva do estômago é ativada em pH 2.

A adição de enzimas na dieta de frangos de corte visa reduzir ou eliminar os fatores antinutricionais que estão presentes nos grãos, aumentar a disponibilidade dos nutrientes encapsulados no interior da parede celular ou ligados a uma estrutura química a qual o animal é incapaz de digerir, potencializar a ação das enzimas endógenas degradando estruturas químicas específicas em matérias-primas as quais elas não conseguem atuar como fitases, β-glucanases, α-galactosidases e pentosanases porque o código genético das aves não dispõe da indicação para sua síntese, suplementar a atividade enzimática do trato gastrintestinal com enzimas como amilase, proteases e lipases, além de diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (PENZ Jr., 1998; GUENTER, 2002 e LIMA, 2005).

De acordo com Soto Salanova et al. (1996), as enzimas provocariam a ruptura das paredes celulares das fibras, reduziriam a viscosidade devido à ruptura da fibra solúvel na digesta, degradariam proteínas reduzindo os fatores antinutricionais tais como inibidores de proteases, tornariam os nutrientes mais disponíveis e aumentaria a digestibilidade total da ração, potencializando a ação das enzimas endógenas, suplementaria a produção de enzima endógena e diminuiria a poluição ambiental causada principalmente pelo fósforo e nitrogênio excretados nas fezes. Estes efeitos conduziriam a uma melhor utilização da dieta, reduzindo a variabilidade do valor nutritivo dos ingredientes e conseqüentemente melhorando a precisão na formulação de rações (SHEPPY, 2001; BORGES, 2005).

A utilização de enzimas é largamente aceita e fundamentada cientificamente. Dependendo do tipo de enzima empregada, podem-se observar melhorias no desempenho, digestibilidade dos nutrientes, morfometria intestinal, saúde e imunidade das aves. De acordo com Olukosi et al., (2007), as dietas compostas por milho e farelo de soja possuem alta digestibilidade, mas ainda apresentam alguns fatores

antinutricionais, passíveis de degradação pelo uso de enzimas exógenas. O milho e o farelo de soja possuem respectivamente 9,7% e 21,7% de PNA's (KNUDSEN, 1997) e 0,24% e 0,39% de fósforo fítico (KORNEGAY, 2001).

De acordo com (Bedfor e Apajalahti, 2001), a adição das enzimas em dietas para frangos de corte promove uma digestão mais eficiente com redução das exigências de energia para manutenção além de reduzir a quantidade de substrato que entra no intestino grosso, melhorando a utilização destes no intestino delgado e alterando, conseqüentemente, a população microbiana no íleo terminal.

GARCIA et. al. (2003), realizaram um estudo com dietas a base de milho e farelo de soja acrescida com α -amilase e observaram que a suplementação melhorou em 9,4% o ganho de peso e 4,2% a conversão alimentar, concluindo que a suplementação enzimática foi eficiente.

YU e CHUNG (2004), verificaram que a adição de complexo enzimático composto por amilase, xilase e beta-glucanase em rações co-redução de 3% de EM, para frangos de corte, resultou em desempenho semelhante ao obtido com a dieta controle.

Torres et. al. (2003), ao verificar o efeito de um complexo multienzimático que possui atividades de amilase, protease e xilanase, adicionado a dietas à base de milho e soja, sobre o desempenho de frangos de corte, concluiu que a adição de enzimas exógenas melhorou o desempenho das aves pela influência exercida no aumento do ganho de peso, no índice europeu de eficiência produtiva e melhorou na conversão alimentar.

GARCIA et. al. (2000), em estudos com o objetivo de avaliarem o efeito da suplementação enzimática em rações à base de milho e soja sobre o desempenho de frangos de corte concluíram que a adição de complexo multienzimático em rações com farelo de soja e soja integral extrusada para frangos de corte (1-42 dias) foi efetiva na melhoria da utilização de energia metabolizável, proteína e aminoácidos (Met, Met+Cis e Lis) em 9; 7; e 5%, respectivamente. Por outro lado FISCHER et. al. (2002) estudando o efeito da inclusão de um composto multienzimático à base de proteases, amilases e celulasas (Vegpro), na dieta de frangos de corte, da linhagem comercial Ross em rações à base de milho e farelo de soja, não encontraram ganhos no desempenho de frangos de corte.

Alguns autores afirmam que a inclusão de enzimas exógenas na dieta das aves é responsável por uma queda na síntese de enzimas endógenas. Desta maneira, o animal teria a disposição mais aminoácidos para a síntese proteica. Zanella (1999), por

exemplo constatou em seu trabalho que a suplementação de amilase e protease na dieta, reduziu a síntese destas enzimas endógenas em 23,4 e 33,5% respectivamente. Desta maneira é possível reduzir os níveis nutricionais da dieta com possíveis vantagens econômicas (TORRES et. al. 2003).

De acordo com Lima (2005), os benefícios da utilização das enzimas também podem ser vistos nos custos, através da redução de ingredientes caros e inclusão de matérias-primas mais baratas na dieta. Segundo Wyatt Bedford (1998), existem duas maneiras para incorporação de enzimas exógenas nas formulações: Uma aplicação mais prática, conhecida por “*over the top*”, que consiste na suplementação de enzimas em uma formulação padrão com objetivo de melhorar o desempenho. Outra forma seria a redução do valor nutricional da dieta padrão e adicionando enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta padrão, a fim de obter o mesmo desempenho de dietas convencionais.

Inúmeros estudos têm demonstrado que a suplementação de enzimas exógenas em frangos de corte está relacionada com um melhor aproveitamento dos nutrientes (tabela 1), resultando em melhora da qualidade do meio ambiente pela redução da excreção de elementos como fósforo e cálcio (CAMPESTRINI et al., 2005). A suplementação enzimática pode melhorar a utilização da energia e aminoácidos da dieta, além de eliminar os efeitos dos fatores antinutricionais contribuindo para um maior desempenho dos frangos de corte (ROTTER et al., 1990; COWAN et al., 1996 e YU et al., 2007). Além disso, o uso de enzimas, melhora a disponibilidade de fósforo, nitrogênio, cálcio, cobre e zinco, diminuindo a concentração destes nas fezes e urina, e conseqüentemente, a sua deposição no meio ambiente (CAMPESTRINI et al., 2005).

Tabela 1: Contribuição mínima de Rovabio Max® (50g/T) por Kg de ração completa, a base de milho e soja para frangos de corte

EM kcal/Kg*	P disp (pontos) *	Ca(pontos) *	PB% e Aa dig**
65 – 85	0,15	0,12	1,5 – 2,0

EM: Energia Metabolizável; PB: Proteína bruta; Pdisp: Fósforo disponível; Ca: Cálcio; Aa DIG: Aminoácidos digestíveis

*valor absoluto ou % por ração completa

** ajuste % em relação aos níveis padrão de energia ou proteína

FONTE: <http://www.adisseo.com>

2.1 Carbohidrases

A utilização de enzimas carbohidrases vem aumentando com o objetivo de utilizar alimentos que possuem grandes quantidades de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's). Os PNA's são carboidratos e elevam a viscosidade das dietas, pois possuem capacidade

de se ligar a grandes quantidades de água formando um gel viscoso, diminuindo a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impedindo suas interações na superfície da mucosa intestinal (Choct, 2001 e Santos Jr. et al., 2004), ocasionando o comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes, além de interferir na microflora intestinal e nas funções fisiológicas do intestino (Choct et al., 2004).

A função das carbohidrases seria melhorar a energia metabolizável e diminuir a viscosidade da digesta, fator esse considerado antinutritivo, pois reduz a disponibilidade de todos os nutrientes. As aves não possuem enzimas endógenas capazes de degradar estes polissacarídeos, desta forma, altos níveis de PNA's ocasionam uma queda na digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta além de afetarem o conteúdo de energia dos alimentos, pois conservam os nutrientes geradores de energia, como carboidratos, lipídeos e proteínas, no interior de suas estrutura (FIREMAN e FIREMAN, 1998). O efeito benéfico da adição enzimático pode ser avaliado em termos de melhorias no desempenho, ganho de peso ou conversão alimentar. Com a adição das enzimas carbohidrases há uma ruptura da estrutura molecular ou ligações que sejam inativas às enzimas endógenas, eliminando desta maneira os efeitos antinutricionais e concedendo a liberação de açucare para o animal. Contudo a dimensão destes avanços depende da espécie, idade, tipo de dieta, taxa de inclusão de carboidratos complexos ou concentração e solubilidade destas moléculas (COUSINS, 1999).

As carbohidrases decompõem os PNA's em pequenas unidades, perdendo assim a capacidade de retenção de água. Com a redução da viscosidade, a ação enzimática sobre o conteúdo intestinal se torna mais eficaz, ocasionando uma melhora na capacidade de digestão dos nutrientes, aumento na velocidade de trânsito intestinal e redução da quantidade de água nas fezes, o que proporciona melhor qualidade de cama (OPALINSKI, 2006).

Em estudo Choct et al. (1996), observaram que o aumento dos níveis de PNAs solúveis elevou a viscosidade da digesta e reduziu a EM da dieta, provocando uma redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar. A suplementação enzimática por sua vez, aumentou a EM e melhorou o desempenho dos frangos. Neste mesmo experimento os autores notaram que os animais que receberam dietas enriquecidas com PNA's solúveis, sofreram intensa fermentação no intestino delgado nas aves prejudicando o desempenho e o bem-estar dos animais, já que o odor de amônia nos galpões tende a aumentar, mas estes efeitos deletérios foram minimizados com a suplementação de enzimas exógenas.

A amilase atua na região superior do trato gastrointestinal a fim de corrigir a digestão incompleta do endosperma do amido. A xilanase reduz a viscosidade, degrandando a parede celular e liberando xilo-oligômeros. A protease degrada proteínas, no caso da soja quebra as proteínas de armazenamento, conglucina, β -conglucina e os fatores antinutricionais como inibidores de tripsina, lectinas e proteínas antigênicas (SOTO-SALANOVA et al., 1996). Para Wyat e Bedford (1998), as proteases anulam os efeitos antinutricionais do farelo de soja e elevam a digestibilidade da proteína, pois reduz a perda de aminoácidos endógenos.

2.1.1 Xilanase

A xilana é um biopolímero encontrado em abundância nas paredes secundárias em tecidos vegetais, sendo composta de um esqueleto de unidades de D-xilopirasil unidas por ligações β -1,4, com graus variados de substituição (BLANCO et al., 1995 e SUBRAMANYAN e PREMA, 2002).

A inclusão da xilanase diminui os efeitos antinutricionais dos PNA's através da redução viscosidade da dieta resultando em aumento da depolimerização de arabinoxilanas em componentes de menor peso molecular e pela liberação de nutrientes pela hidrólise de PNA's insolúveis localizados na parede celular favorecendo o contato dos nutrientes com as enzimas endógenas, sendo que os efeitos são mais pronunciados em dietas contendo trigo, centeio e cevados (RAVINDRAN et al., 1999). Além de prevenir distúrbios digestórios resultantes da presença de material fibroso não digerido no trato gastrintestinal de aves (LIMA, 2005). Contudo, acredita que apenas o uso da xilanase não produza resposta semelhante às obtidas com a combinação de enzimas como proteases, amilases ou fitase (OTT, 2005).

A hidrólise de arabinoxilanas é realizada principalmente pela atividade de uma endo-1,4- xilanase, que quebra as ligações (α, β) da cadeia central das xilanas (CLASSEN, 1996; BHAT HAZLEWOOD, 2001). Esta enzima possui amplo poder de atuação em pH 3,5 a 6,5, o que permite agir ao longo do trato gastrintestinal até o final do íleo (ZANELLA, 1998). A degradação das paredes celulares dos cereais permite um aumento da ação enzimática endógena do animal sobre a degradação do amido, do lipídio e da proteína, aumentando sua digestibilidade.

Apenas 20-25% das xilanas contidas na hemicelulose pode ser hidrolisada por xilanas. Estas limitações podem estar ligadas ao tamanho relativo dos poros, outra sugestão é que a distribuição heterogênea da hemicelulose pode limitar a acessibilidade da xilana à enzima ou ainda baixa suscetibilidade da xilana à hidrólise devido à sua

natureza, instabilidade térmica da enzima e inibição pelo produto final (ONYSKO, 1993).

Alguns estudos mostram que a utilização de enzimas xilanolíticas inibe a fermentação no íleo e estimula a fermentação nos cecos (BEDFORD, 2001; PERSIA et al., 2002). A redução da fermentação ileal é benéfica para o animal já que grande parte do material ali fermentado é composto por amido e proteína não digeridos, que desta maneira, ficam disponíveis para serem hidrolisados e absorvidos pelas aves (BEDFORD, 1996). Além do mais, os oligossacarídeos oriundos da degradação dos PNAs pelas enzimas exógenas teriam um efeito prebiótico no ceco (PERSIA et al., 2002). Segundo Hinton et al. (1993) há uma maior produção de ácido lático no íleo e propionato nos cecos com a utilização da xilanase em dieta à base de trigo levando a uma melhora na saúde intestinal nos frangos, pois as bactérias produtoras de ácido lático promovem a exclusão competitiva e o propionato é prejudicial para a *Salmonella* e outras bactérias patógenas.

Ao utilizar zero e 1000 U/Kg de xilanase em uma dieta formulada com farelo de trigo ou trigo inteiro para frangos de corte, Wu et al. (1997), obteve maior desempenho, melhor conversão alimentar e maior valor de EM nas dietas com 1000U/Kg dieta contendo a xilanase.

Weldan e Vahl (1994) obtiverem uma melhora de 2,2 – 2,9% na conversão alimentar, e de 0,2 – 2,5% no ganho de peso em dietas a base de trigo de alta viscosidade e trigo de baixa viscosidade, respectivamente, quando estas foram suplementadas com xilanase, além da diminuição da viscosidade e consequente melhora da qualidade da cama.

2.1.2 B-glucanase

A viscosidade e/ou a encapsulação são os maiores efeitos do β -glucano e das arabinoxilanas, e apenas uma pequena fenda na molécula pesada do substrato é necessária para a enzima exógena aumentar a disponibilidade dos nutrientes (WHITE et al., 1983; CLASSEN, 1996).

Yu e Chung (2004) observaram que a adição de um complexo enzimático (amilase, xilanase e β -glucanase), em uma ração com redução de 3 % de EM resultou em desempenho semelhante ao obtido com dieta controle para frangos de corte. Em outro experimento, Lázaro et al. (2003) observaram melhor peso corporal e conversão alimentar para frangos de corte alimentados com dietas a base de centeio e farelo de soja suplementados com xilanase e β -glucanase no período de 4 a 25 dias.

2.1.3 Pectinase

O uso da pectinase na nutrição animal é devido ao seu potencial de reduzir a formação de géis na luz do intestino das aves, o que causa vários transtornos digestivos nos animais.

A pectina é um hetro-polissacarídeo complexo constituído por um esqueleto de ácido galacturônico unido por ligações α -1,4 a resíduos de glicose, ramnose, galactose, etc (KASHYAP et al., 2001). Ela é um importante constituinte da parede celular e pode estar interligada à outros polissacarídeos e proteínas formando uma rede insolúvel (KASHYAP et al., 2001). Segundo Voragen et al. (1995), as definições das funções da pectina está baseada nas suas propriedades físicas que inclui a capacidade de formar géis, ligar-se a cátions e aumentar a absorção de água o que leva a um aumento do volume e peso das excretas e seu grau de viscosidade está relacionado com o trânsito da digesta..

As pectinas estão ligadas com a capacidade de troca catiônica, pois se ligam a sua superfície certos íons bivalentes como o cálcio, magnésio, zinco e ferro, o que acaba interferindo em sua absorção (BAILONI et al., 2003). Além disso, elas possuem relação com o metabolismo de lipídio que acontece pelo processo de absorção de ácidos biliares na matriz da digesta pectinizada ao nível duodenal, indisponibilizando a sua reabsorção ileal e reduzindo a recirculação entero-hepática, levando a mobilização do colesterol endógeno para atender a síntese de ácidos biliares (OTT, 2005).

2.1.4 Manases

As mananas estão associadas com a casca e a fração fibrosa do farelo de soja. Ela possui propriedades de elevar a viscosidade devido ao decréscimo da utilização eficiente dos carboidratos pelos monogástricos o que bloqueia parcialmente a absorção de nutrientes na superfície intestinal, causando uma piora na conversão alimentar das aves (REID, 1985; DALE, 1997)

Alguns autores afirmam que a passagem de β -mananas pelo lúmen intestinal causa estímulo no sistema imunológico, acarretando a proliferação de macrófagos e monócitos além da produção de citosinas, provocando uma sintomatologia inflamatória com menor utilização de nutrientes pelas aves (JOHNSON E GEE, 1986 e ROSS et al., 2002). Através da adição de manases procura-se evitar os efeitos antinutricionais das mananas citados anteriormente.

Ao realizar um experimento com frangos de corte infectados por *Eimeria* e *Clostridium perfringens*, Javkson et al. (2003) observou que a adição de β -mananase

resultou em redução da severidade do desafio gerado por esses patógenos, sendo que o efeito foi verificado não somente pelo aumento no peso corporal, mas também pela redução nas lesões intestinais. McNaughton et al, 1998 observou que a inclusão da enzima β -mananase melhorou a energia metabolizável, o ganho de peso e a eficiência alimentar em frangos de corte, na ordem de 3% em uma dieta a base de milho e farelo de soja.

2.1.5 α -galactosidase

Os galactosídeos podem prejudicar a digestibilidade de nutrientes, pois aumentam a osmolaridade do conteúdo intestinal e estimula o reflexo de motilidade, diminuindo assim a hidrólise de nutrientes e aumentando o trânsito do alimento no intestino (COUSINS, 1999).

O aumento da energia metabolizável é o principal objetivo da α -galactosidase. Ela é responsável pela quebra de oligossacarídeos como a rafinose e estaquiose em açúcares menores como a glicose que é facilmente absorvidos pelas aves. Como estes oligossacarídeos não chegam ao intestino, eles deixam de sofrer fermentação pela microbiota intestinal, não acarretando desta maneira os efeitos negativos como produção de gases, aumento da taxa de passagem e menor utilização de nutrientes pelas aves (OTT,2005).

Ao estudarem os efeitos da suplementação de α -galactosidases no valor energético de farelo de soja incluídos em níveis diferentes (30, 40, 50 ou 60%), Vila e Mascarell (1999) encontraram que taxas de inclusão de 30 e 40% de farelo de soja suplementado com alfa-galactosidase aumentaram o conteúdo de energia metabolizável aparente em 8 e 11% respectivamente.

2.2 *Proteases*

A proteína é o ingrediente mais caro nas dietas de frangos de corte, o que levou a uma procura por maneiras de aperfeiçoar seu valor nutricional. A inclusão de proteases exógenas na dieta é uma alternativa para melhorar o valor nutricional através da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo (LIMA et al, 2007) reduzindo os custos de suplementação nas dietas pois possibilita a redução nos níveis de inclusão de certos nutrientes, como aminoácidos e minerais (WANG et al., 2006).

As enzimas proteolíticas catalisam a quebra de ligações peptídicas, ocasionando a hidrólise total desta proteína (RAO et al., 1998). A adição de proteases exógenas tem

como objetivo inativar fatores anti-nutritivos, tais como lecitinas, proteínas antigênicas e inibidores de tripsina, presentes em determinados alimentos, principalmente as leguminosas (CLASSEN, 1996; OFFICER, 2000; COWIESON et al., 2006), além de suplementar a atividade proteolítica em animais jovens liberando peptídeos menores o que facilita a ação das enzimas endógenas (LIMA,2005).

A suplementação com protease para frangos de corte tem demonstrado melhorias significativas no desempenho das aves, pois com a inclusão de enzimas exógenas a síntese das endógenas é reduzida disponibilizando uma maior quantidade de aminoácidos para a síntese proteica (ODETALLAH et al., 2003).

2.3 Fitase

A preocupação com o meio ambiente aliado ao aspecto econômico tem impulsionado experimentos relacionados com a utilização da enzima fitase na avicultura. De acordo com Rostagno et al., (2000), apenas 33% do fósforo presente nos vegetais está na forma disponível para as aves. O uso dessa enzima permite melhor aproveitamento da dieta, pois aumenta a disponibilidade do P pela hidrólise do ácido fítico e de outros nutrientes ali complexados, além de diminuir a quantidade de fósforo inorgânico adicionado à ração, reduzindo de 20 a 50% o P excretado (DARI, 2004), diminuindo o impacto ambiental.

A enzima fitase é produzida a partir de espécies de bactéria, fungos e leveduras sendo *Aspergillus* o organismo mais importante. Ela é capaz de eliminar as propriedades antinutricionais do fitato.

A hidrólise do fitato, por meio de reações de desfosforilação, deveria gerar a formação de seis moléculas de fósforo e uma de mio-inositol monofosfato, porém as fitases exógenas hidrolisa menos que 35% do fitato da dieta, pois o tempo de trânsito e as limitações de pH no trato digestório da ave não permitem a completa desfosforilação do ácido fítico em inositol e fosfatos (SELLE RAVINDRAN, 2007). A fitase é ativada quando é misturada aos fluidos digestivos e sob a temperatura do animal (ROTTER,1990). A máxima ação da fitase ocorre no estômago e porção inicial do intestino delgado (duodeno), local este no qual a absorção de fósforo é mais pronunciada (JONGBLOED et al., 1992).

A molécula de ácido fítico tem capacidade de se ligar à proteína, em meios ácido, alcalino e neutro, além de se complexar com minerais, aminoácidos e até mesmo o amido e reduzir a atividade da pepsina, tripsina e α -amilase (NELSON et al.,1968;

SIMONS et al, 1990; MAENZ e CLASSEN, 1998 e SEBASTIAN et al., 1998). Desta maneira, pode-se melhorar indiretamente a digestibilidade de alguns nutrientes, tais como a proteína bruta, o amido e a gordura acarretando um aumento da energia metabolizável do alimento. Espera-se também melhorar o desempenho zootécnico devido a melhora na biodisponibilidade dos nutrientes como proteína e aminoácidos, por meio da quebra destes complexos nutritivos, pela utilização de fitase microbiana nas dietas (CLASSEN, 1993; PETERSON & AMAN, 1989; FRIESEN et al., 1991).

Após sofrer a hidrólise ocorre uma diminuição da afinidade por certos minerais pelos resíduos de fosfato do ácido fítico (FENNEMA, 1993). Desta maneira, além da fitases além contribuir para uma melhor digestão de certos nutrientes ela também contribui para a diminuição nos níveis de outros minerais excretada pelo animal, com consequente diminuição da poluição ambiental.

A adição de fitase na ração inibe a formação dos complexos binários entre proteína-fitado, resultando em uma melhora do aproveitamento dos aminoácidos (SELLE E RAVIDRAN, 2007).

Alguns fatores podem interferir na hidrólise do fitato durante sua passagem intestinal. Dentre eles pode-se citar a quantidade de enzima adicionada e a concentração de ácido fítico no ingrediente utilizado, relação Ca:P, quantidade de fibra da ração, temperatura e pH, idade dos animais e conteúdo de vitamina D e outros minerais nas dietas, a estabilidade e atividade da enzima sobre o fitato, o balanço eletrolítico, e tempo de retenção, dentre outros (DARI, 2004; SANTOS, 2005; SELLE RAVINDRAN, 2007).

Segundo McCuaig et al. (1972), altos níveis de Ca, em relação ao fósforo total na dieta, competem pelo sítio de ligação da fitase, diminuindo o máximo da atividade da enzima. WISE (1983) relatou que o Ca pode se complexar ao fitato, formando complexos Ca-fitato, os quais precipitam, ficando indisponível para a atuação da enzima.

A fitase, quando armazenada em ambientes com temperatura elevada, reduz em 5% a sua estabilidade, e quando adicionadas a uma mistura com suplementos vitamínicos ou minerais reduz a estabilidade em 25% (PIZZOLANTE, 2000). A estabilidade da enzima é mantida a 96% quando acondicionada a 50°C e peletizada a 78°C; porém, com elevação das temperaturas para 60 e 87°C, respectivamente, a estabilidade da enzima é reduzida aos 54% (SIMONS et al. 1990).

Em revisão Sebastian et al. (1998), comprovou que a adição de fitase microbiana em dietas à base de cereais para aves acarretou uma melhora da retenção de fósforo, cálcio, zinco e cobre, quando a suplementação de quantidades de fontes inorgânicas desses elementos foi subótima, concluindo que a excreção de fósforo, cálcio, cobre e zinco e nitrogênio no ambiente pode ser reduzida quando as dietas forem suplementadas com fitase.

Ravindran e Bryde (1999) realizaram um estudo para investigar os efeitos da adição da fitase sob a digestibilidade ileal. A dieta foi formulada a base de trigo e sorgo contendo 80% dos níveis de aminoácidos recomendados pelo NRC (1994) e suplementada com 125, 250, 475, 500, 750 e 1000 unidades de fitase/Kg. O ganho de peso melhorou com a adição da fitase até um plateau em 500 unidades/Kg, enquanto que a conversão alimentar não se alterou até o nível de 250 unidades, mas demonstrou uma melhora linear após este nível. Já o conteúdo de energia metabolizou aparente apresentou aumento linear proporcional ao aumento de fitase, sendo que ao adicionar 500 unidades/Kg houve uma melhora de 2,3% na energia metabolizável aparente indo de 13,06 a 13,35 MJ/Kg. A digestibilidade dos aminoácidos está demonstrada na (Tabela 2).

Tabela 2: Digestibilidade ileal de nitrogênio e aminoácidos influenciada por níveis variáveis de fitase

Unidade de fitase (g/T)	0	125	250	375	500	7500	1000
Nitrogênio (%)	78,1	78,7	78,9	79,8	81,2	81,0	82,2
Lisina (%)	79,4	81,2	81,6	82,5	83,0	83,4	84,1
Metionina (%)	91,0	90,5	91,2	91,6	91,7	91,3	91,8
Arginina (%)	82,1	82,4	82,8	84,9	85,6	85,2	86,2

Ravindran e Bryde (1999)

Da mesma forma, FERNANDES (2002), ao utilizar do 500 FTU/Kg de fitase nas rações de frangos de corte com dieta a base de sorgo e milho, observou que a fitase foi capaz de aumentar a disponibilidade do fósforo fítico, proteína, aminoácidos e energia. Já, TEJEDOR (2001), ao testar o efeito da adição de enzimas em dietas de frango à base de milho e soja obteve uma melhora de 5,2%; 2,4%; 3,8% para digestibilidade ileal da Matéria seca, proteína bruta e energia bruta respectivamente, além de obter uma melhora na digestibilidade de cálcio e fósforo.

3. Restrição Alimentar

A restrição alimentar planejada tem como objetivo diminuir a taxa de ganho de peso das aves, acarretando menores perdas provocadas por doenças da produção (metabólicas), redução da deposição de gordura total e abdominal além de propiciar melhorias na eficiência alimentar e qualidade microbiológica da carcaça. Esta prática consiste na redução do fornecimento de ração, visando diminuição do consumo de alimento em um dado período (restrição quantitativa), ou de nutrientes (restrição qualitativa) (ROSA et al., 2000).

Apesar da prática de restrição alimentar ter demonstrado resultados positivos sobre o rápido crescimento inicial e os problemas associados, existem dúvidas quanto ao seu efeito no peso vivo final das aves. É necessário que após o período de jejum, as aves apresentem compensação no peso que deixou de ganhar enquanto em jejum (LEESON et al. 1992 e FURLAN et al., 2002). Desta forma a restrição severa no consumo, por um curto período de tempo e em idade que permita a recuperação antes da idade de abate, pode levar o crescimento compensatório, além reduzir o consumo de ração e, conseqüentemente melhorar a viabilidade econômica. Segundo Leu et al. (2002), a recuperação parcial ou total do peso perdido durante a restrição alimentar dependerá das respostas a fatores idade, linhagem, sexo dos animais, intensidade e duração da restrição, natureza (qualitativa ou quantitativa), resposta animal ao estresse imposto e intervalo entre o final da restrição e o abate das aves (LEU et al., 2002).

A taxa de mobilização de energia das reservas depende do tempo ao qual o animal é submetido ao jejum. Existe uma ordem de prioridade de mobilização (glicogênio, gordura e proteína), mas após o início do jejum, todos os tecidos que fornecem energia às aves poderão estar sendo mobilizados. Primeiramente a ave vai satisfazer suas necessidades energéticas para manutenção e a primeira fonte a ser utilizada é o glicogênio hepático (glicose) que se esgota em até 24 horas após o jejum dependendo da idade da ave e das condições de estresse de criação. Depois de esgotada está mobilização, se inicia a mobilização da reserva de gordura e do tecido muscular, respectivamente. Neste momento a restrição passa a ser indesejável, pois diminui as chances da recuperação de peso após o jejum. Trabalhos demonstram que jejum superior a 16 horas diária tem efeito redutor sobre o peso de abate (ROSA et al., 2000).

Para explicar o ganho de peso compensatório, duas hipóteses têm sido analisadas. A hipótese do “controle central”, que consiste no pressuposto que o corpo

tem um padrão para o tamanho corporal em determinada idade, e que esse controle reside no sistema nervoso central (MOSIER,1986). Após um período de restrição alimentar, o organismo tenta atingir o tamanho apropriado para a idade no menor tempo possível. A segunda hipótese é a do “controle periférico”, que sugere que o controle do tamanho corporal seja determinado pelos tecidos, onde o número de células ou, mais precisamente, o DNA determina o grau de crescimento após a restrição ou doença (WINICK & NOBLE, 1966; PITTS, 1986).

Os fatores contribuem para o sucesso de um programa de restrição são a idade de aplicação e a intensidade (soma entre a duração e o número de horas de cada período). Tem sido determinado que o momento ideal para aplicação de um programa de restrição é entre a segunda e a terceira semanas de idade das aves. Na primeira semana, o pintinho ainda é muito frágil para suportar o jejum e após os 21 dias, poderia não haver tempo suficiente para o ganho de peso compensatório (ROSA et al., 2000).

Urdaneta-Rincon e Leeson (2002), ao estudar restrição quantitativa e qualitativa sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que as aves com alimentação à vontade obtiveram um maior consumo quando comparado às aves com restrição de 15%. Já Leu et al. (2002) observou que ao final do período da restrição, (21 dias), os pesos vivos das aves diferiram entre os programas de restrição aplicados. Com 42 dias, as aves submetidas à restrição menos severa (jejum de 10 horas), foram capazes de atingir o peso dos animais que receberam ração a vontade, por outro lado, as aves com restrição mais severa (jejum de 14 horas) não atingiram o mesmo peso.

O rápido crescimento do frango moderno tem gerado problemas de ordem metabólica como a morte súbita e ascítica, que elevam a taxa de mortalidade em aves de maior peso decorrent, principalmente, de falhas no sistema respiratório e cardiovascular (GONZALES et al., 1994). Com a restrição alimentar, há uma redução do peso corporal com consequente diminuição na atividade metabólica e demanda por O₂, o que restringe a tendência dos frangos de corte à hipoxia, que promove a hipertensão pulmonar (característica em aves que apresentam o quadro da síndrome ascítica) (MAZUCO et al., 1999).

A restrição alimentar precoce também conduz a uma melhoria na conversão alimentar, possivelmente em consequência da diminuição das exigências de manutenção, devido à diminuição na taxa metabólica basal (Zubair e Leeson, 1994) e está associado a um peso corporal menor durante o crescimento inicial. Esta menor exigência de manutenção possibilita que mais nutrientes sejam direcionados para o crescimento durante

o período de realimentação, conduzindo ao fenômeno do ganho de peso compensatório (YU e ROBINSON 1992).

Frangos que recebem ração *ad libitum* podem consumir de duas a três vezes mais energia do que necessitam para manutenção. O que leva a uma tendência de ocorrer deposição lipídica (BOEKHOLT et al.,1994). Segundo Zhong et al. (1995) a redução na gordura abdominal em frangos que passaram por uma restrição alimentar pode estar ligada à diminuição do tamanho de adipócitos, influenciada pela menor lipogênese.

Segundo Macari et al., (2002), o tecido adiposo distribui-se em várias partes do corpo da ave como: cavidade abdominal, sob a pele, ao redor das vísceras e nos músculos da perna, mas a maior deposição é observada na cavidade abdominal, podendo chegar a 85% do total armazenado no tecido adiposo do animal. Por isso, os estudos de adiposidade em frangos são baseados nos processos metabólicos que ocorrem na gordura abdominal.

4. Referências bibliográficas

ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; RIBEIRO, M. L. G. PASCOAL, L. A. F.; COSTA, F G. P. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de frangas de reposição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, 2008.

ARRUDA A.M.V., PEREIRA E.S., MIZUBUTI I.Y. & Silva L.D.F. 2003. Semina: **Ciências Agrárias** 24:181-190.

ANDERSON, R. L.; WOLF, W. J. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. **The Journal of Nutrition, Bethesda**, v. 125, n. 3, suppl., p. 581S-588S, 1995.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; FILHO, A. B. **Nutrição Animal**. São Paulo: Nobel, v.1, 2002, 236p.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Antinutritive activities of cereal non-starchpolysaccharides in broiler diets and strategies for minimizing their effects. **World's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 47, n. 3, p. 232-242, Nov. 1991.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS - ANFAL. Perfil 2000: Indústria brasileira de alimentação animal. **Alimentação Animal**, São Paulo, v.5, n.17, 2000.

AVISITE, APINCO: **Produção de carne de frango em 2011 ficou em 12,863 milhões/t.** disponível em: <
<http://www.avisite.com.br/noticias/default.asp?codnoticia=12865>> Acesso em: 19 Fev 2012.

BAILONI, L.; BONSEMBIANTE, M.; SCHIAVON, S.; PAGNIN, G.; TAGLIAPEITRA, F. Estimation of content of pectins in feeds: Fractional extraction and quantitative determination. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v.27, n.1, p.249-251, 2003.

BATAL, A.B.; PARR, T.M. and BAKER, D.H. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of Young chicks fed a soy concentrate diet. **Poultry Science**, v.80, p.87-90, 2001.

BEDFORD, M. R. The effect of enzymes on digestion. **Journal Apply Poultry Rewies**, v.5, n.4, p.370-378, 1996

BEDFORD, M. R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Rewies**, v.11, p.91-114, 1998.

BEDFORD, M. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimize subsequent problems. **World's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 56, n. 4, p. 347-365, Dec. 2000.

BEDFORD, M. R.; APAJALAHTI, J. Microbial Interactions in the Response to exogenous Enzyme Utilization. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International. p. 299-314, 2001.

BLANCO et al. Purification and properties of xylanase A from alkali-tolerant *Bacillus* spp. Strin BP-23 **Applied and Environmental Microbiology**, v.61, p. 4468-4470, Washington, 1995.

BOEKHOLT, H; PH. VAN DER GRINTEN, VVAM; SCHREURS, M; LOS, JN ; LEFFERING, CP. Effect of dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chickens. **British Poultry Science**. 35:603–614, 1994.

BOLING, S. D. et al. The effects of citric acid on phytase-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**., v.78, n. 3, p. 682-689, 2000.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos técnicos da escola de veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n.20, p. 5-30, jun. 1987.

BORGES, C. A. Q. Avanços nutricionais para otimização de resultados na avicultura. FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 1., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Editora Animalworld, 2005. p. 185-193.

BÜHLER, M.; LIMPER, J.; MÜLLER, A. et al. Las enzimas en la nutrición animal. 1.ed. Bonn: AWT, 1998. 47p.

BUTOLO, J. E. Aditivos. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas – SP, **Agros Comunicação**, p. 299 – 364, 2002.

CAMPESTRINI, E.; SILVA V. T. M.; APPELT M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.6, n.2, p. 254-267, novembro/dezembro 2005.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidade para o uso na Brasil. In: Ronda Latinoamericana de biotecnologia, 5, Curitiba, **Anais ...**p.31-42, 1995

CARVALHO, D. C. O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento**. 2002. 90f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R.A **Enzimas**. Bioquímica ilustrada. São Paulo: Artes médicas, 355p., cap. 5, 1989

CHARLTON, P. Expanding enzyme application: higher aminoacid and energy values for vegetable proteins. In: Biotechnology in the feed industry, 12, 1996, Nottingham. **Proceedings ...**Nottingham: Nottingham University Press, p. 317-326, 1996

CHERYAN, M. Phytic acid interactions in foods systems. **Food Science and Nutrition**, v.13, p.297-335, 1980.

CHOCT, M.; HUGHES, R. G.; WANG, J.; BEDFORD, M. R.; MORGAN, A.J.; ANNISION, G. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**, London, v.37, p.609-621, 1996.

CHOCT, M. **Enzymes in animal nutrition: the unseen benefits**. Disponível em <http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp5.html> Acesso 19 nov. 2012.

CHOCT, M. Carbohydrate and fibre digestion in monogastric animals. **ASA Technical bulletin**, AN34, 2001

Choct M., Kocher A., Waters D.L.E., et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal Nutrition**. 92:53-61, 2004.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, **Beekbergen**, v. 62, n. 2, p. 5-15, 2006.

CLASSEN H.L., **Revista Avicultura Profissional**, Volume 10, Nº 4, 1993.

CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v. 62, n. 1-2, p. 21-27, 1996.

CLEÓPHAS, G. M. L.; Van HARTINGSVELDT, W.; SOMERS, W.A.C. et al. Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **World Poultry**, v.11, n.4, p.12-15, 1995

COUSINS, B. **Enzimas na nutrição de aves**. I Simpósio Internacional ACAV— Embrapa sobre Nutrição de Aves 17 e 18 de novembro de 1999 – Concórdia, SC, 1999

CONSUEGRO, J. P. Uso de fitasa microbiana en dietas para avicultura. **Industria Avícola**, Illinois, v. 46, n. 5, p. 27-28, maio 1999.

COWAN, W. D. A.; et al. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. **Animal Feed Science Technology**, v. 60, p.311-319, 1996.

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, n. 3-4, v. 119, n. p. 293–305, 2005.

COWIESON, A. J.; HRUBY, M.; PIERSON, E. E. M. Evolving enzyme technology: Impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2006

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, 87:2287-2299, 2008.

COWIESON, A.J.; BEDFORD, M.R.; SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, vol. 65, p 401-418, 2009.

CUTAIT, M. S.; BERCOVICI, D. ; CASTRO, F. F. et al. **Guia de Aditivos. SINDIRAÇÕES**, 2005. Disponível em: <http://www.sindiracoes.org.br/imagens/UserFiles/Image/Sindiraes/Guias/Sindiracoes_Guia_Aditivos_Pag_Pag.pdf> Acessado em: 19 Fev 2012.

CUTAIT, M. S. **Um ano de bons resultados para o setor de alimentação animal**. Setor de alimentação animal/Sindirações, boletim trimestral, São Paulo, dezembro de 2007.

DALE M. Current status of feed enzymes for swine. In: Hemicell, **poultry and swine feed enzyme**. Gaitheburg: ChemGen, p.56, 1997.

DARI, L.R. Utilização da fitase na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 2004, SP. **Anais...**Santos, SP: FACTA. p. 127- 143. 2004.

FENNFEEDES INTERNATIONAL. Enzyme in animal nutrition. In: Feed enzymes. **Technical Support Manual**. England, p.11-16, 1991

FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p173-178, 1998.

FENNEMA, O. **Química de los alimentos**. ed. 2 Zaragoza: Acribia, 1993.

FERNANDES, E.A. Avaliação da adição de enzima fitase em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 2002.

FERNANDES, P. C. C.; MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2004. p. 117-126.

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

FRANCESH, M. **Bases de la utilizacion de complejos enzimáticos en avicultura**. XVII Curso de especializacion FEDNA, 1996.

FRIESEN, O.D.; GUENTER, W.; ROTTER, B.A.; MARQUART, R.R. The effect of enzyme supplementation on the nutritive value of rye grain (*Secale cereale*) for the young broiler chick. **Poultry Science**, 70, p.2501–2508, 1991.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. **Termorregulação**. Fisiologia aviária: Aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. p. 209-230, 2002

GARCIA, E.; MORAES, R.; MURAKAMI, A.; EIKO, B; FERRIANI, A. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.1414-1426, 2000

GONZALES, E., JUNQUEIRA, O.M., MACARI, M. et al. Influência da idade de produção da matriz na incidência da síndrome da morte súbita em frangos de corte. **R. Sociedade Brasileira Zootecnia**, 23(2): p.242-248, 1994.

GRACIA, M. I.; ARANÍBAR, M. J.; LÁZARO, R. a-Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, Savoy, v. 82, n. 3, p. 436–442, 2003.

GRAHAM, H. Enzimas para dietas de maíz-soya para parrilleros. **Alimentos Balanceados para Animales**, 4(6):22-24, 1997.

GUENTER, W. **Practical experience with the use enzymes**. Disponível em <[HTTP://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html](http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html)> Acesso em: 19 fev 2012

HINTON A., BUME M.E.; DELOACH J.R. Role of metabolic intermediates in the inhibition of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella enteritidis* by *Veillonella*. **J. Food Protec.** 56, p.932- 937, 1993.

HESSING, M., MOCKING-BODE, H., BLEEKER-MARCELIS, H., Van LAARHOVEN, H., ROOKE, J.A.; MORGAN, A.J. 1995. Quality of soybean meals and effect of microbial enzymes in degrading soya antinutritional compounds (ANCs) using immunochemical, microscopic techniques and in vivo studies. **In**: 2nd, 1995

HRUBY, M.; PIERSON, E. E. M. The use of enzymes in broiler nutrition. In: Fórum Internacional de Avicultura, 1., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Editora Animalworld. p. 142-147, 2005. .

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <HTTP//http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1068&id_pagina=1>. Acesso em 15 Fev. 2012

JACKSON, M.E.; ANDERSON, D.M.; HSIAO, H.Y.; MATHIS, G.F.; FODGE, D.W. Beneficial effect of β -mannanase feed enzyme on performance of chicks challenged with *Eimeria* sp. and *Clostridium perfringens*. **Avian Diseases**. 47: 759 – 763, 2003.

JAFFÉ, W. G. Hemagglutinins. IN: Liener, I.E. Toxic constituents of plant foodstuffs, 2^a ed. New York:**Academic Press**, p. 73-102. 1980.

JENSEN, L. S. Historical perspective of enzymes from an earlier researcher. **Poultry International**, January, p.2-8, 1998

JOHNSON, I.T.; GEE J. M., Gastrointestinal adaptation in response to soluble non-available polysaccharides in the rat. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.55, p.497-505, 1966.

JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; KEMME, P. A. The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diet for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total P, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1159-1168, Apr. 1992.

JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura Industrial**, n.998, p.4-15, 1992.

HIGUCHI, M., I. TSUCHUYA, K. IWAI. **Agric. Biol. Chem.** 48:695-701. (1984).

KASHYAP et al. Applications of pectinases in the commercial sector: a Review. **Bioresource Technology**, v.77, p.215-227, 2001.

KNUDSEN, K. E. B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science Technology**, Davis, v. 67, n. 4, p. 319-338, 1997.

KORNEGAY, E. T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2001. p. 237-271.

LEU, WMK; COTTA, JTB; DE OLIVEIRA, AIG; RODRIGUES, PB. Desempenho de frangos submetidos à restrição alimentar na fase inicial em diferentes sistemas de criação. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, 26(3):610-617, 2002.

LESSON, S., YERSIN, A., VOLKER, L. 1993. Nutritive value of the 1992 corn crop. J. **Applied Poultry Res.**, 2:208-213, 1992.

LESLIE, A.J. The ever increasing role of the biotechnology in the Poultry Industry: Lessons from the past and thoughts for the future. In: NORTH AMERICAN UNIVERSITY TOUR, 1996, Nicholasville. **Proceedings...** Nicholasville: Alltech, 1996. p.65-85, 1996.

LIMA G.J.M.M. & VIOLA E.S. **Ingredientes energéticos: trigo e triticales na alimentação animal**. In: Simpósio Sobre Ingredientes Na Alimentação Animal. Campinas CBNA p.33-61, 2001.

LIMA, F. R. Aditivos zootécnicos: enzimas. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. I. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: ROCA, 2005. p. 239- 248

LIMA, R. de L.; SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, p. 99-110, 2007.

MACARI M., FURLAN R.; GONZALES. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP. 296p, 1994

MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestine brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**. v. 77. p. 557-563. 1998

MAZZUCO, H.; JAENISCH, F. R. GUIDONI, A. L. Efeito da Restrição Alimentar Qualitativa no Desempenho, na Incidência de Distúrbios Metabólicos e no Rendimento de Carcaça em Frangos de Corte. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.6, p.1333-1339, 1999

MAZZUCO, H. et al. Composição química e energética do milho com diversos níveis de umidade na colheita e diferentes temperaturas de secagem para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 6, p.2216-2220, 2002.

MCCUAIG, L.W., DAVIS, M.I., MOTZOK, I. Intestinal alkaline phosphatase and phytase in chicks: effect of dietary magnesium, calcium, phosphorus and thyroactive casein. **Poultry Science**, 51: p.526-530, 1972.

McNAUGHTON, J.L.; HSIAO, H.; MADDENN, D.A.; FODGE, D.W. Corn/soy/fat diets for broilers, β -mannanase and improved feed conversion. **Poultry Science**. 77 (Suppl. 1): 153 (Abstr.). 1998.

MOSIER, H.D. Jr. The control of catch-up growth. **Acta Endocrinology** 113: 1-7, 1986.

MOURINHO, F. L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2007, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2007. p. 307-327.

NAHAS, J e LEFRANCOIS, M. R. Effects of feeding locally grown whole barley with or without enzyme addition and whole wheat on broiler performance and carcass traits. **Poultry Science**, Champagin, v. 80, n.2, p. 195 – 202, Feb. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9 ed. Washington: **National Academy Press**. 155p, 1994.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Lehninger principles of biochemistry. New York: **Worth Publisher**. 1152p. 1968

NUNES, V.N. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados aa alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Campinas, SP. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.235-266. 2001

OBERLEAS, D. Phytates. In: Toxicants Occurring Naturally in Foods. **National Academy of Sciences**, Washington, D.C. p 363. 1973.

ODETALLAH, N. H.; et al. Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.82, n.4, p.664-670, 2003.

OFFICER, D. I. Feed enzymes. D'MELLO, J. P. F. Farm animal metabolism and nutrition. **Edinburgh: Cab International**. p. 405-426, 2000.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, n. 1, p. 77–86, 2007.

ONYSKO, K.A. Biological bleaching of chemical pulps: a review. **Biotechnology Advances** 11 (2): p.179-198, 1993.

OPALINSKI M. 2006. **Utilização de enzima e soja integral em rações para frangos formuladas com ingredientes alternativos com base em aminoácidos digestíveis e totais**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

OTT R.P. **Utilização de carboidrases em dietas para frangos de corte**. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

OVIEDO-RONDÓN E.O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Revista Brasileira de Zootecnia** vol.37 no.spe, 2008

PALENZUELA, P. R.; GARCÍA, J.; BLAS, C. **Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos**. In: Avances em Nutrición y Alimentación Animal. Barcelona: FEDNA, p.227-240, 1998

PEIXOTO, R. R.; MAIER, J. C. Aditivos. **Nutrição e Alimentação Animal**. 2. Ed. Pelotas: EDUCAT/UFpel, p.125-130, 1993

PENZ JUNIOR, A. M. Sorgo e soja integral na alimentação de aves. In: Conferência APINCO de Ciência e tecnologia avícolas, Campinas. **Anais ...** Campinas: Facta, pag 63-73, 1991

PEREIRA, P. W. Z., **Avaliação de complexo enzimático e betaína natural nas rações de frango de corte criados em aviário comercial**, Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008

- PERSIA M.E., DEOHORITY B.A.; LILBURN M.S. 2002. The effects of enzyme supplementation of corn- and wheat-based diets on nutrient digestion and cecal microbial populations in turkeys. **Journal Apply Poultry Rewies**. 11:134-145.
- PERSSON, H.; TÜRK, M.; NYMAM, M.; et al. Binding of Cu, Zn, and Cd to inositol Tri-, Tetra-, Penta-, and hexaphosphates. **Journal of Agricult Food Chemistry**, v.46, p.3194- 3200, 1998.
- PITTS, G.C. Cellular aspects of growth and catch-up growth in rats: **a reevaluation. Growth**, 50: 419-436, 1986.
- PIZZOLANTE, C.C. **Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. 117p. Tese de Doutorado em Nutrição de Monogástricos. UFLA – Lavras. 2000.
- RAVINDRAN, V., BRYDEN, W.L.; KORNEGAY, E.T. Phytates: Occurrence, biavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, v.6, n.2, p.125- 143, 1995.
- RAVINDRAN, V., CABAHUG, S., RAVINDRAN, G., et al. Influence of microbial pitase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, v.78, p.699- 706. 1999.
- RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W. L., 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility in feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v. 78, p. 699-706.
- RAO et al. Molecular and Biotechnological aspects of Microbial Proteases. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.62, p.597-635, 1998.
- REDDY, N.R., SATHE, S.K., SALUNKHE, D.K. Phytates in legumes and cereals. **Advances in Food Research**, v.28, p.1-92, 1982
- REID, B.L. Energetic value of fat for layers evaluated. **Feedstuffs**, Minneapolis, 32p and 37p, 1985.
- REVISTA ALIMENTAÇÃO ANIMAL – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – SINDIRAÇÕES, Nº 19 - Jul/Set/2000 – Adaptado pelo Departamento Técnico Nuvital, 2000

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; BARBOZA, W. A.; TOLEDO, R. S., Desempenho de Frangos de Corte, digestibilidade de Nutrientes e Valores Energéticos de Rações Formuladas com Vários Milhos, Suplementadas com Enzimas, **Revista brasileira de zootecnia**, v. 32, p. 171-182, 2003.

ROTTER, B. A.; et al. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barley. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 1174-1181, 1990

ROSA, PS; ÁVILA, VS; JAENISCH, FRF. **Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades.** CT / 250 / Embrapa Suínos e Aves, Julho/2000, p. 1-4, 2000.

ROSS, S.A.; DUNCAN, C.; PASCO, J. G.; PUGH, N. Isolation of a galactomannan that enhances macrophage activation from the edible fungus *Morchella esculenta*. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Cambridge, v. 50, p. 5683-5685. 2002

ROSTAGNO, H. S. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. (Tabelas brasileiras).** In: XXXVII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, p.141, jul/2000

ROSTAGNO, H.S. **Composição de alimentos e exigências nutricionais.** (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos). Viçosa: UFV, 2005. 114p.

RUTZ, F; PENZ JÚNIOR, A. M.; ROLL, V.F.B. **Tendências em nutrição de aves.** I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Aves 17 e 18 de novembro de 1999 – Concórdia, SC

SABATIER, A. M. FISH, N. M. Method of analysis for feed enzymes: methodological problems? **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 5, n. 4, p. 408-413, 1996.

SANTOS Jr. A.A., FERKET P.R., GRIMES J.L. et al. 2004. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. **Int. Journal Poultry Science** 3(1):33-45.

SANTOS, F.R. Efeito da suplementação com fitase em dietas de frangos de corte sobre a digestibilidade de nutrientes. **Rev. Brasileira de ciência Avícola** (supl.7), 2005

- SCHANG, M.J. O uso da enzima Vegpro em dietas para frangos em crescimento. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 6, 1996, Caribe. **Proceedings...**Caribe: Alltech, 1996, p.71-77.
- SEFTON, A.E., PERDOK, H. 1996. **Effect of inclusion of Allzyme Vegpro in a broiler starter diet.** In: ALLTECH. The potential of soybeans has just been unleashed. 30p.
- STRINGHINI, J. H. et al. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p.191-198, 2000.
- SCHUTTE, J. B.; VAN KEMPEM, G. J. M.; HAMER, R. J. Possibilites to improve the utilization of feed ingredients rich in non-starch for poultry. In: CONFERÊNCIA EUROPEA DE AVICULTURA, 8., 1990, Barcelona. **Anais...** Barcelona. p. 128-133, 1990.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 54, n. 1, p. 27-47, Mar. 1998.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. et al. Influence of dietary phytate and exogenous Phytase on aminoacid digestibility in poultry: a review. **The Journal of Poultry Science**, v.43, p.89-103, 2006.
- SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 135, n. 1-2, p. 1-41, 2007.
- SHEPPY, C. **The current feed enzyme market and likely trends.** In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. Enzymes in farm nutrition. Londres: Cab International, 2001. p. 1- 10.
- SIMONS, P.C.M. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal of Nutrition**, v.64, p.525-540, 1990.
- SMITH D.R., MOORE-Jr P.A., MILES D.M., HAGGARD B.E., DANIEL T.C. Decreasing phosphorus runoff losses from land-applied poultry litter with dietary modifications and alum addition. **Journal Environ. Qual.** 33:2210-2216, 2004.

SOTO-SALANOVA, M. F.; GARCIA, GRAHAM, H. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: Conferência APINCO de Ciências e tecnologia avícola, 1996, Campinas. **Anais...**Campinas: FACTA, p.71-76, 1996

STRDA, E. S. O.; et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p. 2369-2375, 2005.

SUBRAMANIYAN, S. e PREMA, P. Biotechnology of microbial Xylanase: Enzymology, **Molecular Biology and Application**. Critical Reviews in Biotechnology, v.22, p. 33-64, 2002.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras-UFLA/FAEPE, 241p. 2001.

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

URDANETA-RINCON, M. e LEESON, S. (2002) Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. **Poultry Science** 81: 679-688.

VAN SOEST, P. J. The role of silicon in the nutrition of plants and animals. **Proceedings of the Cornell Nutrition Conference**, p.103-109, 1970.

VAHJEN, W.; BUSCH, T.; SIMON, O. Study on the use of soya bean polysaccharide degrading enzymes in broiler nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 120, n. 3-4, p. 259-276, 2005.

VIEIRA, S. L.; VIOLA, E. S.; VIOLA, T. H.; ALMEIDA, J. G.; EICHNER, G.; OTT, R. P.; GALLO, B. B. **Desempenho e metabolismo digestivo de frangos de corte consumindo dietas vegetarianas**. In: Conferência APINCO 2004 de ciência e tecnologia avícola, Santos, 2004

Vila B. and Mascarell J., 1999 **Feed International** June 1999

VORAGEN, A. G. J.; PILNIK, W.; THILBAULT, J. F.; AXELOS, M.A.V.; RENARD, C., Pectins. In: STEVESNS, A. M. (Ed). **FOOD polysaccharides and their applications**. London: WPSA, 634p., 1995

WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W.Q.; LI, D.F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, v.84, p.875-881, 2005.

WHITE, W.B.; BIRD, H.R.; SUNDE, M.L. et al. Viscosity of β -D-glucan as a factor in the enzymatic improvement of barley. **Poultry Science**, v.62, p.853-862, 1983.

WINICK M, NOBLE A. Cellular response in rats during malnutrition at various ages. **Journal of Nutrition** 1966; 89: 300-306.

WISE, A. 1983. Dietary factors determining the biological activities of phytase. **Nut. Abst. Review**, 53:791-806.

WYATT, C. L.; BEDFORD, M. R. Uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicação prática. In: Seminário técnico finnfeeds, 1998. **Anis...**Curitiba: Finnfeeds, p.2-12, 1998

WU, G.; BRYANT, M.M.; VOITTE, R.A.; ROLAND, D.A. Effects of β -mannanase in corn-soy diets on commercial leghorns in second-cycle hens. **Poultry Science**, v.84, p.894-897, 2005.

YOON, I.; WERNER, T.M.; BUTLER, J.M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.727-730, 2007.

YU, B.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, n. 2, p.178-182, 2004.

YU, B. et al. Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance. **Animal Feed Science Technology**, v. 134, n. 3-4, p.283-294, 2007.

YU, MW; ROBINSON, FE. The application of short term feed restriction to broiler chicken production: a review. **Journal Apply Poultry Rewies**. 1:147-153, 1992.

ZANELLA, I. **Efeito da suplementação de enzimas em dietas a base de milho e sojas processadas sobre a digestibilidade e desempenho de frangos de corte**. 1998,

179 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998

ZANELLA, I.; SAKAMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIGUEIREDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybean.

Poultry Science, Champaing, v. 78, p.561-568, 1999

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. **Anais...Pré-Simpósio de Nutrição Animal**, Santa Maria/RS, p. 37-49, 2001

ZHONG, C; NAKAUE, HS; HU, CY; MIROSH, LW. Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity, and fat metabolism in broiler chickens. **Poultry Science**. 74(10):1636-43, 1995.

ZUBAIR, AK; LEESON, S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. **Poultry Science** 73:129–136, 1994.

CAPÍTULO 2: UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Resumo: O presente estudo investigou a adição de um complexo enzimático em dietas de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento de carcaça. Foram utilizados 504 pintainhos Cobb distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 2 sexos – fêmeas e machos, 3 níveis nutricionais – Reduzido, reduzido + complexo enzimático e convencional, totalizando 6 tratamentos com 7 repetições de 12 animais cada de acordo com a descrição a seguir: T1 – Fêmeas níveis nutricionais reduzidos; T2 - Fêmeas níveis nutricionais reduzidos com enzima; T3 – Fêmeas níveis nutricionais convencionais; T4 – Machos níveis nutricionais reduzidos; T5 - Machos níveis nutricionais reduzidos com enzima; T6 – Machos níveis nutricionais convencionais. O consumo de ração, o peso médio, o ganho de peso e a conversão alimentar foram avaliados aos 21 e 42 dias de idade. As dietas com níveis reduzidos apresentaram os níveis das dietas convencionais menos 85 kcal EM/kg, 3% de aminoácidos digestíveis, 0,15 pontos de fósforo disponível e 0,10 pontos de cálcio. Ao final do período experimental, 2 aves por repetição foram eutanaziadas para estudo das características de carcaça (rendimento de carcaça, de peito e pernas). Os resultados revelaram que machos recebendo dietas com níveis nutricionais reduzidos com adição de enzima apresentaram maiores peso médio e ganho de peso aos 21 e 42 dias de idade quando comparados aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Nas fêmeas observou-se o mesmo efeito para aquelas aves recebendo dietas com nível nutricional reduzido e com adição de enzima ($P < 0,05$). No que se refere ao estudo das características de carcaças, nenhuma diferença foi encontrada para rendimento de carcaça, peito e pernas. Machos e fêmeas respondem de maneiras distintas à suplementação de enzimas na dieta.

USE OF ENZYME COMPLEX IN DIET OF BROILER

Abstract: The present study investigated the addition of an enzyme complex (Rovabio Max ®) in broiler diets on performance and carcass yield. Cobb 504 chicks were used distributed in a completely randomized 2x3 factorial: two sexes - males and females, three nutritional levels - Low, low + enzyme complex and conventional, totaling six treatments with seven replicates of 12 animals each according to description below: T1 – Females reduced nutrient levels, T2 - Females nutrient levels reduced enzyme, T3 – Females conventional nutritional levels, T4 - Males reduced nutrient levels, T5 - Males nutrient levels reduced enzyme; T6 - Taps conventional nutritional levels. Feed intake, average weight, weight gain and feed conversion were evaluated at 21 and 42 days old. Diets with low levels had levels of conventional diets least 85 kcal / kg, 3% of digestible amino acids, 0.15% phosphorus and 0.10% calcium. At the end of the experiment, two birds per replicate were slaughtered to study the carcass characteristics (carcass yield, breast and leg). The results showed that males fed diets with reduced nutrient levels with the addition of enzyme had higher average weight and weight gain at 21 and 42 days of age when compared to other treatments ($P < 0.05$). In females observed the same effect for those birds fed with nutritional levels and reduced with the addition of enzyme ($P < 0.05$). With regard to the study of carcass characteristics, no difference was found for carcass, breast and legs. Males and females responded in different ways to enzyme supplementation in the diet.

1. Introdução

A busca por redução nos custos de produção e melhorias nos índices zootécnicos pelos gestores de empreendimentos avícolas vem de encontro aos resultados de pesquisa consolidados no que tange ao uso de enzimas na formulação de rações.

Considera-se o uso de enzimas uma ferramenta extremamente importante nos dias atuais, pois a alimentação representa em média 70% dos custos de produção e sua otimização implicará em redução nos custos por unidade de ganho.

A base da utilização de enzimas na formulação de rações está na otimização do aproveitamento de nutrientes e energia, pela hidrólise de substratos que normalmente não são digeridos ou prejudicam a digestão e absorção dos nutrientes potencialmente aproveitáveis por estes animais.

A fitase foi a primeira enzima utilizada em escala comercial na produção de monogástricos. Esta enzima melhora o aproveitamento do fósforo de origem vegetal (fitato), contribuindo significativamente com a redução nos custos das rações, reduzem a utilização de fosfatos (fontes não-renováveis e de alto custo) e também reduzem a excreção deste elemento no ambiente.

Entre as enzimas comercialmente disponíveis, várias podem proporcionar reduções nos custos das rações, entretanto as carboidrases são as que possibilitam reduções mais significativas. Além do mais, muito tem-se avaliado estas enzimas isoladamente ou mesmo em complexos de carboidrases, mas faltam estudos comprovando a viabilidade de uso de complexos de carboidrase adicionados a fitase, para uma avaliação conjunta. As dietas hoje praticadas são formuladas, em sua maioria, à base de milho e soja, e como já sabido esses ingredientes, principalmente a soja tem frações energéticas, que somente poderão ser aproveitadas pelas aves através do uso de enzimas exógenas. Sendo assim, quanto mais energia o alimento tiver, ao se utilizar enzimas, mais ele será aproveitado, podendo com isso, reduzir seus níveis de inclusão nas dietas (Campestrini et al., 2005). Estudos também demonstram a melhoria da digestibilidade das dietas e do desempenho das aves com a suplementação de fitase NUNES, 2001; RUTHERFURD et al, 2002; SELLE e RAVINDRAN, 2007).

Ainda permanecem desafios para a pesquisa, principalmente no estabelecimento de estratégias para a utilização conjunta de várias enzimas, com conceitos teóricos embasados em resultados experimentais explicações fisiológicas factíveis, visto que o a soma destas enzimas não tem demonstrado um simples efeito aditivo, mas efeitos

diferenciados para determinados aspectos, e além disto o melhoramento genético intenso aumenta ano após ano a capacidade e aproveitamento de nutrientes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do complexo enzimático (Carboidrolase + Fitase) na dieta de frangos de corte no período de 1 a 42 dias.

2. Material e métodos

Este trabalho foi realizado no aviário experimental da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP), em Pirassununga – SP, avaliando a suplementação da dieta de frangos de corte com complexo enzimático de carboidrolase (xilanasas, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase, no período de 1 a 42 dias de idade.

Foram utilizados 504 frangos de corte, machos e fêmeas, de hum dia de idade, da linhagem Cobb os quais no início do experimento foram pesados, selecionados e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, sendo 2 sexos – fêmeas e machos, 3 níveis nutricionais - reduzido, reduzido + complexo enzimático e convencional – totalizando 6 tratamentos com 7 repetições de 12 animais cada de acordo com a descrição a seguir:

T1 – Fêmeas níveis nutricionais reduzidos.

T2 - Fêmeas níveis nutricionais reduzidos + complexo enzimático.

T3 – Fêmeas níveis nutricionais convencionais.

T4 – Machos níveis nutricionais reduzidos.

T5 - Machos níveis nutricionais reduzidos + complexo enzimático.

T6 – Machos níveis nutricionais convencionais.

Foram fornecidas dietas em três períodos (tabela 3, 4 e 5): 1 a 21 dias, 22 a 33 dias e 34 a 42 dias. Os níveis nutricionais encontram-se descritos nas tabelas 1, 2 e 3. As dietas com níveis reduzidos apresentaram os níveis das dietas convencionais menos 85 kcal EM/kg, 3% de aminoácidos digestíveis, 0,15 pontos de fósforo disponível e 0,10 pontos de cálcio.

Tabela 3: Dietas experimentais no período de 1 a 21 dias

	Machos			Fêmeas		
	1	2	3	1	2	3
Milho	56,010	56,010	56,010	56,010	56,010	56,010
Farelo de Soja	35,500	35,500	35,500	35,500	35,500	35,500
Inerte (areia)	3,245	3,240	0,000	3,245	3,240	0,000
Amido	0,000	0,000	2,350	0,000	0,000	2,350
Óleo	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Fosfato bicálcico	0,740	0,740	1,540	0,740	0,740	1,540
Calcário calcítico	1,210	1,210	1,010	1,210	1,210	1,010
Sal	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440
Suplemento vitamínico e mineral	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Metionina	0,290	0,290	0,390	0,290	0,290	0,390
Lisina (78%)	0,270	0,270	0,370	0,270	0,270	0,370
Treonina	0,090	0,090	0,190	0,090	0,090	0,190
Enzima	0,000	0,005	0,000	0,000	0,005	0,000
Total	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais calculados						
EM (kcal/kg)	2915	2915	3000	2915	2915	3000
PB (%)	21,47	21,47	21,47	21,47	21,47	21,47
Ca (%)	0,78	0,78	0,90	0,78	0,78	0,90
Pd (%)	0,25	0,25	0,40	0,25	0,25	0,40
Met +Cis dig, (%)	0,87	0,87	0,94	0,87	0,87	0,94
Lisina dig, (%)	1,22	1,22	1,29	1,22	1,22	1,29
Treonina dig, (%)	0,81	0,81	0,86	0,81	0,81	0,86

*1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

**Suplemento vitamínico e mineral para 1Kg/T: Cobre (min) 8000 mg/kg; Ferro (min) 50 g/kg; Iodo (min) 1200 mg/kg; Manganês (min) 70 g/kg; Selênio (min) 200 mg/kg; Zinco (min) 50 g/kg; Ácido Fólico (min) 1000 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 15 g/kg; Niacina (min) 40 g/kg; Vitamina A (min) 8000000 UI/kg; Vitamina B1 (min) 2400 mg/kg; Vitamina B12 (min) 14000 mcg/kg; Vitamina B2 (min) 6000 mg/kg; Vitamina B6 (min) 4000 mg/kg; Vitamina D3 (min) 2400000 UI/kg; Vitamina E (min) 12000 UI/kg; Vitamina K3 (min) 2000 mg/kg

Tabela 4: Dietas experimentais no período de 22 a 33 dias

	<i>Machos</i>			<i>Fêmeas</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Milho	58,590	58,590	58,595	61,140	61,140	61,140
Farelo de soja	31,680	31,680	31,680	29,860	29,860	29,860
Inerte (areia)	3,105	3,100	0,000	3,105	3,100	0,000
Amido	0,000	0,000	2,350	0,000	0,000	2,350
Óleo	3,670	3,670	3,670	3,210	3,210	3,210
Fosfatobicálcico	0,770	0,770	1,570	0,670	0,670	1,470
Calcário calcítico	1,070	1,070	0,870	1,040	1,040	0,840
Sal	0,430	0,430	0,430	0,400	0,400	0,400
Suplemento vitamínico e mineral	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Metionina	0,200	0,200	0,250	0,150	0,150	0,200
Lisina (78%)	0,170	0,170	0,220	0,120	0,120	0,170
Treonina	0,010	0,010	0,060	0,000	0,000	0,050
Enzima	0,000	0,005	0,000	0,000	0,005	0,000
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Níveis Nutricionais calculados						
<i>EM (kcal/kg)</i>	3065	3065	3150	3065	3065	3150
<i>PB (%)</i>	19,73	19,73	19,73	19,04	19,04	19,04
<i>Ca (%)</i>	0,72	0,72	0,84	0,68	0,68	0,80
<i>Pd (%)</i>	0,25	0,25	0,40	0,23	0,23	0,38
<i>Met + Cis dig. (%)</i>	0,74	0,74	0,79	0,68	0,68	0,73
<i>Lisina dig. (%)</i>	1,05	1,05	1,09	0,97	0,97	1,02
<i>Treonina dig. (%)</i>	0,68	0,68	0,71	0,66	0,66	0,69

*1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 - Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 - Níveis normais sem complexo enzimático

**Suplemento vitamínico e mineral para 1Kg/T: Cobre (min) 8000 mg/kg; Ferro (min) 50 g/kg; Iodo (min) 1200 mg/kg; Manganês (min) 70 g/kg; Selênio (min) 200 mg/kg; Zinco (min) 50 g/kg; Ácido Fólico (min) 1000 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 15 g/kg; Niacina (min) 40 g/kg; Vitamina A (min) 8000000 UI/kg; Vitamina B1 (min) 2400 mg/kg; Vitamina B12 (min) 14000 mcg/kg; Vitamina B2 (min) 6000 mg/kg; Vitamina B6 (min) 4000 mg/kg; Vitamina D3 (min) 2400000 UI/kg; Vitamina E (min) 12000 UI/kg; Vitamina K3 (min) 2000 mg/kg

Tabela 5: Dietas experimentais no período de 34 a 42 dias

	Machos			Fêmeas		
	1	2	3	1	2	3
Milho	62,896	62,896	62,896	64,580	64,580	64,580
Farelo de Soja	27,600	27,600	27,600	26,566	26,566	26,566
Inerte (areia)	3,105	3,100	0,005	3,105	3,100	0,000
Amido	0,000	0,000	2,350	0,000	0,000	2,350
Óleo	3,601	3,601	3,601	3,321	3,321	3,210
Fosfato bicálcico	0,618	0,618	1,418	0,524	0,524	1,324
Calcário calcítico	1,028	1,028	0,828	0,992	0,992	0,792
Sal	0,404	0,404	0,404	0,380	0,380	0,380
Suplemento vitamínico e mineral	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Metionina	0,195	0,195	0,245	0,121	0,121	0,171
Lisina (78%)	0,225	0,225	0,275	0,111	0,111	0,161
Treonina	0,028	0,028	0,078	0,000	0,000	0,050
Enzima	0,000	0,005	0,000	0,000	0,005	0,000
Total	100	100	100	100	100	100
Níveis Nutricionais calculados						
EM (kcal/kg)	3115	3115	3200	3115	3115	3200
PB (%)	18,31	18,31	18,31	17,81	17,81	17,81
Ca (%)	0,66	0,66	0,78	0,62	0,62	0,74
Pd (%)	0,22	0,22	0,37	0,20	0,20	0,35
Met +Cis dig. (%)	0,71	0,71	0,76	0,63	0,63	0,68
Lisina dig. (%)	1,00	1,00	1,05	0,90	0,90	0,94
Treonina dig. (%)	0,65	0,65	0,68	0,58	0,58	0,61

*1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

**Suplemento vitamínico e mineral para 1Kg/T: Cobre (min) 8000 mg/kg; Ferro (min) 50 g/kg; Iodo (min) 1200 mg/kg; Manganês (min) 70 g/kg; Selênio (min) 200 mg/kg; Zinco (min) 50 g/kg; Ácido Fólico (min) 1000 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 15 g/kg; Niacina (min) 40 g/kg; Vitamina A (min) 8000000 UI/kg; Vitamina B1 (min) 2400 mg/kg; Vitamina B12 (min) 14000 mcg/kg; Vitamina B2 (min) 6000 mg/kg; Vitamina B6 (min) 4000 mg/kg; Vitamina D3 (min) 2400000 UI/kg; Vitamina E (min) 12000 UI/kg; Vitamina K3 (min) 2000 mg/kg

As aves receberam água e alimentação *ad libitum*. Utilizou-se um galpão com 45 x 10 m, cumeira com orientação leste-oeste, pé-direito de 2,5m coberto com telhas de fibrocimento, contendo boxes de 1,00 x 1,20 m cada. Os boxes tiveram a maravalha como cama e foram equipados com comedouros tubulares e bebedouros tipo nipple.

O controle do aquecimento foi feito através de um sistema automático a gás que era acionado de acordo com a necessidade de temperatura dos animais. O programa de luz adotado foi o de 24 horas de iluminação em todas as fases de criação sendo que o galpão era completamente fechado. As aves foram vacinadas contra Newcastle e Gumboro no incubatório.

Foram avaliadas características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) os quais foram avaliados aos 21 e 42 dias. Além disso, aos 42

dias duas aves por repetição foram eutanaziadas para avaliação do rendimento de carcaça, rendimento de peito e de pernas.

As análises estatísticas dos dados de desempenho e rendimento de carcaça foram realizadas pelo método da análise de variância com o auxílio do procedimento GLM (General Linear Model) do SAS (2002) e em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

3. Resultado e discussão

No período de 1 a 21 dias (Tabela 6), os frangos de corte machos alimentados com as dietas com a suplementação do complexo enzimático e com os níveis convencionais apresentaram maior peso médio e ganho de peso ($P < 0,05$). No entanto o consumo não foi afetado significativamente e a conversão alimentar foi inferior para fêmeas alimentadas com dietas formuladas com níveis reduzidos ($P < 0,05$). Estes resultados sugerem que a suplementação de fitase e carboidrases na dieta de frangos de corte pode minimizar os efeitos anti-nutricionais que estão associados aos produtos de origem vegetal.

Alimentos de origem vegetal são os principais constituintes de rações para aves, por possuírem menor preço quando comparado aos produtos de origem animal. No entanto, cerca de dois terços do fósforo presente nos vegetais é pouco digerido pelas aves, porque está ligado ao ácido fítico (BEDFORD, 2000).

Estudos demonstraram que a digestibilidade do fósforo ligado ao ácido fítico em frangos de corte pode chegar a 10% (RUTHERFUR et al. 2004). Além disso, o fósforo que não é absorvido é excretado via fezes elevando a poluição ambiental (TOTH et al 2006). O ácido fítico também pode reduzir a digestibilidade de outros minerais, pois em seu estado natural nas plantas, é complexado com minerais dentro de moléculas de proteína (OCKENDEN et al. 2004; JOYCE et al. 2005; LIN et al. 2005). Fitases são enzimas que catalisam passo a passo da clivagem grupos fosfato do PNA's (SELLE e RAVINDRAN 2007).

Os alimentos de origem vegetal também contêm polissacarídeos não amiláceos em sua parede celular que não são digeríveis e reduzem a utilização dos nutrientes pelas aves (BEDFORD e SCHUZLE 1998; KIM et al. 2005). Segundo Cantor (1995) o farelo de soja apresenta 20% de polissacarídeos não amiláceos, com

digestibilidade praticamente nula. Portanto, os inibidores de proteases e as lectinas são os fatores antinutricionais da soja e do farelo mais comumente destacados na literatura. Segundo Jorge Neto (1992), os inibidores de proteases são compostos protéicos que se complexam com a tripsina e quimotripsina prejudicando todo o processo de digestão de proteínas já desdobradas pela pepsina. As lectinas são glicoproteínas que possuem capacidade de se aglutinarem com os eritrócitos e na sua presença, as células do epitélio intestinal, tendem a se unir prejudicando a absorção dos nutrientes.

De acordo com Trugo et. al. (1995), as fibras dietéticas dos grãos de leguminosas podem incluir alfa galactosídeos, amido resistente, polifenóis e proteínas ligadas à parede celular. O farelo de soja apresenta alta quantidade de alfa galactosídeos (rafinose e estaquiose) e galactamananos (PNAs) que são eliminados em seu processo prejudicando o aproveitamento desse alimento pelos não ruminantes.

Segundo Cousins (1999), os polissacarídeos não amídicos possuem elevada capacidade de se ligarem às grandes quantidades de água resultando num aumento da viscosidade do conteúdo intestinal. Esta elevação da viscosidade pode causar problemas no intestino delgado devido a nutrientes como gordura, amido ou proteína se tornam menos acessíveis e disponíveis a enzimas endógenas. O resultado disto é uma menor digestibilidade destes nutrientes.

Segundo a empresa NUVITAL (2000), o termo polissacarídeo não amiláceo é usado frequentemente para se referir às fibras. Os PNA's são encontrados principalmente como componentes estruturais das paredes dos cereais. Estes são importantes para a integridade estrutural da planta e suas as ligações com outros componentes provavelmente determinam a atividade nutricional e digestibilidade do alimento. De acordo com Pereira (2008), os PNA's são polissacarídeos de elevado peso molecular, composto por pentoses (arabinose e xilose), hexoses (glicose, galactose e manose), 6-desoxihexoses (ramnose e fucose) e ácidos úricos (ácido glicorônico e ácido galacturônico). Os animais monogástricos não possuem capacidade endógena de digerir as fibras. A utilização de enzimas exógenas se torna importante, pois estas hidrolisam os polissacarídeos não amiláceos que poderão ser utilizados pelos animais, aumentando a utilização de energia e reduzindo o impacto negativo destes resíduos sobre a viscosidade da digesta.

Assim, os animais não retêm todos os nutrientes contidos nas matérias primas, devido à própria disponibilidade deste no alimento e a capacidade digestiva do animal. Portanto, menor digestibilidade é, a princípio, devido a uma falta de enzimas endógenas

para extrair os nutrientes dos alimentos. Como os monogástricos não possuem enzimas para digerir muita das frações dos polissacarídeos não amiláceos, a suplementação com enzimas pode melhorar a ação das enzimas endógenas, melhorando o seu valor nutricional e o desempenho das aves

Desta maneira, a fitase e carboidrases podem atuar sinergicamente para melhorar a utilização de nutrientes, pois o ácido fítico está localizado dentro das células (PRATTLEY e STANLEY, 1982) enquanto que o polissacarídeo não amiláceo está na presente nas paredes dos alimentos, assim a presença do polissacarídeo não amiláceo nos alimentos vegetais podem limitar a acessibilidade da fitase ao ácido fítico, levando à reduzida degradação do mesmo (KIM et al. 2005).

Tabela 6: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte no período de 1 a 21 dias

Tratamento	Peso Médio, g	Ganho de Peso, g	Consumo, g	Conversão, g/g
F1	858 ^c	812 ^c	1.302	1,61 ^b
F2	924 ^b	880 ^b	1.273	1,45 ^a
F3	922 ^b	877 ^b	1.289	1,47 ^a
M1	912 ^b	868 ^b	1.302	1,50 ^a
M2	968 ^a	925 ^a	1.305	1,41 ^a
M3	924 ^b	880 ^b	1.258	1,43 ^a
P	0,001	0,001	0,842	0,012

F – Fêmeas; M – Machos; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

Dentro de cada sexo, na realização de contraste, a redução da dieta com a suplementação de complexo enzimático resultou, para frangos de corte fêmeas (Tabela 6), estatisticamente em mesmo peso médio, ganho de peso e conversão alimentar que o fornecimento da dieta com nível convencional ($P < 0,05$), não ocorrendo alterações no consumo. Entretanto, para frangos de corte machos (Tabela 7) a suplementação de complexo enzimático resultou em melhor peso médio e ganho de peso quando comparado aos demais tratamentos, não ocorrendo diferenças para consumo e conversão alimentar ($P > 0,05$). Na fase de 1 a 21 dias, a adição do complexo enzimático para fêmeas, nas dietas com níveis nutricionais reduzido, resultou em ganho de peso semelhante ao das aves que receberam dietas com níveis nutricionais adequados. Este efeito pode ter sido decorrente de um melhor aproveitamento dos nutrientes, uma vez que as xilanases promovem despolimerização de arabinoxilanas em componentes de menor peso molecular (OLUKOSI et al., 2007), facilitando o acesso de

enzimas endógenas e exógenas (amilase e protease) aos nutrientes encapsulados, aumentando a disponibilidade dos nutrientes (YU CHUNG, 2004; NAGASHIRO, 2007).

Carvalho (2006), utilizando complexos enzimáticos para frangos de corte (macho e fêmea), observou que na fase de 1 a 21 dias, a adição de enzimas resultou em melhora do ganho de peso e conversão alimentar. Segundo este autor a inclusão de β -glucanase e amilase e amilase, β -glucanase e xilanase demonstraram melhor ganho de peso para macho e para fêmeas a inclusão não influenciou as variáveis analisadas, sendo sempre inferiores aos índices dos machos.

Tabela 7: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte fêmeas no período de 1 a 21 dias

Tratamento	Peso Médio, g	Ganho de Peso, g	Consumo, g	Conversão, g/g
F1	858 ^b	812 ^b	1.302	1,61 ^b
F2	924 ^a	880 ^a	1.273	1,45 ^a
F3	922 ^a	877 ^a	1.289	1,47 ^a
P	0,003	0,003	0,828	0,043

F – Fêmeas; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

Tabela 8: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias

Tratamento	Peso Médio, g	Ganho de Peso, g	Consumo, g	Conversão, g/g
M1	912 ^b	868 ^b	1.302	1,50
M2	968 ^a	925 ^a	1.305	1,41
M3	924 ^b	880 ^b	1.258	1,43
P	0,039	0,038	0,357	0,119

M – Machos; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

YU CHUNG (2004) encontraram desempenhos semelhantes entre aves alimentadas com dietas controle positivo e controle negativo com redução de 100kcal, sem efeito significativo da adição dos complexos enzimáticos.

No período total de criação (1 a 42 dias) podemos observar (Tabela 9) que frangos de corte machos alimentados com uma dieta reduzida em nutrientes e com a suplementação de complexo enzimático apresentaram os melhores índices de desempenho representados pelo seu peso médio e ganho de peso total ($P < 0,05$). Segundo Pereira (2008), o aumento de PNAs solúveis aumentou a viscosidade da

digesta e reduziu a energia metabolizável (EM) da dieta, resultando em queda de ganho de peso e pior conversão alimentar. A suplementação enzimática reverteu os efeitos adversos, aumentando a EM e melhorando o desempenho dos animais. Os autores concluíram que, na presença de grandes quantidades de PNAs na ração, há um aumento da fermentação no intestino delgado das aves, prejudicando o desempenho e o bem estar destes animais.

Por outro lado Fischer et. al. (2002) estudando o efeito da inclusão de um composto multienzimático à base de proteases, amilases e celulasas, na dieta de frangas de corte, da linhagem comercial Ross em rações à base de milho e farelo de soja, não encontraram ganhos no desempenho de frangos de corte.

Tabela 9: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte no período de 1 a 42 dias

Tratamento	Peso Médio, g	Ganho de Peso, g	Consumo, g	Conversão, g/g
F1	2.580 ^d	2.534 ^d	4.840	1,91 ^b
F2	2.774 ^c	2.730 ^c	4.505	1,65 ^a
F3	2.773 ^c	2.728 ^c	4.556	1,67 ^a
M1	2.924 ^b	2.880 ^b	4.810	1,67 ^a
M2	3.095 ^a	3.052 ^a	4.639	1,52 ^a
M3	2.964 ^b	2.920 ^b	4.468	1,53 ^a
P	0,023	0,034	0,617	0,002

F – Fêmeas; M – Machos; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

É conhecido que o desempenho dos animais depende do atendimento das exigências nutricionais, sendo assim, à medida que a deficiência nutricional aumenta a ave não consegue aproveitar adequadamente a dieta. Isso ficou claro neste estudo no qual em análise de contraste (Tabela 10) as aves fêmeas apresentaram o mesmo perfil demonstrando no período de 1 a 21 dias, sendo que as aves alimentadas com a redução dos níveis nutricionais apresentaram pior desempenho ($P < 0,05$).

Tabela 10: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte fêmeas no período de 1 a 42 dias

Tratamento	Peso Médio, g	Ganho de Peso, g	Consumo, g	Conversão, g/g
F1	2.580 ^b	2.534 ^b	4.840 ^b	1,91 ^b
F2	2.774 ^a	2.730 ^a	4.505 ^a	1,65 ^a
F3	2.773 ^a	2.728 ^a	4.556 ^a	1,67 ^a
P	0,028	0,039	0,041	0,005

F – Fêmeas; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

Com relação aos machos (Tabela 11), embora a suplementação de complexo enzimático não tenha promovido diferenças em relação ao tratamento convencional para consumo de ração e conversão alimentar, as aves pertencentes a este grupo apresentaram peso ao abate e ganho de peso aproximadamente 4,5% e 5,9% superior aos tratamentos convencional e com redução dos níveis sem a suplementação de complexo enzimático, respectivamente ($P < 0,05$).

Tabela 11: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 42 dias

Tratamento	Peso Médio, g	Ganho de Peso, g	Consumo, g	Conversão, g/g
M1	2.924 ^b	2.880 ^b	4.810 ^b	1,67 ^b
M2	3.095 ^a	3.052 ^a	4.639 ^{ab}	1,52 ^a
M3	2.964 ^b	2.920 ^b	4.468 ^a	1,53 ^a
P	0,021	0,033	0,037	0,007

M – Machos; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

Não foram observados efeitos para as características de carcaça (Tabela 12) quando avaliados o rendimento de carcaça, peito e pernas ($P > 0,05$). Estes resultados estão de acordo com Zanella (1998), que utilizou suplementação enzimática em dietas à base de milho e soja e não verificou influencia do tratamento sobre o rendimento de carcaça.

Tabela 12: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 42 dias

Tratamento	Carcaça, %	Peito, %	Pernas, %
F1	70,49	29,32	32,60
F2	72,98	30,32	32,98
F3	72,65	29,41	33,42
M1	72,26	30,74	33,76
M2	75,78	31,31	33,63
M3	72,99	30,84	33,63
P	0,109	0,732	0,804

F – Fêmeas; M – Machos; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

Entretanto, em análise de contraste (Tabela 13), a suplementação de complexo enzimático resultou em maior rendimento de carcaça quando comparado aos demais

tratamentos ($P < 0,05$). O mesmo efeito não foi observado para características de carcaça e para as aves fêmeas.

Tabela 13: Avaliação do uso de complexo enzimático (xilanasas, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase na dieta de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias

Tratamento	Carcaça, %
M1	72,26 ^b
M2	75,78 ^a
M3	72,99 ^b
P	0,050

M – Machos; 1- Níveis reduzidos sem complexo enzimático; 2 – Níveis reduzidos com complexo enzimático; 3 – Níveis normais sem complexo enzimático

A suplementação com enzimas melhoram a eficiência de produção das aves, pois aumentam a digestão de produtos de baixa qualidade e reduzem a perda de nutrientes nas fezes e de acordo com Zanella et. al. (1999) causa uma redução na síntese de enzimas endógenas, e em conseqüência, o organismo tem mais aminoácidos disponíveis para a síntese de proteína. Desta maneira é possível reduzir os níveis nutricionais da dieta com possíveis vantagens econômicas (TORRES et. al., 2003).

Em geral, a adição de enzimas exógenas, pode realizar a quebra das paredes celulares, reduzir a viscosidade da dieta, degradar proteínas e os fatores antinutricionais, aumentar a digestibilidade total da ração, potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada principalmente pelo fósforo e nitrogênio excretados nas fezes, proporcionando desta maneira um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais. (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

4. Conclusão

Os resultados demonstraram que o uso de complexo enzimático é uma ferramenta nutricional muito importante para a nutrição de frangos de corte pois melhora os seus parâmetros produtivos, principalmente nos frangos macho alimentados com níveis nutricionais reduzidos + complexo enzimático.

5. Referências bibliográficas

BEDFORD, M. R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v.11, p.91-114, 1998.

BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition their current value and future benefits. **Animal Feed Science Technological**, v.86, p.1-13, 2000.

CAMPESTRINI E., SILVA V.T.M.; APPLLET, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime** 2(6): p. 254-267, 2005.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidade para o uso na Brasil. In: Ronda Latinoamericana de biotecnologia, 5, Curitiba, **Anais ...**p.31-42, 1995

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

COUSINS, B. **Enzimas na nutrição de aves**, I Simpósio Internacional ACAV – EMBRAPA sobre nutrição de aves, 1999, Concórdia, SC.

FISCHER, G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V. L. Desempenho de Frangos de Corte Alimentados com Dietas à Base de Milho e Farelo de Soja, com ou sem Adição de Enzimas. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 31, p.402-410, 2002.

JOYCE, C., DENEAU, A., PETERSON, K., OCKENDEN, I., RABOY, V.; LOTT, J. N. A. The concentrations and distributions of phytic acid phosphorus and other mineral nutrients in wild- type and low phytic acid Js12-LPA wheat (*Triticum aestivum*) grain parts. **Can. J. Bot.** 83: p. 1599-1607, 2005.

JORGE NETO. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura industrial**, Porto Feliz, v. 82, n. 988, p. 4-15, 1992.

KIM, J. C., SIMMINS, P. H., MULLAN, B. P.; PLUSKE, J. R. The digestible energy value of wheat for pigs, with special reference to the post-weaned animal. **Animal Feed Science Technological** 122: p.257-287, 2005.

LIN, L., OCKEDEN, I.; LOTT, J. N. A. The concentrations and distributions of phytic acid phosphorus and other mineral nutrients in wild-type and low phytic acid 1-1 (lpa1-1) corn (*Zea mays* L.) grain parts. **Can. J. Bot.** 83: p.131-141, 2005.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2007, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2007. p. 307-327.

NUNES, R. V., BUTERI C.B., NUNES C.G.V. et al. Fatores Antinutricionais dos Ingredientes Destinados à Alimentação Animal. In: **Anais** do Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal. Campinas, CBNA, p.235-272, 2001.

OCKNDEN, I., DORSCH, J. A., REID, M. M., Lin, L., GRANT, L. K., RABOY, V.; LOTT, J. N. A. 2004. Characterization of the storage of phosphorus, inositol phosphate and cations in grain tissues of four barley (*Hordeum vulgare* L.) low phytic acid genotypes. **Plant Science** 167: 1131-1142, 2004.

PEREIRA, P. W. Z., **Avaliação de complexo enzimático e betaína natural nas rações de frango de corte criados em aviário comercial**, Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008

PRATTLEY, C. A.; STANLEY, D. W. 1982. Protein-phytate interactions in soybeans. I Localisation of phytate in protein bodies and globoids. **Journal Food Biochem.** 6: 243-253.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, n. 1, p. 77-86, 2007.

REVISTA ALIMENTAÇÃO ANIMAL – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – SINDIRAÇÕES, Nº 19 - Jul/Set/2000 – Adaptado pelo Departamento Técnico Nuvital

RUTHERFUR, S.M., CHUNG, T.K.; MOUGHAN P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. **British Poultry Science.** 44:598-606, 2002.

RUTHERFUR, S.M., CHUNG, T.K.; MOREL, P. C.; MOUGHAN, P. J. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytate phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science.** 83:61-68, 2004

SELLE P.H. E RAVIDRAN V, 2007. Microbial phytase in poultry nutrition: Review. **An. Feed Sci. Technol.** 62: 127-139.

TOTH, J. D., DOU, Z., FERGUSON, J. D., GALLIGAN, D. T.; RAMBERG, C. F. 2006. Nitrogen- vs. phosphorus-based dairy manure applications to field crops: nitrate

and phosphorus leaching and soil phosphorus accumulation. **Journal Environ. Qual.** 35: 2302-2312.

TORRES, D. M.; COTTA, J. B.; TEIXEIRA, A. S.; MUNIZ, J. A.; FONSECA, R. A.; SANTOS, E. C.; ALVES, E. L. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte, **Ciências agrotec.**, V.27, p.199-205, 2003

TRUGO, L.C., FARAH, A.; CABRAL, L. Oligosaccharide distribution in Brazilian soya bean cultivars. *Food Chemistry*. v.52, p.385–387, 1995.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC,. USA, 2002.

YU, B.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, n. 2, p.178–182, 2004.

ZANELLA, I. **Suplementação enzimática em dietas à base de milho e soja processadas sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de frangos de corte.** 1998. 179 f. Tese (Doutorado em zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR COM O USO DE UM COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA FRANGOS DE CORTE

Resumo: O presente estudo investigou a adição de um complexo enzimático em dietas de frangos de corte submetidas ou não à restrição alimentar, sobre o seu desempenho e rendimento de carcaça. Foram utilizados 1.080 frangos de corte, machos, de um dia de idade, Cobb 500, os quais receberam mesma dieta até o sétimo dia de criação. No início do experimento as aves foram pesadas, selecionadas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado sendo três níveis nutricionais – convencional, reduzido e reduzido + complexo enzimático e três níveis de restrição – 0%, 2% e 4% – totalizando 9 tratamentos com 10 repetições de 12 animais (T1 – Níveis convencionais e 0% de restrição; T2 - Níveis convencionais e 2% de restrição; T3 – Níveis convencionais e 4% de restrição; T4 – Níveis reduzidos e 0% de restrição; T5 - Níveis reduzidos e 2% de restrição; T6 – Níveis reduzidos e 4% de restrição; T7 – Níveis reduzidos + Rovabio Max®, e 0% de restrição; T8 - Níveis reduzidos + complexo enzimático, e 2% de restrição; T9 – Níveis reduzidos + complexo enzimático e 4% de restrição). O consumo de ração, o peso médio, o ganho de peso e a conversão alimentar foram avaliados aos 21 e 42 dias de idade. Nas dietas com níveis reduzidos houve uma redução de 85 kcal EM/kg, 3,5% de aminoácidos digestíveis, 0,15 pontos de fósforo disponível e 0,12 pontos de cálcio. Ao final do período experimental, duas aves por repetição foram abatidas para estudo das características de carcaça (rendimento de carcaça, de peito e de pernas). Os resultados encontrados revelaram um efeito significativo sobre o desempenho das aves com a redução do ganho de peso dos animais e conversão alimentar. Estes efeitos foram mais pronunciados em todo o período experimental, quando foi observado que as aves alimentadas com as dietas contendo complexo enzimático mesmo sob o efeito da restrição quantitativa de alimento apresentou melhor conversão alimentar. Não foram observados efeitos sobre a mortalidade e incidência de transtornos metabólicos. O rendimento de carcaça, de pernas e percentagem de gordura abdominal não sofreu influência, porém, ocorreu um aumento no rendimento de peito para aves alimentadas com o complexo enzimático na dieta. Desta maneira, constatou-se que a utilização do complexo enzimático proporcionou melhor desempenho dos animais resultando em melhor desempenho e rendimento de peito das aves, independente do nível de restrição empregado.

EVALUATION OF FOOD RESTRICTION WITH THE USE OF AN ENZYME COMPLEX FOR BROILER

Abstract: The present study investigated the addition of an enzyme complex in diets of broilers submitted to feed restriction or not, on their performance and carcass yield. We used 1080 broilers, males, one-day-old Cobb 500, which received the same diet until the seventh day of creation. At the beginning of the experiment the birds were weighed, selected and distributed in a completely randomized design in factorial three x three, with three levels of nutrition - conventional, reduced and reduced + enzyme complex and three levels of restriction - 0%, 2% and 4% - a total of nine treatments with 10 replicates of 12 animals (T1 - conventional levels of restriction and 0%, T2 - conventional levels of restriction and 2%, T3 - conventional levels and 4% restriction, T4 - Reduced levels and 0% restriction; T5 - Reduced levels of restriction and 2%, T6 - Low levels of restriction and 4%, T7 - Reduced levels Rovabio + Max ®, and 0% restriction, T8 - Low levels + enzyme complex, and 2% restriction ; T9 - Decreased enzyme complex and + 4% restriction). Feed intake, average weight, weight gain and feed conversion were evaluated at 21 and 42 days old. In diets with reduced levels decreased by 85 kcal / kg, 3.5% of digestible amino acids, phosphorus 0.15 points and 0.12 points of calcium. At the end of the experiment, two birds per replicate were slaughtered to study the carcass characteristics (carcass yield, breast and legs). The results showed a significant effect on broiler performance with reduced weight gain and feed the animals. These effects were more pronounced throughout the experimental period, when it was observed that birds fed diets containing enzyme complex even under the effect of the quantitative restriction of food showed better feed conversion. No effects on mortality and incidence of metabolic disorders. The carcass, leg and abdominal fat percentage was not affected, however, there was an increase in breast yield for birds fed the enzyme complex in the diet. Thus, it was found that the use of the enzyme complex better performance of the animal resulting in improved performance and performance of chest of the birds, irrespective of the level of restriction employed.

1. Introdução

A taxa de crescimento de frangos de corte tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Este aumento na taxa de crescimento está relacionado ao melhoramento genético dos animais o qual é suportado pela melhoria da qualidade nutricional das dietas. No entanto, tem sido observado um aumento da susceptibilidade das aves às desordens metabólicas (DEEB et al., 2002; JULIAN, 2005). Desta maneira, necessário se faz lançar mão de alternativas que minimizem estas desordens. Neste contexto, ressalta-se que a redução na taxa de crescimento das aves (BAGBANZADEH e DECUYPERE, 2008) que pode ser obtida através da prática de restrição alimentar. Além disto, a restrição alimentar pode promover a melhoria na conversão alimentar, a redução na mortalidade, à melhoria na qualidade da carcaça e a diminuição dos custos com a alimentação.

A restrição alimentar pode ser feita de forma qualitativa (com a diminuição dos níveis nutricionais da dieta) ou quantitativa (com a redução na quantidade de ração fornecida), porém se esta prática não for realizada de maneira planejada, pode ocasionar prejuízos para o desempenho dos animais. Outro fator a ser considerado é o período ideal para realizar a restrição alimentar. Deve-se evitar a restrição alimentar durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias), quando as aves estão em um período de adaptação ao ambiente de criação e apresentam uma alta demanda nutricional, o que pode comprometer seu desenvolvimento futuro.

Além disto, a utilização de enzimas associada à restrição alimentar pode ser uma importante ferramenta dentro de um programa de alimentação, já que estes aditivos melhoram a disponibilidade de nutrientes para as aves. Este fator pode ser decisivo em situações nas quais ocorrem uma privação do alimento e as aves necessitam de um suprimento adequados de nutrientes os quais garantam o seu desenvolvimento.

Baseado nestas considerações, O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas formuladas contendo um complexo multienzimático, no período de 8 a 42 dias de idade.

2. Materiais e Métodos

Este trabalho foi realizado no aviário experimental da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga – SP, avaliando-se a restrição alimentar em frangos de corte suplementados com um complexo enzimático de carbohidrolase (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase – complexo enzimático, no período de 8 a 42 dias de idade.

Foram utilizados 1.080 frangos de corte, machos, de um dia de idade, Cobb 500, os quais receberam a mesma dieta até o sétimo dia de criação. No início do experimento, as aves foram pesadas, selecionadas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado sendo três níveis nutricionais – convencional, reduzido e reduzido + complexo enzimático e três níveis de restrição – 0%, 2% e 4% – totalizando nove tratamentos com 10 repetições de 12 animais cada de acordo com a descrição a seguir:

T1 – Níveis convencionais e 0% de restrição

T2 - Níveis convencionais e 2% de restrição

T3 – Níveis convencionais e 4% de restrição

T4 – Níveis reduzidos e 0% de restrição

T5 - Níveis reduzidos e 2% de restrição

T6 – Níveis reduzidos e 4% de restrição

T7 – Níveis reduzidos + complexo enzimático, e 0% de restrição

T8 - Níveis reduzidos + complexo enzimático, e 2% de restrição

T9 – Níveis reduzidos complexo enzimático, e 4% de restrição

Foram fornecidas dietas em três períodos: 8 a 21 dias, 22 a 33 dias e 34 a 42 dias. Os níveis nutricionais encontram-se descritos na Tabela 14. As dietas foram pesadas diariamente para cada repetição, seguindo as recomendações de consumo do manual de manejo da linhagem utilizada, de acordo com o número de aves existentes, sendo que as eventuais sobras foram pesadas no dia seguinte, antes do próximo fornecimento.

As aves foram submetidas à uma restrição quantitativa e a uma restrição qualitativa. A restrição quantitativa foi definida através do fornecimento do consumo diário preconizado pelo manual de linhagem (0% de restrição), reduzindo-se em 2% e 4% da quantidade total fornecida. A quantidade de ração fornecida foi calculada em função do consumo diário de cada ave presente na repetição e, quando houve

mortalidade, ocorreu uma correção na quantidade fornecida. A restrição qualitativa foi definida pela redução de 85 kcal EM/kg, 0.12 pontos do nível de cálcio, 0.15 pontos do nível de fósforo disponível e 3,5% no nível de aminoácidos, o que representou a dieta com níveis reduzidos com e sem a utilização do complexo enzimático.

Utilizou-se um galpão climatizado com 45 x 10 m, cumeeira com orientação leste-oeste, pé-direito de 2,5m coberto com telhas de fibrocimento, contendo boxes de 1,00 x 1,20 m cada. Os boxes tiveram a maravalha como cama e foram equipados com comedouros tubulares e bebedouros tipo nipple.

O controle do aquecimento foi feito através de um sistema automático a gás que era acionado de acordo com a necessidade de temperatura dos animais. O programa de luz adotado foi o recomendado pelo manual da linhagem. As aves foram vacinadas contra newcastle e gumboro no incubatório.

Foram avaliadas as características de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) aos 21 e 42 dias. As aves foram pesadas no sétimo dia, no 21^o dia e no final do experimento, aos 42 dias. Além disso, aos 42 dias duas aves por repetição foram abatidas para avaliação de características de carcaça: rendimento de carcaça, rendimento de peito e de pernas.

As análises estatísticas dos dados de desempenho e rendimento de carcaça foram realizadas pelo método da análise de variância com o auxílio do procedimento GLM do SAS (2002) e em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 14: Níveis nutricionais das dietas experimentais

	8 a 21 dias		22 a 33 dias		34 a 42 dias	
	Nível	Nível	Nível	Nível	Nível	Nível
	Convencional	Reduzido	Convencional	Reduzido	Convencional	Reduzido
Milho	56,31	56,31	58,59	58,59	62,896	62,896
Farelo de Soja	34,77	34,77	31,68	31,68	27,600	27,600
Inerte (Areia)	0,00	3,11	0,005	3,105	0,005	3,105
Amido	2,38	0,00	2,35	0,00	2,350	0,000
Óleo	2,49	2,49	3,67	3,67	3,601	3,601
Fosfato bicalcico	1,83	1,03	1,57	0,77	1,418	0,618
Calcário calcítico	0,83	1,03	0,87	1,07	0,828	1,028
Sal	0,48	0,48	0,43	0,43	0,404	0,404
Suplemento vitamínico e mineral	0,30	0,30	0,30	0,30	0,300	0,300
Metionina	0,28	0,25	0,25	0,20	0,245	0,195
Lisina (78%)	0,25	0,20	0,22	0,17	0,275	0,225
Treonina	0,08	0,05	0,06	0,01	0,078	0,028
Enzima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis Nutricionais calculados						
EM, kcal/kg	3050	2965	3150	3065	3250	3165
PB, %	21,14	21,14	19,73	19,73	19,02	19,02
Ca, %	0,90	0,78	0,84	0,72	0,78	0,66
Pd, %	0,45	0,30	0,40	0,25	0,35	0,20
Lis, %	1,19	1,15	1,09	1,05	0,99	0,95
Met + Cis, %	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70
Met, %	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,47
Na, %	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20

**Suplemento vitamínico e mineral para 1Kg/T: Cobre (min) 8000 mg/kg; Ferro (min) 50 g/kg; Iodo (min) 1200 mg/kg; Manganês (min) 70 g/kg; Selênio (min) 200 mg/kg; Zinco (min) 50 g/kg; Ácido Fólico (min) 1000 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 15 g/kg; Niacina (min) 40 g/kg; Vitamina A (min) 8000000 UI/kg; Vitamina B1 (min) 2400 mg/kg; Vitamina B12 (min) 14000 mcg/kg; Vitamina B2 (min) 6000 mg/kg; Vitamina B6 (min) 4000 mg/kg; Vitamina D3 (min) 2400000 UI/kg; Vitamina E (min) 12000 UI/kg; Vitamina K3 (min) 2000 mg/kg

3. Resultado e Discussão

No que se refere a restrição alimentar, a melhor fase para a aplicação deste procedimento é entre a segunda e a terceira semanas de idade das aves (ROSA et al., 2000). Durante a primeira semana os animais são mais frágeis ao estresse do jejum, podendo acarretar aumento na deposição lipídica na carcaça (ZHAN et al., 2007), além de alterações nas células satélites (VELLEMAN e MOZDZIAK, 2005), diminuição da resistência imunológica (JUUL-MADSEN et al., 2004), e a alterações na altura das vilosidades intestinais (NOY et al., 2001). Aves alimentadas imediatamente após a eclosão apresentam uma melhor absorção da gema residual presente no saco vitelínico e dos nutrientes exógenos, exibindo maior desenvolvimento do intestino delgado (PENZ JUNIOR, 2010). Desta maneira, no presente experimento iniciou-se a restrição alimentar a partir da segunda semana de vida das aves.

Segundo Rosa et al. (2000) a restrição após 21 dias de idade, poderá limitar o tempo necessário para que estes animais apresentem ganho compensatório, recuperando o peso perdido durante a restrição. Por outro lado, Pan et al. (2005) observaram que frangos recebendo alimento durante 8 horas por dia de 7 a 21 dias, não recuperaram o peso aos 49 dias de idade, enquanto que animais com o mesmo regime de alimentação, mas dos 7 aos 14 dias de idade, tiveram tempo suficiente para atingir o mesmo peso de abate das aves alimentadas à vontade.

As enzimas são adicionadas a dieta com o objetivo de otimizar o aproveitamento de nutrientes e energia através da hidrólise de substratos que normalmente não são digeridos ou prejudicam a digestão e absorção dos nutrientes potencialmente aproveitáveis por estes animais. Estes compostos aumentam a viscosidade intestinal, adsorvem água e formam géis o que impede ação de enzimas endógenas e conseqüentemente pode afetar negativamente a digestão dos nutrientes. Após a ação enzimática, alguns destes PNA's podem ser convertidos em produtos aproveitados pelo organismo ou podem perder capacidade de aumentar a viscosidade (BRITO, 2010). De acordo com Olukosi et al, (2007) na utilização de enzimas, pode-se observar melhorias no desempenho, digestibilidade dos nutrientes, morfometria intestinal, saúde e imunidade das aves. Desta maneira, o presente trabalho seguiu-se até os 42 dias a fim de demonstrar a eficácia das enzimas.

Observando-se os efeitos da utilização de um complexo enzimático associado a restrição alimentar, constatou-se no período de 8 a 21 dias (Tabela 15) uma redução no

ganho de peso dos animais a partir dos níveis de restrição empregados. Em média ocorreu uma diminuição de 3,5%, 4,5% e 1,8% no ganho de peso dos animais submetidos à restrição em relação aos animais sem restrição recebendo as dietas convencional, reduzida sem (enzima), e reduzida com complexo enzimático respectivamente.

Os mesmos resultados foram encontrados por ARCE et al. (1992), no qual a restrição alimentar de oito horas de acesso ao alimento ou 10% de redução do consumo a vontade reduziu o peso corporal dos animais aos 53 dias de idade. Robinson et al. (1992) também concluíram que a restrição durante a segunda semana ocasionou pesos corporais menores que os das aves controle ao aplicar a restrição qualitativa (50% dieta inicial:50% cascas de aveia moída). Os mesmos autores observaram pesos inferiores destas aves em relação as aves submetidas à restrição quantitativa.

As aves submetidas a um regime de restrição alimentar apresentam grande mobilização de tecidos corporais a fim de suprirem suas necessidades de manutenção, o que muitas vezes ocasiona diminuição de peso. A taxa de mobilização de energia das reservas possui uma ordem de prioridade em resposta ao tempo de jejum (glicogênio, gordura e proteína), porém é importante salientar que embora exista uma ordem de prioridade de mobilização, após o início do jejum, todos os tecidos podem ser mobilizados para o fornecimento de energia. A reserva de glicogênio hepático é a mais prontamente disponível e, portanto é esgotada rapidamente. Calcula-se que em média após 24 horas de jejum grande parte desta reserva já tenha sido mobilizada dependendo principalmente da idade e das condições de estresse das aves (ROSA et al., 2000). Ainda segundo estes autores, resultados de campo tem mostrado que jejum superior a 16 horas diária, durante uma semana, tem reduzido o peso de abate. Essa redução de peso, associada à não recuperação do animal em virtude da não ocorrência do ganho compensatório, pode ser ocasionado pelo elevado grau de mobilização da proteína muscular durante o jejum.

Leeson e Zubair (1997) estudou o efeito da restrição alimentar qualitativa (ração controle diluída em 50% de casca de soja) quanto quantitativa (dieta controle fornecida em quantidade equivalente à 50% deste grupo) no período de 6 a 12 dias de idade na retenção de nitrogênio e na energia metabolizável em frangos machos (Ross vs Arbor Acre). Os autores concluíram que as aves com restrição quantitativa utilizaram mais eficientemente a energia, sendo que a relação energia metabolizável:ganho de peso tenha sido menor neste grupo (4,39 kcal/g), em relação ao grupo controle que recebeu

alimentado à vontade (4,69 kcal/g), ou do grupo com restrição quantitativa (4,66 kcal/g). Houve também maior retenção de nitrogênio no período de realimentação das aves dos grupos restritos, o que difere do encontrado durante o período de restrição, onde as aves do grupo controle apresentaram maior retenção de nitrogênio.

Por outro lado, observou-se que embora tenha ocorrido uma diminuição no ganho de peso, houve uma melhora na conversão alimentar dos animais submetidos à 4% de restrição alimentar quando alimentados com a dieta contendo complexo enzimático (Tabela 15). Este resultado demonstra que, no nível de restrição avaliado, a enzima proporcionou melhor aproveitamento dos nutrientes em uma situação com menor aporte de alimentos para a ave ($p < 0,05$).

Tabela 15: Efeitos da restrição alimentar e o uso de complexo enzimático (xilanasas, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase, sobre o desempenho de frangos de corte no período de 7 a 21 dias

Nível Restrição	Convencional			Reduzida sem Enzima			Reduzida com Enzimas			P
	0%	2%	4%	0%	2%	4%	0%	2%	4%	
Consumo, g	956	937	918	956	937	918	956	937	918	-
GP, g	613 ^b	599 ^{bc}	585 ^c	605 ^b	587 ^c	571 ^d	635 ^a	623 ^b	625 ^b	0,013
CA, g/g	1,56 ^c	1,56 ^c	1,57 ^c	1,58 ^{cd}	1,60 ^d	1,61 ^d	1,51 ^b	1,50 ^b	1,47 ^a	0,024

Médias na mesma linha e com sinais diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Ao analisar os dados de desempenho durante todo o período experimental foi possível observar que os resultados foram mais pronunciados do que na fase inicial indicando que as aves recebendo dietas com redução dos nutrientes e sem a adição da enzima tiveram o desenvolvimento mais comprometido do que aquelas que simplesmente receberam a restrição quantitativa representada pela diminuição no fornecimento dos alimentos (Tabela 16).

A limitação da ingestão de energia na dieta abaixo das exigências de manutenção demonstrou-se prejudicial à recuperação do peso corporal, sendo que as aves não atingiram o peso vivo do grupo controle aos 42 dias de idade.

Além disto, observou-se também que embora não tenha ocorrido diferença no ganho de peso dos animais para o grupo recebendo complexo enzimático na dieta, as aves submetidas à restrição de 4% apresentaram melhor conversão alimentar.

Segundo Zubair e Leeson (1994) a melhora na conversão alimentar provavelmente é consequente da diminuição das exigências de manutenção, devido a redução na taxa metabólica basal e está ligada a um peso corporal menor durante o

crescimento inicial. De acordo com Yu e Robinson (1992), esta menor exigência para manutenção poderá direcionar mais nutrientes para o crescimento durante o período de realimentação levando ao fenômeno do ganho de peso compensatório nesta fase.

Além disto, foi possível observar que a restrição de nutrientes apresenta maior impacto negativo para o desempenho dos animais do que simplesmente a restrição quantitativa sendo que as duas formas de restrição, promovidas em conjunto, agrava ainda mais a situação. Por outro lado, a utilização da enzima, demonstrou reduzir estes efeitos ao promover uma melhora na conversão alimentar dos animais e, mesmo com o maior nível de restrição empregado, as aves apresentaram estatisticamente, o mesmo ganho de peso (Tabelas 15 e 16).

Atualmente as rações para frangos de corte são formuladas basicamente com o milho e farelo de soja. De acordo com Cantor (1995), o farelo de soja apresenta em sua composição 20% de constituintes não digeridos pelas aves, ou com digestão incompleta, os quais são conhecidos como polissacarídeos não-amiláceos (PNA's) e estão na forma de pectinas, hemiceluloses e oligossacarídeos (rafinose e estaquiose) (CHARLTON, 1996). Além dos PNA's, fatores antinutricionais como inibidores de proteases e lectinas estão presentes na soja e não podem ser degradados pelo sistema digestivo das aves (CLEÓPHAS et al., 1995). Segundo Penz JR. (1998), a variabilidade dos PNA's n dieta, pode ser responsável pela grande variação na resposta de crescimento das aves. Além disso, Leeson et al. (1993) demonstraram haver variação no conteúdo energético de diferentes partidas de milho, na safra de 1992. Os fatores anti-nutricionais dos alimentos não são tóxicos para os animais, porém podem ocasionar crescimento reduzido, conversão alimentar ruim, alterações hormonais e esporádicas lesões nos órgãos (COUSINS, 1999).

As pesquisas vêm evidenciando que a associação de diferentes enzimas em dietas para frangos de corte promovem melhores resultados de desempenho. As enzimas são moléculas protéicas com atividade catalisadora que agem em substratos específicos, como por exemplo, a protease, que degrada a proteína. Desta maneira a utilização de complexos multienzimáticos tornem-se mais eficazes (FINNFEEDS,1991), pois elas atuam de forma sinérgica, de maneira que algumas enzimas degradam componentes dos alimentos, que sofrerão posteriormente ação de outras enzimas melhorando o aproveitamento dos nutrientes pelas aves.

Arce et al. (1992) concluíram que a restrição alimentar foi eficaz no controle da Síndrome Ascítica em frangos de corte. Urdaneta-Rincon & Leeson (2002) avaliaram a

restrição alimentar durante períodos de 5 a 25 dias e observaram uma melhora na conversão alimentar ($p < 0,05$) dos animais a partir do aumento no tempo de restrição, embora o ganho de peso não tenha sido afetado pelos tratamentos concordando com os resultados encontrados por Deaton (1995) e Cristofori et al. (1997). Da mesma forma como observado neste experimento, os autores não encontraram efeitos significativos sobre a mortalidade das aves e sobre a incidência de distúrbios metabólicos. Alguns autores como Shlosberg et al. (1991) e Robinson et al. (1992) não encontraram resultados satisfatórios para mortalidade.

Tabela 16: Efeitos da restrição alimentar e o uso de complexo enzimático (xilanases, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase, sobre o desempenho de frangos de corte no período de 7 a 42 dias

Nível Restrição	Convencional			Reduzida sem Rovabio			Reduzida com Rovabio			P
	0%	2%	4%	0%	2%	4%	0%	2%	4%	
Consumo, g	4.685	4.591	4.498	4.685	4.591	4.498	4.685	4.591	4.498	-
GP, g	2.724 ^b	2.641 ^c	2.599 ^d	2.635 ^c	2.565 ^c	2.486 ^e	2.775 ^a	2.754 ^a	2.753 ^a	0,005
CA, g/g	1,72 ^c	1,74 ^c	1,73 ^c	1,78 ^d	1,79 ^d	1,81 ^d	1,69 ^b	1,67 ^b	1,63 ^a	0,018

Médias na mesma linha e com sinais diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Para os níveis de restrição estudados, de 0% a 4%, não foram observados efeitos para o rendimento de carcaça e pernas das aves (Tabela 17). Entretanto, ocorreu uma diminuição significativa no rendimento de peito das aves alimentadas com a dieta com níveis reduzidos e sem a presença do complexo enzimático, ocorrendo uma redução de 3,3% quando comparado ao rendimento das aves alimentadas com a dieta convencional e 6,7% no grupo de aves alimentadas com a dieta contendo complexo enzimático. Embora seja um princípio preconizado ao se adotar a prática da restrição alimentar, neste estudo não foi possível observar efeitos da restrição alimentar sobre a porcentagem de gordura abdominal ($p > 0,05$). A redução da gordura abdominal é uma característica desejável pela indústria avícola, pois representa uma melhoria na qualidade da carcaça. Segundo Boekholt et al., (1994), frangos com alimentação *ad libitum* podem consumir até três vezes mais energia do que o necessário para manutenção. Com isto há uma tendência de ocorrer deposição lipídica. De acordo com Zhong et al. (1995), a redução na gordura abdominal relatada em frangos submetidos à restrição alimentar pode estar associada à diminuição do número de adipócitos, influenciada pela menor lipogênese. Longo (1999) constatou que a restrição alimentar acarretou na redução da deposição de gordura e aumentou a deposição de proteína na carcaça de

frangos de corte. Porém concordando com o presente trabalho, diversos autores, não observaram efeito da restrição sobre a variável gordura abdominal (GONZALES et al. 1994, FIGUEIREDO et al., 1998, LEE & LEESON, 2001, URDANETA-RINCON & LEESON, 2002 e CAMACHO et al., 2004).

De acordo com Hornick et al. (2000), a restrição alimentar diminui a taxa de crescimento de alguns tecidos. Entretanto, neste estudo, pode-se observar que não houve redução nas características da carcaça o que pode ter ocorrido, provavelmente, pelo nível de restrição empregado ou até mesmo pela sua duração, já que normalmente a restrição é realizada na fase inicial de criação.

Embora tenha trabalhado com restrição alimentar para aves somente até o 21º dia, Zhan et al. (2007) observaram um aumento na gordura abdominal de aves submetidas à restrição quando comparadas com as aves alimentadas *ad libitum*, por ocasião do abate. Segundo os autores, a restrição neste período de criação promove uma alteração no metabolismo lipídico dos animais o que resultaria na alteração indesejável desta característica, além de reduzir o rendimento de peito das aves.

Por outro lado, outros trabalhos avaliando a restrição alimentar para aves relatam haver uma redução nesta característica por ocasião do abate (JONES e FARREL, 1992; NIELSEN et al., 2003). A diferença nestes resultados pode estar em função das diferentes estratégias do programa de alimentação adotado. Neste trabalho a restrição foi iniciada a partir do sétimo dia da ave, enquanto no trabalho conduzido por Zhan et al, (2007) as aves foram submetidas à restrição desde o primeiro dia de criação, quando a ave é submetida a uma série de transformações fisiológicas e ambientais as quais podem influenciar os resultados encontrados.

Tabela 17: Efeitos da restrição alimentar e o uso de complexo enzimático (xilanasas, β -glucanases, pectinases, manases, α -galactosidase, protease aspártica e metaloprotease) + fitase, sobre as características de carcaça de frangos de corte aos 42 dias

Nível Restrição	Convencional			Reduzida sem Rovabio			Reduzida com Rovabio			P
	0%	2%	4%	0%	2%	4%	0%	2%	4%	
Carcaça, %	70,60	71,59	70,95	68,99	67,97	69,97	70,95	71,08	70,26	0,055
Pernas, %	23,33	23,19	23,54	23,43	23,28	23,11	22,29	23,54	23,38	0,330
Peito, %	20,91 ^a	20,80 ^b	20,72 ^b	20,11 ^c	20,24 ^c	20,09 ^c	21,96 ^a	21,54 ^a	21,00 ^{ab}	0,014
Gd. Abd, %	1,10	1,06	1,05	1,01	0,93	0,91	1,02	0,98	0,97	0,351

Médias na mesma linha e com sinais diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

4. Conclusão

Nas condições de realização deste estudo, recomenda-se a utilização do complexo enzimático, nas situações de restrição alimentar, já que houve um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais o que resultou em melhor desempenho e rendimento de peito das aves.

5. Referências Bibliográficas

ARCE, J., BERGER, M., COELLO, C. L. Control of ascites syndrome by restriction techniques. **Journal Applly Poultry Rewies.**, v.1, p. 1 - 5, 1993.

BAGHBANZADEH, A.; E. DECUYPERE. Ascites syndrome in broilers: Physiological and nutritional perspectives. **Avian Patholologi.** 37:117–126, 2008

BOEKHOLT, H; PH. VAN DER GRINTEN, VVAM; SCHREURS, M; LOS, JN ; LEFFERING, CP. Effect of dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chickens. **British Poultry Science** . 35:603–614, 1994.

BRITO, J. A. G. Enzimas: Um conceito moderno e aplicado em nutrição de aves e suínos, **boletim técnico** Uniquimica - 23/2/2010

CAMACHO, M.A.; SUÁREZ, M.E.; HERRERA, J.G. et al. Effect of age of feed restriction and microelement supplementation to control ascites on production and carcass characteristics of broilers. **Poultry Science**, 83: 526-532, 2004.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidade para o uso na Brasil. In: Ronda Latinoamericana de biotecnologia, 5, Curitiba, **Anais**p.31-42, 1995

CRISTOFORI, C., A. MELUZZI, G. GIORDANI,; F. SIRRI. 1997. Early and late quantitative feed restriction of broilers: effects on productive traits and carcass fatness. **Arch. Geflugelkd.** 61:162–166.

DEATON, J. W. The effect of early feed restriction on broiler performance. **Poultry Science.** 74:1280–1286, 1995.

DEEB, N., A. SHOLOSBERG; CAHANER, A. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 4. Association between responses to heat stress and to coldinduced ascites. **Poultry Science** 81:1454–1462, 2002.

FIGUEIREDO, A.C.S.; SOARES, P.R.; ALBINO, L.F.T et al. Desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica de diferentes programas de restrição alimentar em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 27(3):564-571, 1998.

FINNFEEDS Internacional. *Enzymes in animal nutrition*. England: **Technical Support Manual**, 1991. p.11-16.

GONZALES, E., JUNQUEIRA, O.M., MACARI, M. et al. Restrição alimentar em frangos de corte machos. 1. Desempenho e resultado econômico. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: SBZ, p. 49, 1994.

HORNICK, J. L., C. VAN EENAEME, O. GERARD, I. DUFRASNE,; L. ISTASSE. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinol.** 19:121–132, 2000.

JONES, G. P.; D. J. FARRELL. Early-life food restriction of broiler chickens. I. Methods of application, amino acid supplementation and the age at which restrictions should commence. **British Poultry Science**. 33:579–587, 1992.

JULIAN, R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry—A review. **Veterinary Journal** 169:350–369, 2005.

JUUL-MADSEN, HR; SU, G; SØRENSEN, P. Influence of early or late start of first feeding on growth and immune phenotype of broilers. **British Poultry Science**, 45(2):210–222, 2004.

LEE, K.H.; LEESON, S. Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age. **Poultry Science**, 80: 446-454, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D.; CASTRO, L. Response of brown egg strain layers to dietary calcium or phosphorus. **Poultry Science**, v.72, p.1510-1514, 1993.

LEESON, S; ZUBAIR, AK. Nutrition of the Broiler Chicken Around the Period of Compensatory Growth. **British Poultry Science**. 76:992–999, 1997.

LIMA, F. R. **Aditivos zootécnicos**: enzimas. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. I. Farmacologia aplicada à avicultura. São Paulo: ROCA, 2005. p. 239- 248.

LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; BENATTI, M.R.B. et al. Efeito da restrição alimentar qualitativa precoce sobre o desempenho, as características do trato gastrointestinal e a carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 28(6)1310-1318, 1999.

NIELSEN, B. L., M. LITHELAND; NØDDEGAARD, F. Effect of qualitative and quantitative feed restriction on the activity of broiler chickens. **Apply Animal Behav. Science** 83:309–323, 2003.

NOY, Y; GEYRA, A; SKLAN, D. The Effect of Early Feeding on Growth and Small Intestinal Development in the Posthatch. **Poultry Science**. 80:912–919, 2001.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, n. 1, p. 77–86, 2007.

PAN, J-Q; TAN, X; LI, J-C; SUN, W-D; WANG, X-L. Effects of early feed restriction and cold temperature on lipid peroxidation, pulmonary vascular remodelling and ascites morbidity in broilers under normal and cold temperature. **British Poultry Science**. 46(3):374–381, 2005.

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

ROSA, P. S.; ÁVILA, V. S; JAENISCH, F. R. F. 2000. **Restrição alimentar em frango: Como explorar suas potencialidades**. Comunicado técnico/250/Embrapa Suínos e Aves,1-4

ROBINSON, F.E., CLASSEN, H.L., HANSON, J.A. et al. Growth performance, feed efficiency and the incidence of skeletal and metabolic disease in full-fed and feed restricted broiler and roaster chickens. **Journal Apply Poultry. Rewies.**, 1:33-41, 1992.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC., USA, 2002.

SCHLOSBERG, A.; BERMAN, E.; BENDHEIN, V.; PLAVNIK, I. Controlled early feed restriction as a potential means of reducing the incidence of ascites in broilers. **Avian Diseases**, Ithaca, v.35, n.4, p.681-684, 1991.

URDANETA-RINCON, M., LEESON, S., 2002. Quantitative and Qualitative Feed Restriction on Growth Characteristics of Male Broiler Chickens. **Poultry Science**, 81: 679 – 688.

VELLEMAN, SG; MOZDZIAK, PE. Effects of Posthatch Feed Deprivation on Heparan Sulfate Proteoglycan, Syndecan-1, and Glypican Expression: Implications for Muscle Growth Potential in Chickens. **Poultry Science**. 84:601–606, 2005.

YU, MW; ROBINSON, FE. The application of short term feed restriction to broiler chicken production: a review. **Journal Apply Poultry Rewies**. 1:147- 153, 1992.

ZHAN, X. A.; WANG, M, REN, H., ZHAO, R. Q., Li, J. X., Tan, Z. L. Effect of Early Feed Restriction on Metabolic Programming and Compensatory Growth in Broiler Chickens. **Poultry Science**, 86:654–660, 2007.

ZHONG, C; NAKAUE, HS; HU, CY; MIROSH, LW. Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity, and fat metabolism in broiler chickens. **Poultry Science**. 74(10):1636-43, 1995.

ZUBAIR, A.K., LEESON, S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. **Poultry Science**, 73:129-136, 1994.