



JEFERSON EDER FERREIRA DE OLIVEIRA

**PLANOS NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE
CORTE COM RAÇÕES SUPLEMENTADAS
COM FITASE E ELABORADAS UTILIZANDO O
CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL**

LAVRAS – MG

2012

JEFERSON EDER FERREIRA DE OLIVEIRA

**PLANOS NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE COM
RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE E ELABORADAS
UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL**

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

Orientador

Dr. Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS - MG

2011

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

Oliveira, Jeferson Eder Ferreira de.

Planos nutricionais para frangos de corte com rações suplementadas com fitase e elaboradas utilizando o conceito de proteína ideal / Jeferson Eder Ferreira de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2011.

129 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Nutrição avícola. 2. Avicultura de corte. 3. Aminoácidos. 4. Desempenho. 5. Metabolismo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.508557

JEFERSON EDER FERREIRA DE OLIVEIRA

**PLANOS NUTRICIONAIS PARA FRANGOS DE CORTE COM
RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE E ELABORADAS
UTILIZANDO O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL**

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

APROVADA em 21 de outubro de 2011.

Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas UFLA

Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino UFV

Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo UFLA

Dr. Roberto Maciel de Oliveira UFLA

Dr. Paulo Borges Rodrigues
Orientador

LAVRAS - MG

2011

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo financiamento do projeto.

À FAPEMIG, pelo apoio concedido por meio do Programa Pesquisador Mineiro (PPM).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelos dois anos de concessão da bolsa de doutorado pelo Programa Institucional de Capacitação de Docentes do Ensino Técnico e Tecnológico – PIQDTEC.

Ao orientador, Prof. Paulo Borges Rodrigues, pela orientação, amizade, respeito, compreensão e confiança.

Aos coorientadores Rilke Tadeu Fonseca de Freitas pela amizade, orientação e suporte nas análises estatísticas, Antonio Gilberto Bertechini, suporte e ensinamentos fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Professor Luiz Fernando Teixeira Albino da Universidade Federal de Viçosa pela amizade, orientação e doação de parte dos aminoácidos para a realização dos experimentos.

Ao Gerente Técnico Jeffersson Lecznieski e a Empresa DSM Produtos Nutricionais Brasil pela doação da fitase para a realização dos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Eliana Maria dos Santos, Márcio dos Santos Nogueira e José Geraldo Virgílio pelo auxílio direto e indireto nas realizações das análises laboratoriais.

Aos secretários Carlos, Joelma e Keila pela atenção, e aos demais funcionários do Departamento de Pós-Graduação em Zootecnia, sempre solícitos.

Aos funcionários do setor de avicultura, em especial ao Sr. Luiz Carlos de Oliveira (Borginho).

Aos professores Raimundo Vicente de Sousa, José Augusto de Freitas Lima, Priscila Vieira e Rosa, Márcio Gilberto Zangerônimo, Eduardo Pinto Filgueiras e Edson Fassani, pelos ensinamentos, incentivo, amizade e confiança.

À equipe responsável pela condução do experimento Renata Ribeiro Alvarenga, Gustavo Freire Resende Lima, Leonardo Rafael da Silva, Leticia Makiyama e Evelyn Cristina de Oliveira.

Aos colegas de mestrado e doutorado, Luziane Moreira dos Santos, Verônica Maria Pereira Bernardino, Matheus de Paula Reis, Eduardo Machado Costa Lima, Antonio Amandio Pinto Garcia Júnior e Luciana de Paula Naves, pela amizade, apoio e companheirismo.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Avicultura (NECTA).

À comunidade do Instituto Federal Minas Gerais – Campus Bambuí pela oportunidade de capacitação e aperfeiçoamento profissional e pessoal.

O MENESTREL

Um dia você aprende que...

Depois de algum tempo você aprende a diferença,
a sutil diferença, entre dar a mão e acorrentar uma alma.

E você aprende que amar não significa apoiar-se,
e que companhia nem sempre significa segurança.

E começa a aprender que beijos não são contratos
e presentes não são promessas.

E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida
e olhos adiante, com a graça de um adulto
e não com a tristeza de uma criança.

E aprende a construir todas as suas estradas no hoje,
porque o terreno do amanhã é incerto demais para os planos,
e o futuro tem o costume de cair em meio ao vão.

Depois de um tempo você aprende que o sol queima
se ficar exposto por muito tempo.

E aprende que não importa o quanto você se importe,
algumas pessoas simplesmente não se importam...

E aceita que não importa quão boa seja uma pessoa,
ela vai feri-lo de vez em quando e você precisa perdoá-la por isso.

Aprende que falar pode aliviar dores emocionais.

Descobre que se levam anos para se construir confiança
e apenas segundos para destruí-la,
e que você pode fazer coisas em um instante,
das quais se arrependerá pelo resto da vida.

Aprende que verdadeiras amizades continuam a crescer
mesmo a longas distâncias.

E o que importa não é o que você tem na vida,
mas quem você é na vida.

E que bons amigos são a família que nos permitiram escolher.
Aprende que não temos que mudar de amigos
se compreendemos que os amigos mudam,

percebe que seu melhor amigo e você podem fazer qualquer coisa,
ou nada, e terem bons momentos juntos.

Descobre que as pessoas com quem você mais se importa na vida
são tomadas de você muito depressa,

por isso sempre devemos deixar as pessoas que amamos
com palavras amorosas, pode ser a última vez que as vejamos.

Aprende que as circunstâncias e os ambientes têm influência sobre nós,
mas nós somos responsáveis por nós mesmos.

Começa a aprender que não se deve comparar com os outros,
mas com o melhor que você mesmo pode ser.

Descobre que se leva muito tempo para se tornar a pessoa que quer ser,
e que o tempo é curto.

Aprende que não importa onde já chegou, mas onde está indo,
mas se você não sabe para onde está indo,
qualquer lugar serve.

Aprende que, ou você controla seus atos ou eles o controlarão,
e que ser flexível não significa ser fraco ou não ter personalidade,
pois não importa quão delicada e frágil seja uma situação,
sempre existem dois lados.

Aprende que heróis são pessoas que fizeram o que era necessário fazer,
enfrentando as consequências.

Aprende que paciência requer muita prática.

Descobre que algumas vezes a pessoa que você espera que o chute
quando você cai é uma das poucas que o ajuda a levantar-se.

Aprende que maturidade tem mais a ver com os tipos de experiência
que se teve e o que você aprendeu com elas
do que com quantos aniversários você celebrou.

Aprende que há mais dos seus pais em você do que você supunha.

Aprende que nunca se deve dizer a uma criança que sonhos são bobagens,
poucas coisas são tão humilhantes e seria uma tragédia
se ela acreditasse nisso.

Aprende que quando está com raiva tem o direito de estar com raiva,
mas isso não lhe dá o direito de ser cruel.

Descobre que só por que alguém não o ama do jeito que você quer
que ame, não significa que esse alguém não o ama,
pois existem pessoas que nos amam,
mas simplesmente não sabem como demonstrar isso.

Aprende que nem sempre é suficiente ser perdoado por alguém,
algumas vezes você tem que aprender a perdoar-se a si mesmo.

Aprende que com a mesma severidade com que julga,
você será em algum momento condenado.

Aprende que não importa em quantos pedaços seu coração foi partido,
o mundo não pára para que você o conserte.

Aprende que o tempo não é algo que possa voltar.

Portanto, plante seu jardim e decore sua alma,
ao invés de esperar que alguém lhe traga flores.

E você aprende que realmente pode suportar...
que realmente é forte, e que pode ir muito mais
longe depois de pensar que não se pode mais.

E que realmente a vida tem valor
e que você tem valor diante da vida!

Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o bem
que poderíamos conquistar se não fosse o medo de tentar.

William Shakespeare

RESUMO GERAL

Conduziram-se quatro experimentos (dois de desempenho e dois de metabolismo) para avaliar os efeitos de planos nutricionais elaborados com o conceito de proteína ideal utilizando rações com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), redução de 0,30 de cálcio (Ca) e 0,15 fósforo disponível (Pdisp.), pontos percentuais, respectivamente, das tabelas brasileiras de exigências nutricionais e suplementadas com (750 FTU/kg de ração) para avaliar o desempenho frangos de 8 a 42 dias de idade divididos nas fases de (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias). Nos experimentos de desempenho utilizaram-se 875 frangos machos e os tratamentos foram sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições e 25 aves/box. Nos experimentos de metabolismo utilizaram-se 300, 240 e 180 frangos machos (cinco de 8 a 21; quatro de 22 a 35 e três de 36 a 42 dias) /gaiola, respectivamente, adotando os mesmos tratamentos e fases descritas acima, para avaliar o balanço de nutrientes. Nos experimentos de desempenho I e metabolismo I reduziram-se 3,5% no nível de lisina recomendada para cada fase. No desempenho I os PN1 e PN2 melhoraram CA ($P<0,05$), mas o PN2 reduziu o CR. Os PNs com redução de PB pioraram o CR e CA ($P<0,05$). O GP, rendimento de carcaça, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal (GA) não foram afetados ($P>0,05$). O rendimento de peito aumentou nos PN3 a PN6 ($P<0,05$). No desempenho II o PN2 o reduziu CR em até 7% e os PN1 e PN2 melhoraram a CA ($P<0,05$), mas os PNs com redução na PB pioraram o CR e a CA. O PN2 reduziu CR e CA, mas o rendimento coxa + sobrecoxa e a GA aumentaram ($P<0,05$). A GA nos PN3 a PN7 ($P<0,05\%$) foi até 33% maior. No metabolismo I o consumo de Ca e P reduziram 31,80% e 24,6%, respectivamente, ($P<0,05$) entre o PN2 e PN1 e N em média, 4,5% nos PN3 a PN7, excretaram até 64,5% de Ca, 38% de P e 4% de N, e retiveram cerca de 37% mais Ca ($P<0,05$) que o PN1. No metabolismo II os PN3, PN4 e PN6 consumiram menos Ca ($P<0,05$). Os PN3 a PN7 excretaram cerca de 38% menos Ca que o PN1, retiveram mais 17% e excretaram 14% de P ($P<0,05$). Os PN6 e PN7 reduziram o CR, excreção e retenção de N ($P<0,05$). A energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) foi maior nas R1 e R2 e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CD_{MS}) foi menor ($P<0,05$) na R2 de 8 a 21 dias idade. A EMAn não foi afetada ($P>0,05$), mas o CD_{MS} piorou ($P<0,05$) nas R3 e R4 aos 22 a 35 dias de idade. O CD_{MS} não foi afetado ($P>0,05$) no experimento II, mas foi menor nas R3 e R4 ($P<0,05$) de 36 a 42 dias.

Palavras-chave: Nutrição. Fitase. Proteína Ideal. Frango de Corte. Aminoácidos.

GENERAL ABSTRACT

Four experiments were conducted (two performance and two metabolism) to evaluate the effects of nutritional plans elaborated with the ideal protein concept using diets with low levels of crude protein (CP), decrease of 0.30 calcium (Ca) and 0.15 available phosphorus, percentage points, respectively of the Brazilian tables of nutritional requirements and supplemented with (750 FYT/kg diet) to evaluate the performance for chicks of 8 to 42 days of age divided into phases (8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 days). In the performance experiments were used 875 male chicks and the treatments were seven nutritional plans (NP) and five replicates and 25 chicks/box. In metabolism experiments were used 300, 240 and 180 male chickens (5 of 8 to 21; 4 of 22 to 35 and 3 of 36 to 42 days)/cage, respectively, adopting the same process and steps described above, to evaluate the balance of nutrients. In the performance experiments I and metabolism I were reduced 3.5% in the lysine level recommended for each phase. In the performance I the NP1 and NP2 improved FC ($P<0.05$), but the NP2 reduced the FI. The NPs with reduced CP worsened the FI and FC ($P<0.05$). The weight gain WG, carcass yield, thigh + drumstick and abdominal fat (AF) were not affected ($P>0.05$). The increased breast yield in the NP3 to NP6 ($P<0.05$). In performing II the NP2 reduced the FI until 7% and the NP1 and NP2 improved FC ($P<0.05$), but the NPs with reduction in CP worsened the FI and FC. The NP2 reduced FI and FC, but the thigh + drumstick and AF yield increased ($P<0.05$). The AF increased until 33% in NP3 to NP7 ($P<0.05$). In the metabolism I the consumption of Ca and P decreased in 31.80%, 24.6%, respectively, ($P<0.05$) between NP2 and NP1 and N on average, 4.5% in the NP3 to NP7, which excreted until 64.5% of Ca, 38% of P and 4% of N and retained about of 37% more Ca ($P<0.05$) than the NP1. In the metabolism II the NP3, NP4 and NP6 consumed less Ca ($P<0.05$). The NP3 to NP7 excreted about 38% less Ca than the NP1, retained more 17% and excreted 14% of P ($P<0.05$). In the NP6 and NP7 reduced consumption, excretion and retention of N ($P<0.05$). The apparent metabolizable energy (AME) was greater for rations R1 and R2 and the coefficient digestibility of dry matter (DMDC) was lower ($P<0.05$) in R2 of 8 to 21 days of age. From 22 to 35 days of age the AME was not influenced ($P>0.05$), but the DMDC worsened ($P<0.05$) in R3 and R4. The DMDC was not affected ($P>0.05$) in experiment II, but was lower in R3 and R4 ($P<0.05$) from 36 to 42 days of age.

Keywords: Nutrition. Phytase. Ideal Protein. Broilers. Amino Acids.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1	Planos nutricionais experimentais (PN)	57
Tabela 2	Composição percentual e calculada das dietas experimentais.....	58
Tabela 3	Valores energéticos e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca das rações experimentais utilizadas nas diferentes fases de desenvolvimento das aves	61
Tabela 4	Desempenho de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo	62
Tabela 5	Rendimentos de carcaça e cortes de frangos de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo.....	64
Tabela 6	Balanço de cálcio, fósforo e nitrogênio de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo	67

ARTIGO 2

Tabela 1	Planos nutricionais experimentais (PN)	85
Tabela 2	Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	86
Tabela 3	Valores energéticos e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca das rações experimentais utilizadas nas diferentes fases de desenvolvimento das aves	88

Tabela 4	Desempenho de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e aminoácidos	90
Tabela 5	Rendimentos de carcaça e cortes de frangos de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e aminoácidos.....	92
Tabela 6	Balanço de cálcio, fósforo e nitrogênio de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e aminoácidos	94

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	14
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Conceito de proteína ideal	17
2.2 Níveis de proteína bruta da dieta sobre o desempenho de frangos de corte	19
2.3 Níveis de proteína bruta da dieta e aminoácidos industriais sobre as características de carcaça de frangos de corte	24
2.4 Níveis de proteína bruta da dieta sobre a excreção de nutrientes	27
2.5 Fitase na nutrição de aves	29
2.6 Níveis de cálcio e fósforo em dietas suplementadas com fitase	32
REFERÊNCIAS	38
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	49
ARTIGO 1 Planos alimentares para frangos de corte com rações suplementadas com fitase e redução nos níveis de cálcio e fósforo, utilizando rações formuladas com o conceito de proteína ideal	49
1 INTRODUÇÃO	52
2 MATERIAL E MÉTODOS	54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4 CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	73
ARTIGO 2 Planos alimentares para frangos de corte com rações suplementadas com fitase e redução nos níveis de aminoácidos essenciais, utilizando o conceito de proteína ideal	77
1 INTRODUÇÃO	80
2 MATERIAL E MÉTODOS	82
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4 CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS	98
ANEXOS	101

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Os altos índices de crescimento apresentados pela a avicultura brasileira nas últimas três décadas, representado, principalmente pelo frango de corte, conquistou grandes e exigentes mercados. Com isto, o país atingiu o terceiro lugar como produtor mundial e líder em exportação.

Foi imprescindível para a efetivação deste processo a adoção de várias práticas como: utilização de avanços tecnológicos (genética, nutrição, sanidade, manejo e ambiência), incrementos de produtividade, integração ou parceria entre agroindústria e produtores, aumento das áreas produzidas com aumento na produtividade, qualificação da mão de obra e abertura de novos mercados. Isso porque a atividade avícola reúne em sua estrutura funcional, três importantes elementos no cálculo econômico em sua configuração atual: tecnologia de ponta, eficiência na produção e diversificação no consumo (COELHO; BORGES, 2011).

O crescimento da avicultura de frango de corte requer uma produção nacional de insumos e principalmente rações para aves de corte igualmente desenvolvida. As rações formuladas para frangos de corte são, principalmente, à base de milho e farelo de soja, representando cerca de 90% da dieta, sendo suficientes para satisfazer as necessidades em energia, proteínas, minerais e vitaminas de acordo com as tabelas e recomendações das empresas fornecedoras das linhagens existentes no mercado. O aumento na produção de rações para frango implica em um considerável aumento proporcional na geração de excretas de toneladas/ano (AVISITE, 2011), visto que as aves eliminam aproximadamente 20% de seu consumo em excretas, que contêm quantidades consideráveis de nitrogênio, fósforo e outros (CAUWENBERGHE;

BURNHAM, 2001; SANTOS, 2007) que se tornam elementos poluentes ambientais do ar, solo e águas, despertando uma preocupação com a poluição ambiental, principalmente nas áreas de grande produção avícola (AFTAA ACTUALITÉS, 2002; GOMIDE, 2007; GOMIDE; RODRIGUES; BERTECHINI, 2011; RODRIGUES et al., 2005; SANTOS et al., 2001; SILVA et al., 2008).

Várias medidas têm sido utilizadas para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes das rações, tais como: redução dos teores de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (P_{disp.}) e suplementação com enzimas, pois além de aumentar o valor nutricional das rações das aves e outros animais domésticos, melhora a digestibilidade e disponibilidade de certos nutrientes para os animais.

A utilização de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta tem sido bastante estudada, visto que excesso de proteína nas rações, além de causar o desbalanço de aminoácidos, gera maior gasto energético para o animal, causar redução na eficiência alimentar, aumentar o desperdício de matéria-prima e principalmente, maior excreção de nitrogênio no ambiente. Pinto (2002) relata que esta prática possibilita formular rações de mínimo custo, com teores de proteína bruta inferiores aos preconizados pelas tabelas de exigências nutricionais. Além disso, atendem às necessidades em aminoácidos essenciais (FARIA FILHO et al., 2007).

A adição de fitase nas rações para aves certamente melhora a utilização do fósforo fítico (AUGSPURGER AND BAKER, 2004; COWIESON et al., 2009) e diminui a quantidade de fósforo e nitrogênio excretado. Pesquisas recentes vêm mostrando seu efeito positivo também na disponibilidade de aminoácidos e energia dos alimentos. A partir da liberação do P, estes elementos também são liberados e contribuem para melhor aproveitamento dos mesmos, implicando em redução na suplementação (SANTOS, 2007). Muitos autores têm

estudado técnicas com o objetivo de maximização da utilização dos nutrientes e reduzir a excreção de fósforo pelos animais adotando a redução do nível de proteína bruta, adição de aminoácidos industriais e a suplementação com fitase (CARDOSO JUNIOR et al., 2010; GOMIDE et al., 2007; GOMIDE; RODRIGUES; BERTECHINI, 2011; MENEGHETTI et al., 2011; RODRIGUES et al., 2005; SILVA et al., 2006, 2008).

Outro fator importante é a relação cálcio e fósforo que deve estar em torno de 2:1 (SCOTT et al., 1997), visto que esta relação influencia a atividade da fitase, que é reduzida com a elevação do nível de cálcio da ração (QIAN et al., 1997). Em rações suplementadas com fitase, essa relação parece mais crítica do que quantidades individuais desses minerais. A elevação da proporção de Ca:P reduz significativamente o desempenho de frangos alimentados com rações à base de milho e farelo de soja, suplementadas com fitase (LEESON, 1999), provavelmente por causa da reação do cálcio com o ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que precipita e não pode ser atacado pela fitase. Assim, cálcio e fósforo devem ser disponibilizados em quantidade e proporção adequadas visando atender as necessidades fisiológicas e produtivas para cada fase de criação (GOMES et al., 2004).

Objetivou-se com este estudo avaliar planos nutricionais contendo rações formuladas com o conceito de proteína ideal, níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível, suplementadas com fitase e aminoácidos industriais, durante o período de 8 a 42 dias de idade sobre o desempenho, balanço, retenção e excreção de cálcio, fósforo e nitrogênio de frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceito de proteína ideal

O conhecimento das necessidades nutricionais mais adequados para as aves, melhor avaliação dos nutrientes e suas respectivas digestibilidades, proporcionou à formulação de rações a utilização do conceito da proteína ideal, que está sendo amplamente utilizada para permitir maior variação na formulação de rações, permitindo o melhor aproveitamento dos nutrientes e consequente redução na excreção dos elementos de poluentes no meio ambiente (SUIDA, 2001). Depois de estabelecidas e atendidas às exigências em aminoácidos, pretende-se melhorar a eficiência alimentar aumentando a eficiência na deposição de carne na carcaça, com possibilidades de redução nos custos (VIANA et al., 2009).

Proposto por Mitchell (1964), o conceito de proteína ideal visa maximizar a utilização da proteína da dieta e minimizar a excreção de nitrogênio. Procura-se estabelecer uma mistura de aminoácidos ou proteínas com completa disponibilidade na digestão e no metabolismo e cuja composição deve ser idêntica às exigências do animal. Todos os aminoácidos devem estar presentes na dieta, exatamente nos níveis exigidos para o máximo ganho em proteína e manutenção, sendo a relação entre eles preservada. Neste contexto, Leclercq (1998) afirma que os aminoácidos digestíveis, principalmente os aminoácidos essenciais, são limitantes na mesma proporção, onde nenhum aminoácido deve estar excessivamente em comparação com os outros. Como consequência, a retenção de proteína é máxima e a excreção de nitrogênio é mínima. Isso é possível através de uma adequada combinação de concentrados protéicos e aminoácidos industriais suplementados na dieta

A vantagem de se utilizar conceito de proteína ideal é que a formulação das rações fica mais simplificada e, também, facilita contornar outros fatores que influenciam as exigências em aminoácidos (ALBINO et al., 2008; ALBINO; TAVERNARI; ROSTAGNO, 2011) e que o procedimento correto seria ter as relações dos aminoácidos na proteína ideal a cada dia, o que só seria possível com a utilização de equações de exigências para manutenção e ganho de peso para cada aminoácido.

Atualmente, inúmeros problemas, acarretados pelas restrições de ingredientes utilizados na formulação das rações obrigam os modernos de sistemas de produção de frangos de corte a adotarem um adequado manejo da cama, objetivando evitar a contaminação dos solos e da água, por elementos poluentes como nitrogênio (N), fósforo (P), cobre (Cu) e zinco (Zn), presentes em teores elevados nas excreções das aves. Isso se deve, principalmente, à ineficiência dos animais em utilizar os nutrientes da ração (CAUWENBERGHE; BURNHAM, 2001). Várias medidas têm sido utilizadas para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes das rações, tais como: redução dos teores de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (P_{disp.}) e suplementação com enzimas, reduzindo assim a excreção de elementos poluentes pelas aves (SILVA et al., 2008) e decorrentes das restrições mundiais quanto à poluição do meio ambiente (PINTO, 2002). Dessa forma, para se obter uma dieta sem déficit ou excesso de aminoácidos, utiliza-se o conceito de proteína ideal, o qual permite formular a dieta, o mais próxima possível de um balanço ideal desses nutrientes (MIYADA, 2001).

Ao se formular rações utilizando o conceito da proteína ideal é importante considerar que a relação dos aminoácidos (metionina, cistina, treonina e triptofano) com a lisina aumenta com o peso vivo e idade, já que o requerimento de manutenção para estes aminoácidos aumenta com a idade. É importante ainda conhecer bem o requerimento dos animais em lisina, já que os

outros aminoácidos estarão relacionados com ela. Deve-se também, preferencialmente, formular as dietas na base dos aminoácidos digestíveis (MOURA, 2004).

Para uso na alimentação animal, todos os aminoácidos indispensáveis são expressos como relações ideais ou porcentagem em função de um aminoácido referência. Segundo (HACKENHAAR; LEMME, 2005; MOURA, 2004), a lisina é usada como aminoácido de referência para frangos de corte, sendo que este aminoácido é o primeiro aminoácido limitante em dietas de suínos e o segundo limitante para frangos de corte.

A produção comercial de aminoácidos industriais viabilizou a redução dos teores de proteína bruta das dietas, em virtude da facilidade e disponibilidade da inclusão destes na dieta, o que pode permitir a redução no incremento calórico. Vários pesquisadores (BRAGA; BAIÃO, 2001; HAN et al., 1992; TOLEDO et al., 2004) observaram que a redução dos níveis de proteína, na fase inicial, proporcionou o mesmo desempenho que aves alimentadas com níveis protéicos mais altos, quando suplementadas com aminoácidos essenciais.

2.2 Níveis de proteína bruta da dieta sobre o desempenho de frangos de corte

Dentre os custos variáveis da produção de frangos de corte, a proteína é o nutriente que causa maior impacto, interferindo diretamente na produtividade da criação, sendo assim um fator decisivo para o sucesso do empreendimento. Durante muitos anos a formulação de rações tinha como base o conceito de proteína bruta. Este supria a necessidade protéica, porém, dificilmente conseguia atender as exigências dos animais em aminoácidos, ficando deficiente ou com excessos (BERTECHINI, 2006). Neste sentido, Pinto (2002) relata que esta prática possibilita formular rações de mínimo custo, com teores de proteína bruta

inferiores aos preconizados pelas tabelas de exigências nutricionais, além de atender às necessidades em aminoácidos essenciais, como a lisina e (FARIA FILHO et al., 2007) reafirma que este aminoácido está envolvido, exclusivamente, com a síntese protéica e sua suplementação é economicamente viável.

O excesso de proteína nas rações, além de causar o desbalanço de aminoácidos, gera maior gasto energético para o animal. Isso pela eliminação do excesso de aminoácidos pelo processo de desaminação, causar redução da eficiência alimentar, aumentar o desperdício de matéria-prima e, principalmente, maior excreção de nitrogênio no ambiente (HENRY et al., 1992). Leclercq (1998) relata que as aves catabolizam o excesso de aminoácidos, excretados na forma de ácido úrico. Como o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia protéica é estimado em 4 mol de ATP e que o custo para excretar um aminoácido é de 6 a 18 mol de ATP, a eliminação desses nutrientes apresenta elevado custo energético para as aves (COSTA et al., 2001). Segundo Penz Junior (2003), a redução na excreção de nitrogênio leva a menor produção de calor na catabolização dos aminoácidos, pois eles estarão na dieta em menor quantidade e de forma balanceada.

A utilização de planos ou programas nutricionais, por fases de criação do frango de corte permite melhores ajustes nas exigências dietéticas dos animais. Observaram que dietas elaboradas dentro do conceito de proteína ideal melhoraram a deposição e o rendimento de carne na carcaça. Vieira et al. (2007), trabalhando com diferentes planos nutricionais para frangos de corte machos, constataram que o plano nutricional que continha os maiores níveis de lisina digestível apresentou os melhores resultados de desempenho. A elaboração de novos planos de nutrição, adicionando-se aminoácidos industriais com base nos fatores de desempenho, de rendimento de carcaça e de cortes nobres em frangos de corte evidencia maior retenção de nitrogênio e melhor deposição de carne na

carcaça, o que justifica sua utilização em larga escala, tornando possível suprir a demanda crescente por proteína animal (AJINOMOTO, 2006).

Na literatura há consenso de que as proporções de aminoácidos devem ser expressas em termos de aminoácidos digestíveis ao invés de totais (ARAÚJO, 2001) e caso sejam incluídos outros alimentos além do milho e da soja, é importante considerar as diferenças na digestibilidade desses alimentos e, conseqüentemente, elaborar a formulação baseada no conteúdo de aminoácidos digestíveis. Devido à variação na digestibilidade dos aminoácidos presentes nos alimentos, a formulação de dietas com base em suas biodisponibilidades é mais exata que a formulação com base no total deste nutriente (APOLÔNIO et al., 2003).

Atualmente, a elevada taxa de crescimento apresentada pelos frangos de corte exige o fornecimento correto de todos os nutrientes através da dieta de acordo com o potencial genético, a idade, o sexo, a temperatura e o status sanitário dos animais. Assim, a taxa e a eficiência da deposição de carne são de grande importância para o estabelecimento das exigências em aminoácidos (VIEIRA, 2011). Desta forma, para se obter uma dieta sem falta ou excesso de aminoácidos, utiliza-se o conceito de proteína ideal, o qual permite formular a dieta, o mais próxima possível de um balanço ideal desses nutrientes (MIYADA, 2001; REZAEI, 2004).

Segundo Cauwenberghe e Burnham (2001) é possível reduzir a proteína bruta da dieta de 7 a 10%, até 17% sem prejuízo do desempenho das aves, formulando as dietas com base em aminoácidos digestíveis e suplementando com aminoácidos (lisina, metionina e treonina). Em outras palavras, a proteína bruta pode ser reduzida até o nível em que a lisina constitua mais do que 6% da proteína na fase inicial e 5,8% na fase final, sem afetar o desempenho das aves. Esta redução de proteína leva a uma redução de 15% na excreção de nitrogênio (SANTOS et al., 2001), mantendo-se o mesmo desempenho.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2008) quando utilizou dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (15, 17 e 19% de PB) para pintos de corte na fase inicial, também, concluiu que é possível reduzir a proteína bruta da ração até 17% sem afetar o desempenho, desde que suplementada com os aminoácidos industriais valina, arginina, treonina isoleucina, lisina e metionina e a fitase. Já os estudos na fase de crescimento (18, 16 e 14% PB) mostraram a possibilidade de reduzir o nível de proteína bruta da ração até 14% sem afetar o desempenho, desde que suplementada com fitase e os mesmos aminoácidos mais triptofano e fenilalanina utilizados na fase inicial.

Rostagno et al. (2002) realizaram um estudo com frangos de corte de 22 a 40 dias de idade, utilizando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta 18, 17 e 16% de PB, isoenergéticas (3100 kcal EM/kg), todas com o mesmo nível de lisina, metionina, treonina, arginina e colina, corrigidas nutricionalmente com aminoácidos e potássio, e concluíram que a proteína bruta pode ser reduzida até o limite de 16%, desde que haja correção dos níveis de aminoácidos e do balanço eletrolítico.

Porém, Gomide et al. (2007) trabalharam com planos nutricionais utilizando frangos machos da linhagem Cobb, nas fases de 1 a 22 e de 22 a 42 dias de idade para avaliar níveis de proteína bruta em rações suplementadas com fitase e aminoácidos industriais, observaram que o desempenho foi influenciado de forma negativa para ganho de peso e conversão alimentar quando se utilizou níveis protéicos baixos nas duas fases (COBB-VANTRESS BRASIL, 2005).

Trabalhos realizados por Bregendahl, Selle Zimmerman (2002) com dietas com níveis de proteína bruta reduzidos para frangos de corte no período de 7 a 21 dias (23% a 19%), sendo as dietas de baixa proteína suplementadas com todos os aminoácidos essenciais, mantendo-se o mesmo nível de potássio, igual ao da dieta controle e suplementadas com ácido glutâmico, glutamina e asparagina ou com aminoácidos essenciais em 15, 30 ou 45% acima das

recomendações do National Research Council - NRC (1994), observaram que o ganho de peso e a conversão alimentar foram prejudicados.

Ao contrastar dietas com redução de 23% e 17,7% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos essenciais (HUSSEIN et al., 2001) observaram redução no ganho de peso, aumento no consumo de ração e melhora na conversão alimentar, no nível mais baixo da proteína bruta, independentemente da adição dos aminoácidos. Também, Bregendahl, Selle Zimmerman (2002) ao utilizarem dietas com alto (23,99%) e baixos teores de proteína bruta (18,53; 18,48; 18,66 e 18,63%) e maior concentração de aminoácidos essenciais (15, 30 e 45%) acima dos níveis recomendados pelo NRC (1994) obtiveram resultados semelhantes, contudo, observaram que o consumo de ração diminuiu linearmente com o aumento da concentração dos aminoácidos essenciais nas dietas.

Vasconcellos et al. (2010) também avaliaram o efeito de rações com níveis reduzidos de PB (23, 21, 19 e 17%) na fase de 1 a 21 dias e verificaram perdas no desempenho das aves com a redução protéica, mesmo suplementando as rações com aminoácidos essenciais. Da mesma forma, Vidal et al. (2009) verificaram perdas no desempenho das aves com a redução protéica (21, 19, 17 e 15%) na fase de 21 a 42 dias, mesmo suplementando com glicina até o nível da dieta controle e de aminoácidos essenciais até o nível de exigência preconizado por Rostagno et al. (2005). Hussein et al. (2001), quando utilizaram dietas com 17,5% de PB para frangos de corte na fase inicial, suplementadas com aminoácidos essenciais sintéticos para evitar a ocorrência de deficiência, os resultados demonstraram que o ganho de peso e a conversão alimentar foram piores em relação à dieta controle (23% de PB).

Mesmo tendo um grande número de estudos realizados sobre os efeitos da redução nos níveis de proteína bruta, ainda não há uma definição clara quanto aos resultados e isso pode estar relacionado com as diferenças nas condições

experimentais, como ambiente, clima, densidade, diferentes composições das dietas, linhagens diferentes, todas contribuindo para as variações nos resultados finais (ALMEIDA, 2010).

2.3 Níveis de proteína bruta da dieta e aminoácidos industriais sobre as características de carcaça de frangos de corte

O componente de maior valor financeiro é o rendimento de carne de peito em relação à carcaça inteira. Uma vez que exista alguma limitação no fornecimento de aminoácidos na dieta, a deposição de carne de peito será o primeiro local de síntese de proteína a ser afetado (ARAÚJO, 2001). Outros estudos concordam com o exposto por este autor. O corte de maior valor agregado para indústria é o da carne de peito, que possui uma relação direta com o aumento do peso e da proteína corporal (MACK; PACK, 2000). Qualquer deficiência no fornecimento de aminoácidos essenciais, principalmente de lisina, pode comprometer a deposição da carne de peito e, conseqüentemente, a rentabilidade com a avicultura de corte (CELLA et al., 2001). A redução do crescimento e da eficiência alimentar pela baixa ingestão de proteína pode ser atribuída à deficiência de lisina na ração (SKLAN; PLAVNIK, 2002).

Um dos grandes desafios para a nutrição de frangos de corte, a taxa e a eficiência da deposição de carne são itens fundamentais para o estabelecimento das exigências de aminoácidos. Para se obter uma dieta sem déficit ou excesso de aminoácidos, utiliza-se o conceito de proteína ideal, o qual permite formular a dieta, o mais próxima possível de um balanço ideal de aminoácidos, para que não haja excesso ou deficiência (MIYADA, 2001). Neste contexto, Hackenhaar e Lemme (2005) relatam que as relações ideais de aminoácidos podem ser afetadas em certas circunstâncias como exemplo, por fatores dietéticos (nível de proteína, teor energético, presença de inibidores de proteases), por condições

ambientais (densidade de criação, estresse térmico, padrão sanitário etc.) e por fatores genéticos (sexo e linhagens), onde os principais exemplos das relações afetadas por condições ambientais são as relações entre Arginina:Lisina e Treonina:Lisina.

Segundo Faria Filho et al. (2005) a redução do teor protéico não afetou o rendimento de carcaça e de asas das aves abatidas com 21 dias de idade; porém, uma dieta com 18,5% de PB reduziu o rendimento de peito e aumentou o de coxa + sobrecoxa em relação às dietas com 21,5 e 20% de PB. O mesmo autor observou que a dieta controle (21,5% PB) proporcionou menor porcentagem de gordura abdominal em relação à dieta com 18,5% de PB, sem diferir da dieta com 20% de PB.

A lisina é um aminoácido essencial, constituinte de maior participação nas proteínas musculares, ou seja, auxiliando diretamente na elevada taxa de deposição de carne na carcaça. Entretanto, vários são os fatores que afetam a sua eficiente utilização pelos animais. Estes, ligados ao animal, ao ambiente e principalmente às dietas (MELLO, 2003). Neste contexto, Sklan e Noy (2004) relatam que a deposição e o catabolismo em frangos de corte aumentam com a idade, sendo que os níveis de aminoácidos na dieta afetam o consumo e o desempenho, com uma deposição de lisina na carcaça maior até os 14 dias de idade. Após este período, a taxa de deposição de lisina é linear com a ingestão dietética.

Quando Costa et al. (2001) utilizaram dietas com níveis reduzidos de proteína bruta somente na fase de crescimento (17,5; 18,0; 18,5; 19,0 e 19,5%) constataram que a redução do nível protéico das rações não influenciou o rendimento de carcaça e de filé de peito. No entanto, ao se elevar a ingestão protéica pelo aumento da proteína na ração, observou-se maior rendimento de peito com osso. Em relação à gordura abdominal, as aves que receberam mais proteína na ração depositaram, significativamente, menos gordura do que

aquelas que receberam ração com 17,5% de PB, indicando que, talvez, a redução expressiva no nível de proteína das dietas, mesmo sendo estas suplementadas com aminoácidos, não constitui o balanço de aminoácidos das mesmas, levando neste caso, ao catabolismo de aminoácidos e à conseqüente deposição de gordura na carcaça. Porém, Silva et al. (2008) observaram aumento na quantidade de gordura abdominal quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de nutrientes (14 e 16% de PB); no entanto, a redução dos nutrientes não influenciou os rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa, dorso e asa.

A redução do nível de proteína bruta da ração pode ser benéfica para o meio ambiente, no entanto, pode prejudicar as características de carcaça, aumentando a gordura abdominal dos frangos de corte, havendo necessidade de definição de níveis adequados de redução deste nutriente da dieta que não comprometa o desempenho das aves (ALMEIDA, 2010).

Avaliando a relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade sobre o desempenho e metabolismo, Rodrigues et al. (2008) relatam que os níveis de PB das rações para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos para 18,5%, sem afetar o desempenho das aves, mas reduzindo a excreção de nitrogênio em 24%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos industriais.

Gomide et al. (2007) trabalharam com planos nutricionais, utilizando frangos machos nas fases de 1 a 22 e de 22 a 42 dias de idade e avaliaram níveis de proteína bruta em rações suplementadas com fitase e aminoácidos industriais não obtiveram diferenças na avaliação dos diferentes planos nutricionais, sendo observadas melhoras no desempenho e rendimento de cortes nobres, quando as aves receberam dietas com teores mais altos de PB nas duas fases de criação.

Estudos feitos por Dari et al. (1995) para avaliar a redução da proteína bruta da ração de 20% para 18,2% sobre a composição de carcaça de frangos de corte constatou que o rendimento de carcaça não foi influenciado pela redução

do nível de PB das rações. Por outro lado, o nível de 18,2% de PB proporcionou menor rendimento de peito e maior porcentagem de gordura abdominal.

Há o consenso entre os autores, quanto ao decréscimo linear da quantidade de lisina digestível da dieta, de acordo com o aumento da idade das aves (AJINOMOTO, 2006; BERTECHINI, 2006; HAN; BAKER, 1991). Sendo assim, a elaboração de novos planos de nutrição, adicionando-se aminoácidos industriais, com base nos fatores de desempenho, de rendimento de carcaça e de cortes nobres em frangos de corte evidencia maior retenção de nitrogênio e melhor deposição de carne na carcaça, o que justifica sua utilização em larga escala, tornando possível suprir a demanda crescente por proteína animal (AJINOMOTO, 2006).

2.4 Níveis de proteína bruta da dieta sobre a excreção de nutrientes

Diversas são as vantagens da redução do teor protéico das dietas propondo, assim, um perfil ideal de aminoácidos. Mas, outra vantagem é de reduzir a contaminação ambiental com nutrientes nas excretas, tais como o fósforo, nitrogênio, cobre, zinco (SANTOS, 2007). A utilização de aminoácidos industriais ajuda na diminuição da poluição ambiental pela diminuição da quantidade de nitrogênio excretado (DOZIER; KIDD; CORZO, 2008; GOMIDE et al., 2007; NAGATA, 2009; ROSTAGNO et al., 2006; SILVA et al., 2006, 2008).

A suplementação com aminoácidos permite reduzir consideravelmente o nível de proteína bruta da dieta sem afetar os rendimentos. Em geral, se aceita que cada ponto percentual de redução no nível de proteína bruta da dieta pode diminuir aproximadamente 10% a excreção total de nitrogênio (SANTOS et al., 2001), o que diminuirá significativamente a concentração de amônia no ar, melhorando o bem estar dos animais (DAPOZA, 2002).

Rodrigues et al. (2005) observaram que é possível reduzir o teor de proteína bruta da dieta de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, e possibilitar uma redução no nitrogênio excretado em aproximadamente 24%. Esta redução representa 8% da excreção de nitrogênio, para cada ponto percentual que se reduziu na proteína bruta da ração.

O efeito de dietas com teores de PB variando entre 21% e 18%, suplementadas com lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano nos níveis de 90%, 100% e 110% dos utilizados pela indústria, para frangos de corte no período de 3 a 6 semanas de idade, sobre a excreção de nitrogênio. Estes autores verificaram que a redução da PB da dieta de 21% para 18% resultou em mais de 20% de redução na excreção diária de nitrogênio e que as aves que consumiram a ração com 18% de PB + 110% de suplementação de aminoácidos apresentaram a maior redução na excreção de nitrogênio (BLAIR et al., 1999). Cauwenberghe e Burnham (2001), também verificaram ser possível uma redução na excreção de nitrogênio de 10% a 15% em aves que consumiram rações com PB reduzida, suplementadas com aminoácidos e que uma redução de 1% no teor de PB da dieta diminuiu a excreção de nitrogênio em 10%.

Ferguson et al. (1998) realizaram um experimento para verificar o efeito do nível protéico sobre a concentração de NH_3 no ar e a excreção de N para a fase de 22 a 43 dias. Os autores verificaram redução na concentração de NH_3 no ar, da umidade da cama e da excreção de N com níveis baixos de proteína na ração. Kerr e Kidd (1999) verificaram que a formulação de ração utilizando o conceito de aminoácidos ideal, combinado com a suplementação de aminoácidos sintéticos reduziu a excreção de nitrogênio pelas aves. Os resultados obtidos por esses autores mostraram que a redução no teor de PB de 19,4% para 18,2%, suplementada ou não com treonina, diminuiu a excreção de nitrogênio de 1,3g/ave/dia para 0,95g/ave/dia, representando uma diminuição de 22,8% na excreção por unidade de redução de PB.

Estudos realizados por Valério et al. (2003), com diferentes níveis de lisina digestível em rações em que se manteve ou não a relação aminoacídica para frangos de corte mantidos em estresse por calor, cujos níveis de lisina variaram de 0,92 a 1,16% de lisina digestível, encontraram efeito 10 quadrático para ganho de peso e consumo de ração, que aumentaram até os níveis de 1,14 e 1,09% de lisina, respectivamente. A conversão alimentar piorou linearmente, mas foi ajustada ao modelo LRP, atingindo um platô no valor estimado de 1,097% de lisina. Para a fase inicial estimaram-se, assim, exigências de 1,14 e 1,22% de lisina digestível em ração convencional e com relação aminoacídica. Já na fase final ocorreram exigências de 0,955 e 1,022% de lisina digestível em ração convencional e com a relação aminoacídica, respectivamente.

2.5 Fitase na nutrição de aves

O interesse no uso de enzimas, em rações para aves, tem aumentado devido ao custo cada vez maior das matérias-primas tradicionais e a busca por outros ingredientes alternativos. Elas também são consideradas como uma forma de reduzir a contaminação ambiental com nutrientes nas excretas, além de aumentar a digestibilidade dos alimentos e o desempenho dos animais. Embora nem sempre se observem benefícios no uso de enzimas, a maioria das pesquisas de alimentação dos animais, indicam uma melhora na digestibilidade dos alimentos e no desempenho e uma redução na quantidade de resíduos nas excretas. Uma melhora significativa na digestibilidade dos alimentos obtida com o uso de enzimas nas dietas permite alterações nas formulações das rações de forma a minimizar o custo, maximizando o uso dos ingredientes energéticos e protéicos das rações, possibilitando o uso de ingredientes alternativos regionais de menor custo, em substituição ao milho e ao farelo de soja.

A fitase tem sido usada nas rações aproximadamente há duas décadas, sendo empregada, principalmente, com o objetivo de melhorar a biodisponibilidade do fósforo e reduzir sua excreção pelas aves, e continua em crescimento a sua utilização. A eficácia da fitase para liberar o fósforo fítico e aumentar a utilização de fontes vegetais para aves ainda não está bem documentada (SELLE et al., 2007). Atualmente, o uso de enzimas em rações para aves tem aumentado devido ao custo, cada vez mais elevado, das matérias-primas tradicionais e a busca por outros ingredientes alternativos. Elas, também são consideradas como uma forma de reduzir a contaminação ambiental com nutrientes nas excretas, tais como o fósforo, nitrogênio, cobre e zinco. Além disso, existe uma grande preocupação com a adição de aditivos antimicrobianos nas rações. Sua utilização, portanto, é uma alternativa para o uso de promotores antibióticos, com o objetivo de aumentar a digestibilidade dos alimentos e o desempenho das aves (SINGH, 2008).

Na literatura há relatos que a partir dos estudos de Nelson et al. (1967), houve evolução biotecnológica para a produção dessa enzima e atualmente se conhece os efeitos na liberação de P fítico para diversas espécies (COWIESON et al., 2009). As pesquisas evidenciaram que nem todo o P é liberado e que a eficiência de liberação é decrescente à medida que se eleva o nível de atividade da enzima na ração. Pôde-se concluir nesses trabalhos que a utilização de 500, 300 e 600 FTU/kg de fitase, conseguem liberar 1,19; 1,14 e 1,16 g de P/kg em rações de suínos, poedeiras comerciais e frangos de corte, respectivamente. Considerando uma margem de segurança de 10%, estes valores correspondem a 5,5 kg de fosfato bicálcico (18% de P) por tonelada de ração ou 0,1 % de P disponível.

O estudo de Choct (2006) demonstrou que a fitase aumenta a disponibilidade do fósforo fítico entre 25 a 50 -70%. Além do fósforo, pesquisas recentes vêm mostrando efeito positivo da fitase em disponibilizar outros

minerais, como cálcio, cobre e zinco, além de aminoácidos e também uma maior disponibilização de energia. Para Lecznieski (2006), o uso da fitase em dietas pode resultar em melhora dos resultados zootécnicos, tais como: melhor formação da estrutura óssea, menor incidência de problemas locomotores e, conseqüentemente, melhor uniformidade dos lotes. Isso é possível pelo fato de, aproximadamente, 30% do requerimento de fósforo dos animais serem garantidos pela fitase.

Vários estudos têm demonstrado que o aproveitamento do fósforo fítico pode ser melhorado com a utilização de enzimas exógenas, como a fitase, que é capaz de hidrolisar o fósforo fítico (AUGSPURGER and BAKER, 2004), liberando outros nutrientes além do fósforo e outros minerais (CROMWELL; COFFEY, 1991; LAN et al., 2002; LAURENTIZ, 2005; RUTHERFURD et al., 2004; SELLE et al., 2007; VIVEIROS et al., 2002). A utilização de enzimas para melhorar a digestibilidade e utilização de ingredientes como farelo de soja, soja integral, farelo de girassol e farelo de colza podem assumir grande importância econômica quando for capaz de reduzir o custo/tonelada da ração produzida ou com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico dos animais. Além disso, a melhor digestibilidade tem efeito sobre a redução de nitrogênio e fósforo fecais (FERNANDES; MALAGUIDO, 2004).

Trabalhos recentes mostraram ser possível reduzir os níveis de nutrientes nas rações, mantendo satisfatoriamente o desempenho das aves e minimizando a excreção de alguns elementos minerais (GOMIDE; RODRIGUES; BERTECHINI, 2011; NAGATA, 2009; NAHM, 2007; SILVA et al., 2006, 2008), quando as rações são suplementadas com fitase nota-se uma melhora no aproveitamento dos nutrientes dos alimentos e implica na possibilidade de formulação de rações com menores quantidades de fontes inorgânicas de fósforo e também de outros nutrientes.

Trabalhos realizados por Meneghetti et al. (2011), avaliando efeito do de altos níveis de fitase em rações para frangos de corte nas fases inicial (1-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias), com níveis de fitase de 1.500; 3.000; 4.500; 6.000; 8.000 e 10.000 FTU/kg de ração mostraram que a utilização de altos níveis de fitase nas dietas tiveram aumento de forma quadrática, sendo que o valor de 5.500 FTU/Kg proporcionou a maior retenção de cálcio. Observaram, também, que houve uma retenção aparente linear crescente de fósforo e redução na excreção destes minerais.

Dozier, Kidd e Corzo (2008), estudando a redução na densidade de aminoácidos, potencial inter-relação de aminoácidos e fitase sobre o desempenho, excreção de nitrogênio e fósforo de frangos de corte, observaram que é necessário determinar uma densidade ótima de aminoácidos para reduzir a excreção de nitrogênio, sem afetar a conversão alimentar. A suplementação com fitase não reduz a excreção de nitrogênio quando as dietas são formuladas com baixa densidade de aminoácidos.

2.6 Níveis de cálcio e fósforo em dietas suplementadas com fitase

O conhecimento dos níveis ideais de cálcio para cada fase do desenvolvimento da ave é de suma importância. Isso porque, esse macromineral é essencial para a formação e a manutenção do esqueleto e seu excesso na dieta pode interferir na disponibilidade de outros minerais, como fósforo, magnésio, manganês e zinco, além de tornar a dieta menos palatável e diluir outros componentes presentes, quando altos níveis da fonte carbonato de cálcio (calcário) são utilizados. Visto a importância da fitase e o fator antinutricional do fitato, é importante avaliar os níveis adequados de cálcio e Pdisp para as aves, nas diferentes fases de criação, quando se utiliza fitase.

A interação entre cálcio e fitase foi questionada por Bruyne e Felde (2000), pois segundo ele o cálcio em níveis elevados pode se complexar com o ácido fítico, pois a fitase também disponibiliza o Ca da dieta que levaria os níveis deste mineral no lúmen intestinal, podendo comprometer a ação da fitase, assim como para as poedeiras, a relação Ca:P é muito importante nas dietas para frangos de corte. O nível de cálcio na dieta também se torna um importante fator a ser considerado ao suplementar a dieta com fitase, pois o cálcio em altas concentrações pode precipitar o fitato formando um complexo insolúvel Ca-fitato no intestino, além de competir pelos mesmos sítios de atividade da enzima.

Geralmente, as rações de aves são formuladas basicamente com milho e farelo de soja e, nesses ingredientes, assim como em qualquer outro ingrediente vegetal, o conteúdo de fósforo apresenta uma disponibilidade de apenas 33%, à exceção do farelo de arroz, cuja disponibilidade do fósforo é de 20% (ROSTAGNO et al., 2000). A indisponibilidade de quase $\frac{2}{3}$ do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal ocorre porque ele se encontra ligado ao inositol, formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato de inositol, um ânion reativo que pode formar complexos orgânicos minerais, nutricionalmente importantes, com o cálcio, zinco, manganês, cobre e ferro, representando um dos principais fatores antinutricionais que afetam a disponibilidade desses minerais para monogástricos (BANKS et al., 2004; BATAL; PARSONS, 2002; BIEHL; BAKER, 1997; PARSONS; ZHANG; ARABA, 1998; RAVIDRAN; BRYDEN; KORNEGAY, 1995). Penz Junior e Vieira (1998), também, relacionou um efeito negativo do ácido fítico sobre a digestibilidade de aminoácidos a disponibilidade do fósforo e um comprometimento na absorção de cálcio e outros microminerais (cobre e zinco, por exemplo), o que ocasiona maior excreção destes nutrientes.

Cálcio e fósforo interagem-se, de forma que o excesso ou a diminuição de um deles possa afetar a utilização do outro pelo corpo animal. Assim, a relação cálcio:fósforo é em torno de 2:1 e varia pouco (SCOTT et al., 1997), e esta relação influencia a atividade da fitase, que é reduzida com a elevação do nível de cálcio da ração (QIAN et al., 1996). Em rações práticas suplementadas com fitase, essa relação parece mais crítica do que quantidades individuais desses minerais. A elevação da proporção de cálcio:Pdisp reduz significativamente o desempenho de frangos alimentados com rações à base de milho e farelo de soja, suplementadas com fitase (LEESON, 1999), provavelmente por causa da reação do cálcio com o ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que precipita e não pode ser atacado pela fitase.

Tejedor et al. (2001) relataram que a adição da fitase em dietas à base de milho e farelo de soja melhorou os coeficientes de digestibilidade médios da MS, PB e EB, os valores de energia digestível ideal aparente das rações e a digestibilidade do Ca e P em ambos os níveis de Ca e Pdisp. Silva et al. (2008) relataram melhora de 11,2% no coeficiente de retenção e redução de mais de 50% na excreção relativa de fósforo, na fase inicial, quando as aves receberam ração com 0,34% de fósforo disponível, suplementada com 500 FTU/ kg de ração. Relatam, também, que a excreção de fósforo e cálcio das aves que consumiram rações com teores de fósforo e cálcio reduzidos suplementadas com 500 FTU/kg, na fase de crescimento, correspondendo a 51,2% e 69,5% da excreção de cálcio e fósforo das aves que consumiram a ração controle. Nas dietas de aves e suínos suplementadas com fitase, Lima et al. (2002) observaram redução na excreção de fósforo nas fezes em 20 a 30% e aumento na disponibilidade de outros nutrientes, tais como minerais (cálcio, zinco e cobre), proteínas, aminoácidos e energia, reduzindo as excreções e, conseqüentemente, diminuindo a contaminação ambiental com estes resíduos.

Segundo Dale (1983), a absorção adequada de fósforo só ocorre se a concentração de cálcio na dieta for ideal. A deficiência de cálcio limita o aproveitamento do fósforo absorvido e o excesso tende a reagir com o fósforo, complexando-o no intestino, tornando-o assim, menos disponível. Para Sebastian et al. (1996), os quais concluíram que o menor nível de cálcio estudado (0,66%) foi o que apresentou o melhor desempenho para os animais com a suplementação de fitase.

Neste contexto, McKnight (1999) relata que níveis de cálcio acima de 0,70% em pH 6,0 permitem a reação do cálcio e ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que é um complexo inacessível à fitase pela competição do cálcio pelos sítios ativos da enzima (Wise, 1983). Assim, para o desarranjo máximo do fitato, é necessário que os níveis de cálcio mantenham uma relação de cálcio:Pdisp de 1,71:1 a 3:1 (Beers; Jongbloed, 1992), embora Kornegay (1996) mencione que não é conhecido se o fósforo disponível influencia a atividade da fitase.

Recentemente, Cardoso Júnior et al. (2009) fizeram um estudo sobre a determinação de níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase, para frangos de corte na fase de 8 a 35 dias de idade e concluíram que os níveis de cálcio e fósforo disponíveis da ração podem ser reduzidos para 0,55 e 0,275 %, respectivamente, para aves na fase de 8 a 35 dias de idade, sem afetar o desempenho e porcentagem de cinzas ósseas, quando suplementadas com 500 FTU de fitase por kg de ração. Segundo Gomide et al. (2007) a utilização de fitase aumenta a disponibilidade do fósforo da ração e reduz sua excreção, além disso permite formular rações com menores quantidades de fosfato bicálcico. Os autores observaram que a redução de fósforo disponível da ração de 0,45 para 0,34% na fase inicial não prejudicou o desempenho dos frangos e reduziu a excreção de fósforo em 25,7%.

Segundo Viveros et al. (2002) a inclusão de 500 FTU/kg na dieta, melhorou em 6,3% o ganho de peso e não houve efeito de consumo e eficiência alimentar em frangos de corte durante o período de seis semanas. A retenção de fósforo aumentou em 10,1% no mesmo período e a retenção de Ca, Mg, e Zn aumentou, respectivamente, 15, 23 e 93,6%. Além disso, a excreção de P e Ca foi reduzida em 6,3 e 2,7% nos frangos que se alimentaram das dietas com baixo P total adicionado à enzima.

Os mecanismos que descrevem os efeitos da enzima sobre a utilização de energia são desconhecidos. Sabe-se que a melhora na digestibilidade das proteínas é, em parte, responsável pelo aumento da energia disponível. Porém, dados de Ravindran et al. (2000) mostraram que a fitase promove aumento na utilização de energia independentemente dos efeitos sobre a digestão de aminoácidos. Isso ocorre pelo fato de que, no trato digestório, os minerais complexados com o ácido fítico formam, juntamente com os lipídeos, reações de saponificação, prejudicando a utilização de lipídeos. A fitase, neste caso, age liberando o complexo fitato-mineral e impedindo a formação destes sabões metálicos, o que possibilita uma melhor utilização da energia derivada dos lipídeos. Algumas pesquisas indicam que a utilização de fitase também apresenta efeito sobre a digestibilidade de outros nutrientes, tais como proteínas e aminoácidos (Sebastian et al., 1996) e melhora a utilização de energia das rações (Ravindran et al., 2000).

Lan et al. (2002), ao avaliarem os valores de energia metabolizável de rações à base de milho e farelo de soja, observaram que a adição da fitase microbiana nos níveis de 250 e 500 FTU/kg em rações com baixo nível de fósforo proporcionou valores de energia metabolizável aparente (EMA) superiores aos encontrados em uma ração com nível normal de fósforo e sem suplementação enzimática. Incremento na utilização da energia metabolizável

aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) também foi observado por Farrel et al. (1993).

Diante do exposto na literatura torna-se necessário a realização de mais pesquisas que visem utilizar estratégias nutricionais que permitam uma produção de frango de corte com baixo custo, máximo desempenho sem que haja efeitos negativos sobre o meio ambiente, principalmente, no sentido de elucidar resultados controversos na literatura, objetivando definir níveis nutricionais dietéticos que proporcionem o bom desempenho das aves e minimizem a excreção de nutrientes ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AFTAA ACTUALITÉS. La nutrition protéique des porcs et des volailles: les acides aminés. **Aftaa**, Rennes, n. 15, p. 1-4, nov. 2002.

AJINOMOTO. **Níveis de lisina digestível para frangos de corte de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade**. São Paulo, 2006. 7 p. (Relatório de Pesquisa, 50). Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>>. Acesso em: 17 set. 2011.

ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. de C.; ROSTAGNO, H. S. Uso da proteína ideal na formulação de dietas para aves. **Avicultura Industrial**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 28-32, jul. 2011.

ALBINO, L. F. T. et al. Efeito da suplementação da enzima fitase sobre o metabolismo de poedeiras. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, p. 152-155, 2008. Suplemento.

ALMEIDA, É. U. de. **Níveis de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade**. 2010. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, 2010.

APOLÔNIO, L. R. et al. Digestibilidade ileal de aminoácidos de alguns alimentos, determinada pela técnica da cânula t simples com suínos. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 605-614, maio/jun. 2003.

ARAÚJO, L. F. **Estudos de diferentes critérios de formulação de rações, com base em perfis de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte**. 2001. 123 p. Tese (Doutorado in Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

AUGSPURGER, N. R. and BAKER, D. H. High dietary phytase levels maximize phytate-phosphorus utilization but do not affect protein utilization in chicks fed phosphorus- or amino acid-deficient diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 4, p. 1100-1107, Apr. 2004.

AVISITE. **Estatísticas e preços**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/economia/prodfran.asp>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

BANKS, K. M. et al. Effects of cooper source on phosphorus retention in broiler chicks and laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, Aug. 2004.

BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 4, p. 400-407, Apr. 2002.

BEERS, S.; JONGBLOED, A. W. Effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for piglets on their performance and apparent digestibility of phosphorus. **Animal Production**, Edinburgh, v. 55, n. 3, p. 425-430, June 1992.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 301 p.

BIEHL, R. R.; BAKER, D. H. Microbial phytase improves amino acid utilisation in young chicks fed diets based on soybean meal, but not in diets based on peanut meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 3, p. 355-360, Mar. 1997.

BLAIR, R. et al. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied of Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, Feb. 1999.

BRAGA, P. J.; BAIÃO, C. N. O conceito de proteína ideal na formulação de ração para frangos de corte. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n. 34, p. 29-37, 2001.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect to low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, Aug. 2002.

BRUYNE, K.; FELDE, A. von. Quality feed phosphates strategies for implementing digestible phosphorus. **Feed Magazine**, Ajax, v. 5, n. 2, p. 210-215, 2000.

CARDOSO JÚNIOR, A. et al. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 6, p. 1237-1245, jun. 2010.

CAUWENBERGHE, S. V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge. **Proceedings...** Blankenberge: Poultry Research Foundation, 2001. 1 CD-ROM.

CELLA, P. S. et al. Planos de nutrição para frangos de corte no período de 1 a 49 dias de idade mantidos em condições de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 425-432, mar./abr. 2001.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **Word's Poultry Science Journal**, Wageningen, v. 62, n. 1, p. 5-15, Mar. 2006.

COBB-VANTRESS BRASIL. **Guia de manejo para frangos de corte Cobb 500**. Guapiaçu, 2005. 58 p.

COELHO, C. N.; BORGES, M. **O complexo agroindustrial da avicultura**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2011.

COSTA, F. G. P. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte Ross, no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. 1 CD-ROM.

COWIESON, A. J. et al. Phytate and microbial phytase: implications for endogenous nitrogen losses and nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 65, n. 3, p. 401-418, June 2009.

CROMWELL, G. L.; COFFEY, R. D. Phosphorus: a key essential nutrient, yet a possible major pollutant: its central role in animal nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 7., 1991, Nicholasville. **Proceedings...** Nicholasville: Alltech Technical, 1991. p. 133-145.

- DALE, N. Necessidades de fósforos para pollos. **Avicultura Professional**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 80-83, 1983.
- DAPOZA, C. El papel de los aminoácidos comerciales en la producción avícola. **Selecciones Avícolas**, Arenys, v. 44, n. 8, p. 513-518, Aug. 2002.
- DARI, R. L. et al. Use of digestible amino acids and the concept of ideal protein in feed formulation for broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, n. 2, p. 195-203, 2005.
- DOZIER, W. A.; KIDD, M. T.; CORZO, A. Dietary amino acid responses of broiler chickens. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 17, n. 1, p. 157-167, 2008.
- FARIA FILHO, D. E. de et al. Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance, and nitrogen excretion of broiler chickens from 7 to 21 days of age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 4, p. 247-253, Oct./Dec. 2005.
- _____. Protein levels for heat-exposed broilers: performance, nutrients digestibility, and energy and protein metabolism. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 6, n. 3, p. 187-194, June 2007.
- FARREL, D. J. et al. The beneficial effects of a microbial phytase in diets of broilers chickens and duck-lings. **Journal Animal Physiology**, Berlin, v. 69, n. 3, p. 278-283, June 1993.
- FERGUSON, N. S. et al. The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 1481-1487, Oct. 1998.
- FERNANDES, P. C. C.; MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 11., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APINCO, 2004. p. 117-129.
- GOMES, P. C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1734-1746, 2004. Suplemento.

GOMIDE, E. M. et al. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1769-1774, nov./dez. 2007.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 450-457, maio/jun. 2011.

HACKENHAAR, L.; LEMME, A. Como reduzir o nível de proteína em rações de frangos de corte, garantindo performance e reduzindo custos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7.; SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Avesui Centro-Oeste, 2005. 1 CD-ROM.

HAN, Y.; BAKER, D. H. Digestible lysine requirement of fast- and slow-growing broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2108-2114, Dec. 1991.

HAN, Y. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diets for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1168-1178, July 1992.

HENRY, Y. et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 1873-1887, Oct. 1992.

HUSSEIN, A. S. et al. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 10, n. 4, p. 354-362, Apr. 2001.

KERR, B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low protein broiler diets 2: formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 3, p. 310-320, May 1999.

KORNEGAY, E. T. **Nutrient of management of food animals to enhance and protect the enviroment**. Danvers: CRC, 1996. 279 p.

LAN, G. Q. et al. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 1522-1532, Oct. 2002.

LAURENTIZ, A. C. de. **Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental**. 2005. 131 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LECKZIENSKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AVESUI, 2006. 1 CD-ROM.

LECLERCQ, B. El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos. In: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 14., 1998, Paris. **Resumes...** Paris: INRA, 1998. 1 CD-ROM.

LEESON, S. Enzimas para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 10., 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p. 173-185.

LIMA, A. C. F. et al. Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com suplementação enzimática e probiótica. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 153-157, 2002.

MACK, S.; PACK, M. Desenvolvimento de carcaça de frango: influência dos aminoácidos da dieta. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 2000. p. 145-160.

MCKNIGHT, W. F. The impact of phytase and high available phosphorus corn on broiler performance and phosphorus excretion. In: BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 9., 1999, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: BASF, 1999. p. 57-66.

MELLO, J. P. F. d'. **Amino acids in animal nutrition**. 2nd ed. Edinburgh: CAB International, 2003. 263 p.

MENEGHETTI, C. et al. Altos níveis de fitase em rações para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 624-632, 2011.

MIYADA, V. S. Uso do conceito de proteína ideal na alimentação e nutrição de suínos. In: MATTOS, W. R. S. (Org.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: SBZ/FEALQ, 2001. v. 2, p. 195-201.

MOURA, A. M. A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos: conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 1, n. 1, p. 31-34, jul./ago. 2004. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/Arquivos/004V1N1P31_34_JUL2004.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

NAGATA, A. K. Uso do conceito de proteína ideal em r rações com diferentes níveis energéticos, suplementadas com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 599-605, mar./abr. 2009.

NAHN, K. H. Efficient phosphorus in poultry feeding to lessen the enviromental impact of excreta. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 63, n. 5, p. 625-645, Sept. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of poultry**. 9nd ed. Washington: National Academy of Science, 1994. 155 p.

NELSON, T. S. The utilization of phytate phosphorus by poultry: a review. **Poultry Science**, Champaign, v. 46, p. 862-871, 1967.

PARSONS, C. M.; ZHANG, Y.; ARABA, Y. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 5, p. 1016-1019, May 1998.

PENZ JUNIOR, A. M. Efeito da nutrição na preservação do meio ambiente. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2003, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: UFPR, 2003. p. 95-109.

PENZ JUNIOR, A. M.; VIEIRA, S. L. Nutrição na primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 5., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p. 121-139.

PINTO, R. **Exigência de metionina mais cistina e de lisina para codornas japonesas nas fases de crescimento e de postura.** 2002. 104 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

QIAN, H. et al. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and others tibial bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 618-626, May 1996.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L.; KORNEGAY, E. T. Phytates: occurrence, biavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, Nortwood, v. 6, n. 2, p. 125-143, 1995.

RAVINDRAN, V. et al. Response of broilers to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels: II., effects on nutrient digestibility and retention. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 41, n. 2, p. 193-200, May 2000.

REZAEI, M. et al. The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 3, n. 2, p. 148-152, Feb. 2004.

RODRIGUES, K. F. et al. Relação lisina digestível: proteína bruta em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade: desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 450-457, maio/jun. 2008.

RODRIGUES, P. B. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis de proteína e aminoácidos em rações de pinto de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, p. 49-52, 2002. Suplemento.

_____. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

_____. Uso da proteína ideal para formular dietas de frangos de corte. In: SEMINÁRIO TÉCNICO AJINOMOTO BIOLATINA, 2., 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: Ajinomoto Biolatina, 2006. 1 CD-ROM.

RUTHERFURD, S. M. et al. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytase phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 61-68, Jan. 2004.

SANTOS, G. C. **Uso do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte.** Diamantina: UFVJM, 2007. 25 p.

SANTOS, R. et al. Efeito da diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em rações com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, p. 31-33, 2001. Suplemento.

SCOTT, T. A. et al. Benefícios de las dietas con amino acidos balanceados. **Avicultura Profesional**, Athens, v. 15, n. 2, p. 31-34, 1997.

SEBASTIAN, S. et al. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 2, p. 729-736, Feb. 1996.

SELLE, P. H. et al. Effects of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilisation of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, Seoul, v. 20, n. 6, p. 1100-1107, Dec. 2007.

SILVA, Y. L. et al. Níveis de proteína bruta e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade: 2., valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 469-477, maio/jun. 2008.

_____. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade: desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 840-848, maio/jun. 2006.

SINGH, P. K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 64, n. 5, p. 553-577, Sept. 2008.

SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 952-961, July 2004.

SKLAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, London, v. 43, n. 2, p. 442-449, Apr. 2002.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. p. 1-17.

TEJEDOR, A. A. et al. Efeito da adição da fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 802-808, maio/jun. 2001.

TOLEDO, G. S. de et al. Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte, machos e fêmeas, criados no inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1927-1931, nov./dez. 2004.

VALÉRIO, S. R. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 361-371, mar./abr. 2003.

VASCONCELLOS, C. H. de F. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1039-1048, jul./ago. 2010.

VIANA, M. T. S. et al. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1074-1080, nov./dez. 2009.

VIDAL, T. Z. B. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta e suplementação de L-glicina sobre o desempenho de frangos de corte machos de um a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD ROM.

VIEIRA, B. S. et al. Protein levels for heat-exposed broilers: performance, nutrients digestibility, and energy and protein metabolism. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 6, n. 3, p. 187-194, June 2007.

VIEIRA, S. L. **Planos nutricionais para frangos de corte machos**: relatório de pesquisa 50 Ajinomoto. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/RE_50_pdf\(2\).pdf](http://www.lisina.com.br/upload/RE_50_pdf(2).pdf)>. Acesso em: 17 out. 2011.

VIVEIROS, A. et al. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, Aug. 2002.

WISE, A. Dietary factors determining the biological activity of phytates. **Nutrition Abstracts and Reviews in Clinical Nutrition**, Farnham, v. 53, n. 3, p. 791-806, June 1983.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

**ARTIGO 1 Planos alimentares para frangos de corte com rações
suplementadas com fitase e redução nos níveis de cálcio e fósforo, utilizando
rações formuladas com o conceito de proteína ideal**

¹OLIVEIRA, J. E. F.; RODRIGUES, P.B. et al.

¹Federal University of Lavras – Animal Science Department – Cx. P. 3037 –
37200-000 – Lavras, MG, Brazil – Jeferson@ifmg.edu.br

RESUMO

Conduziram-se dois experimentos para estudar os efeitos de planos nutricionais elaborados com o conceito de proteína ideal utilizando rações com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), 0,30 de cálcio (Ca) e 0,15 fósforo disponível (Pdisp.) pontos percentuais, respectivamente, e suplementadas com (750 FTU/kg de ração) para avaliar o desempenho frangos de corte de 8 a 42 dias de idade divididos nas fases de (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias). No experimento de desempenho utilizaram-se 875 frangos machos. Os tratamentos foram sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições com 25 aves/box. No experimento de metabolismo utilizaram-se 300, 240 e 180 frangos machos (cinco frangos de 8 a 21; quatro de 22 a 35 e três de 36 a 42 dias)/gaiola, respectivamente, alimentados com os mesmos tratamentos utilizados no experimento de desempenho para avaliar o balanço de nutrientes. No experimento de desempenho os PN1 e PN2 tiveram a melhor CA ($P<0,05$), mas aves que receberam o PN2 reduziram o CR. Os PNs com níveis reduzidos de PB tiveram os maiores CR e piores valores de CA ($P<0,05$). O GP não foi influenciado pelos tratamentos. Rendimento de carcaça, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal não foram influenciados ($P>0,05$). O rendimento de peito aumentou nos PN3 a PN6 ($P<0,05$), o PN7 teve o pior ($P<0,05$) rendimento, mesmo sendo suplementado com aminoácidos industriais. No experimento de metabolismo o consumo de cálcio e fósforo reduziram em 31,80% e 24,6 %, respectivamente, ($P<0,05$) entre o PN2 e PN1. As aves alimentadas com os PN3 a PN7 excretaram até 64,5 % menos cálcio e 38 % menos fósforo ($P<0,05$). Consequentemente, retiveram, em média, 37 % mais Ca ($P<0,05$) em relação ao PN1. A retenção de fósforo foi maior nos PN3 a PN7. As aves alimentadas com PN2 a PN7 aproveitaram melhor o fósforo. O consumo de nitrogênio reduziu ($P<0,05$), em média, 4,5 % nos PN3 a PN7. As aves alimentadas com os PN3 a PN7 excretaram, em média, 4 % menos nitrogênio e o PN7 excretou 20,9 % menos ($P<0,05$) nitrogênio do que o PN1. A energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) foi maior ($P<0,05$) quando a aves receberam R1 e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CD_{MS}) foi menor ($P<0,05$) nas R2 de 8 a 21 dias idade. Na fase de 21 a 35 dias idade a EMAn e CD_{MS} não foram afetados ($P>0,05$). Na fase de 35 a 42 dias de idade a EMAn não foi influenciada ($P>0,05$), mas o CD_{MS} piorou ($P<0,05$) com a redução de proteína.

Palavras-chave: Fitase. Proteína Ideal. Frango de Corte. Aminoácidos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to study the effects of nutritional plans designed with the concept of using ideal protein diets with low levels of crude protein (CP), 0.30 (Ca) and 0.15 available phosphorus, percentage points, respectively, and supplemented with (750 FYT/kg diet) to evaluate the performance of broilers from 8 to 42 days of age divided into phases (8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 days). In the performance experiments were used 875 male chicks. The treatments were seven nutritional plans (NP) and five replicates with 25 chicks/box. In the metabolism experiment were used 300, 240 and 180 male chicks (five of 8 to 21; four of 22 to 35 and three of 36 to 42 days)/cage, respectively, fed with the same treatments used in the performance experiment to evaluate the balance of nutrients. In the performance experiment the NP1 and NP2 had the best FC ($P<0.05$), but chicks that fed the NP2 reduced the FI. The NPs with reduced levels of CP had the highest FI and worst values of FC ($P<0.05$). The weight gain (WG) was not affected by treatments. Carcass yield, thigh + drumstick and abdominal fat were not affected ($P>0.05$). The increased breast yield in the NP3 to NP6 ($P<0.05$), to NP7 had the worst ($P<0.05$) yield, even being supplemented with industrial amino acids. In the experiment of metabolism the consumption of calcium and phosphorus decreased into 31.80% and 24.6% respectively, ($P<0.05$) between NP2 and NP1. The chicks fed with the NP3 to NP7 excreted until 64.5% less calcium and 38% less phosphorus ($P<0.05$). Consequently, retained on average, 37% more Ca ($P<0.05$) compared to NP1. The breast yield was higher in the NP3 to NP7. The chicks fed with NP2 to NP7 took better the phosphorus. The nitrogen consumption decreased ($P<0.05$), on average, 4.5% in the NP3 to NP7. The poultry fed with the NP3 to NP7 excreted, on average, 4% less nitrogen and the NP7 excreted 20.9% less ($P<0.05$) nitrogen than NP1. The apparent metabolizable energy (AME) was higher ($P<0.05$) when the chicks received R1 and the coefficient digestibility of dry matter (DMDC) was lower ($P<0.05$) in R2 from 8 to 21 days of age. In the stage 21 to 35 days of age the AME and DMDC were not affected ($P>0.05$). In the stage 35 to 42 days of age AME was not influenced ($P>0.05$), but the DMDC worsened ($P<0.05$) with reduction of protein.

Keywords: Phytase. Ideal Protein. Broilers. Amino acids.

1 INTRODUÇÃO

O aumento na produção de frango de corte requer uma produção de insumos e principalmente para rações, uma vez que esta tem aumentado cada vez mais, implicando em um considerável aumento proporcional no volume de excretas. As aves eliminam aproximadamente cerca de 80 % dos nutrientes ingeridos, sendo o restante, aproximadamente 20% são eliminados nas excretas, que contém consideráveis, quantidades de nitrogênio, fósforo e outros (CAUWENBERGHE; BURNHAM, 2001), que se tornam elementos poluentes ambientais do ar, do solo e das águas, e principalmente nas áreas de grande produção avícola (COWIESON, 2011).

Para melhorar a eficiência da utilização dos nutrientes das rações, a redução nos níveis de cálcio e fósforo tem sido adotada em conjunto com a suplementação com fitase para reduzir a excreção de elementos poluentes, principalmente o fósforo pelas aves (GOMIDE et al., 2011). A adição de fitase nas rações para aves certamente melhora a utilização do fósforo fítico Augspurger and Baker (2004) e diminui a quantidade excretada destes nutrientes, e aumenta a disponibilidade de energia e aminoácidos dos alimentos Cowieson et al. (2011). A partir da liberação do P, estes elementos também são liberados e contribuem para melhor aproveitamento dos mesmos, implicando em redução na suplementação (Santos, 2007).

Com relação a utilização de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta sabe-se que o excesso de proteína nas rações, além de causar o desbalanço de aminoácidos, gera maior gasto energético ao animal, redução na eficiência alimentar, desperdício de matéria-prima, maior excreção de nitrogênio no ambiente, atendendo às necessidades em aminoácidos essenciais (Faria Filho & Torres, 2007), a suplementação com aminoácidos pode melhorar o balanço aminoacídico, resultando em um melhor aproveitamento destes nutrientes

dietéticos. No entanto, associado ao uso de fitase, este efeito pode ser reduzido em função do aumento na disponibilidade de aminoácidos dietéticos conferido pela enzima. Desta forma, o estudo de planos nutricionais combinando diferentes relações entre nutrientes para frangos de corte é importante para melhorar o aproveitamento de nutrientes pelas aves.

Objetivou-se com o estudo avaliar, por meio do desempenho e balanço de nutrientes e energia, diferentes planos nutricionais formulados no conceito de proteína ideal, níveis reduzidos de cálcio e fósforo disponível, suplementadas com fitase e aminoácidos industriais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos, um de desempenho e um de metabolismo foram conduzidos simultaneamente no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais, no período de maio a junho de 2010. No total, foram utilizados 1175 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, com peso inicial de $155 \pm 1,4$ g aos oito dias de idade.

No experimento de desempenho foram utilizados 875 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, com peso inicial de $155 \pm 1,4$ g aos 8 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constituídos por sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições e 25 frangos. As aves fases avaliadas foram de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. O período experimental foi de 34 dias.

Os planos experimentais utilizados durante o desenvolvimento das aves consistiram em combinações de diferentes níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo (Tabela 1). As rações foram isoenergéticas e formuladas à base de milho e de farelo de soja, segundo níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005) e as demais rações foram formuladas utilizando o conceito de proteína ideal (Tabela 2). Os níveis de cálcio e o fósforo foram reduzidos em 0,30 de e 0,15 de, pontos percentuais, respectivamente e suplementadas com 75g de fitase/tonelada de ração (750 FTU/ tonelada de ração) - RONOZIME NP CT 10000 FTU/g. . Adicionou-se carbonato de potássio para o ajuste do (BE) balanço eletrolítico entre as rações adotando a fórmula de Mongin (1981).

Os parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) foram avaliados ao final de cada fase e, aos 42 dias de idade. O consumo médio de ração/ ave na fase experimental foi obtido pela diferença entre a ração fornecida (valor do consumo total de ração) e a sobra de

cada parcela (divisão pelo número médio de aves vivas) no período. Quando ocorria alguma mortalidade, a ração era pesada e o número de aves que permanecia na parcela, anotado.

O ganho de peso médio foi determinado pela pesagem de todos os frangos de cada *box* ao final das fases (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idades) pela divisão do peso total das aves da parcela pelo número de aves vivas da respectiva parcela, sendo o resultado subtraído pelo peso médio inicial das aves. A conversão alimentar foi obtida pela divisão do consumo médio de ração pelo ganho médio de peso dos frangos em cada unidade experimental.

Os parâmetros de carcaça foram avaliados aos 42 dias de idade, depois de jejum de 12 horas, onde retirou-se 2 frangos/parcela, para que apresentaram o peso médio da respectiva parcela utilizando-se como critério de escolha ($\pm 5\%$ do peso médio) da parcela experimental para serem abatidas por deslocamento cervical, sangradas, depenadas e foram evisceradas e as carcaças (sem cabeça, pés e gordura abdominal) pesadas. Na determinação do rendimento de carcaça, considerou-se o peso da carcaça limpa e eviscerada (sem cabeça, pés e gordura abdominal) em relação ao peso vivo após o jejum, obtido antes do abate. O rendimento de peito, coxa + sobrecoxa e a percentagem de gordura abdominal foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

No experimento de metabolismo foram utilizados 300, 240 e 180 pintos machos de $155 \pm 1,4\text{g}$ distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constituídos por sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições por tratamentos compostos por (cinco frangos de 8 a 21; quatro de 22 a 35 e três de 36 a 42 dias)/gaiola.

A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, e teve duração de três dias, sempre ao final de cada fase, conforme metodologia de coleta total de excretas, descrita por Rodrigues (2005).

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA onde determinaram-se a matéria seca e nitrogênio das amostras. A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica modelo Parr -1261. O a determinação do nitrogênio foi utilizado o método Kjeldahl - AOAC, (1990). Os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações experimentais foram determinados utilizando a equação descrita por Matterson et al. (1965).

EMAn da ração (kcal/kg) = (EB ingerida – (EB excretada + 8,22 x BN))/MS ingerida.

Onde EB = energia bruta, BN = balanço de nitrogênio (N ingerido – N excretado); MS = matéria seca

As análises de cálcio e fósforo das rações e nas excretas foram realizadas, respectivamente, pelo método de titulação com permanganato de potássio e “colorimetria”, seguindo metodologia apresentada por de Silva (2002).

Para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_{MS}) e de retenção do nitrogênio, cálcio e fósforo, utilizou-se a seguinte fórmula:

CD = ((g de nutriente ingerido – g de nutriente excretado)/g de nutriente ingerido))*100.

Foram analisados o ganho de peso das aves, o consumo de ração, a conversão alimentar, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, a ingestão, excreção e retenção do nitrogênio, cálcio e fósforo e os valores de EMAn das rações experimentais.

Os planos nutricionais estão na Tabela 1:

Tabela 1 Planos nutricionais experimentais (PN)

Planos Nutricionais (PN)	Fases (dias)		
	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	Níveis de PB na ração (%)		
PN1 – (21,0% - 19,0% - 18,0%) PB sem fitase	21,0	19,0	18,0
PN2 – (21,0% - 19,0% - 18,0%) PB com fitase	21,0	19,0	18,0
PN3 – (20,0% - 17,0% - 15,0%) PB com fitase	20,0	17,0	15,0
PN4 – (19,0% - 17,0% - 16,0%) PB com fitase	19,0	17,0	16,0
PN5 – (19,0% - 17,0% - 15,0%) PB com fitase	19,0	17,0	15,0
PN6 – (19,0% - 16,0% - 15,0%) PB com fitase	19,0	16,0	15,0
PN7 – (18,0% - 16,0% - 15,0%) PB com fitase	18,0	16,0	15,0

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5%. Toda análise estatística foi realizada no programa computacional SAEG - Sistemas para Análises Estatísticas, versão 9.0.

Tabela 2 Composição percentual e calculada das dietas experimentais

Ingredientes (%)	8 a 21 dias					22 a 35 dias				36 a 42 dias			
	21%	21%	20%	19%	18%	19%	19%	17%	16%	18%	18%	16%	15%
	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
Milho moído	56,8	56,8	62,1	64,8	67,3	60,6	60,6	68,4	70,7	63,4	63,4	71,6	74,0
Farelo de soja	36,1	36,1	33,0	30,4	27,8	31,1	31,1	25,4	22,8	29,1	29,1	22,6	20,0
Óleo de soja	2,998	2,998	1,758	1,408	1,113	3,960	3,960	2,450	2,210	4,000	4,000	2,500	2,240
Fosfato bicálcico	1,748	0,952	0,959	0,973	0,988	1,626	0,862	0,884	0,900	1,470	0,680	0,710	0,710
Calcário calcítico	0,985	0,675	0,686	0,693	0,698	0,941	0,642	0,659	0,665	0,870	0,570	0,600	0,600
Sal comum	0,492	0,492	0,491	0,491	0,491	0,470	0,470	0,469	0,469	0,440	0,440	0,440	0,441
L-Lisina HCl (78%)	0,135	0,135	0,222	0,301	0,380	0,193	0,193	0,358	0,435	0,180	0,180	0,368	0,450
DL-Metionina (99%)	0,228	0,228	0,245	0,266	0,287	0,229	0,229	0,268	0,289	0,202	0,202	0,246	0,282
L-Treonina (98,5%)	0,025	0,025	0,060	0,095	0,130	0,045	0,045	0,116	0,151	0,034	0,034	0,114	0,150
L-Triptofano (98,5%)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,012	-	-	0,004	0,117
L-Arginina (99%)	-	-	-	-	0,072	-	-	0,069	0,144	-	-	0,187	0,162
L-Glicina + Serina (99%)	-	-	0,050	0,144	0,237	-	-	0,089	0,182	-	-	0,094	0,187
L-Isoleucina (99%)	-	-	-	-	0,037	-	-	0,054	0,098	-	-	0,061	0,105
L-Valina (99%)	-	-	-	0,047	0,089	0,013	0,013	0,098	0,140	-	-	0,096	0,138
Carbonato de potássio	-	-	0,070	0,142	0,215	-	-	0,146	0,219	-	-	0,169	0,241
Suplemento vitamínico ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,040	0,040	0,040	0,040	0,020	0,020	0,020	0,020
Salinomicina (12%)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	-	-	-	-
Bacitracina de Zn (15%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	-	-	-	-
Fitase	-	0,008	0,008	0,008	0,008	-	0,008	0,008	0,008	-	0,008	0,008	0,008
Inerte	0,200	1,300	0,073	0,026	0,025	0,565	1,620	0,346	0,334	0,263	1,316	0,213	0,180
Composição calculada													
Proteína bruta (%)	21,0	21,0	20,0	19,0	18,0	19,0	19,0	17,0	16,0	18,0	18,0	16,0	15,0
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150

“Tabela 2, conclusão”

Ingredientes (%)	8 a 21 dias					22 a 35 dias				36 a 42 dias			
	21%	21%	20%	19%	18%	19%	19%	17%	16%	18%	18%	16%	15%
	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
Cálcio (%)	0,879	0,580	0,580	0,580	0,580	0,824	0,536	0,536	0,536	0,764	0,460	0,460	0,463
Fósforo disponível (%)	0,440	0,290	0,290	0,290	0,290	0,411	0,267	0,267	0,267	0,386	0,231	0,231	0,231
Sódio (%)	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,205	0,205	0,205	0,205	0,197	0,198	0,198	0,198
Cloro (%)	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,328	0,328	0,328	0,328	0,316	0,316	0,316	0,316
Potássio (%)	0,820	0,820	0,779	0,818	0,818	0,739	0,739	0,739	0,739	0,831	0,831	0,710	0,710
Lisina (%)	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,073	1,073	1,073	1,073	1,017	1,017	1,017	1,017
Metionina+Cistina (%)	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,773	0,773	0,773	0,773	0,732	0,732	0,706	0,706
Metionina (%)	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,423	0,423	0,423	0,423	0,470	0,470	0,407	0,470
Treonina (%)	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745	0,697	0,697	0,697	0,697	0,664	0,664	0,664	0,664
Triptofano	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,211	0,211	0,211	0,211	0,201	0,201	0,201	0,201
Arginina (%)	1,361	1,361	1,361	1,361	1,361	1,214	1,214	1,214	1,214	1,159	1,159	1,159	1,159
Glicina + Serina (%)	1,936	1,936	1,936	1,936	1,936	1,752	1,752	1,752	1,752	1,687	1,687	1,687	1,687
Isoleucina (%)	0,842	0,842	0,842	0,842	0,842	0,755	0,755	0,755	0,755	0,723	0,723	0,723	0,723
Valina (%)	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896	0,826	0,826	0,826	0,826	0,784	0,784	0,784	0,784
Leucina (%)	1,715	1,715	1,715	1,715	1,715	1,590	1,590	1,590	1,590	1,550	1,550	1,550	1,550
Histidina (%)	0,538	0,538	0,538	0,538	0,538	0,491	0,491	0,491	0,491	0,475	0,475	0,475	0,475
Fenilalanina (%)	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,887	0,887	0,887	0,887	0,854	0,854	0,854	0,854
Fenilalanina + Tirosina (%)	1,652	1,652	1,652	1,652	1,652	1,496	1,496	1,496	1,496	1,441	1,441	1,441	1,441
Colina (%)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ³	206	206	206	206	206	186	186	186	186	178	178	178	178

¹ Fornecimento por kg de produto: 12.500.000 UI de vitamina A, 5.760.000 UI de vitamina D₃, 150.000 mg de vitamina E, 4.000 mg de vitamina K₃, 3.000 mg de vitamina B₁, 9.000 mg de vitamina B₂, 6.000 mg de vitamina B₆, 40.000 mcg de vitamina B₁₂, 300 mg de biotina, 2.000 mg de ácido fólico, 80.000 mg de ácido nicotínico, 18.000 mg de ácido pantotênico, 100.000 mg de vitamina C e 300 mg de selênio.

² Fornecimento por kg de produto: 160.000 mg de manganês, 100.000 mg de ferro, 100.000 mg de zinco, 20.000 mg de cobre, 2.000 mg de cobalto e 2.000 mg de iodo.

³ Calculado segundo o número de Mongin (1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação de fitase associada à redução do cálcio e do fósforo reduziu ($P < 0,05$) os valores de EMAn das rações experimentais apenas na fase de 8 a 21 dias (Tabela 3). Este mesmo efeito não foi observado ao se reduzir a proteína bruta neste período (período). Não houve efeito ($P > 0,05$) nem da suplementação com fitase nem da redução de nutrientes nas rações utilizadas nas fases subsequentes.

Lan et al. (2002) e Silva et al. (2008), ao trabalharem com frangos de corte até 20 dias, observaram que a adição de fitase em rações com baixo nível de fósforo proporcionou valores de EMAn superiores em relação ao controle. Além disso, Silva et al. (2008) observaram que a redução da proteína bruta das rações contendo fitase também aumentou a EMAn das rações. Segundo os autores, este aumento pode estar relacionado à menor excreção de nitrogênio, cujo processo demanda energia. No entanto, este resultado não pode ser observado no presente experimento.

Tabela 3 Valores energéticos e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca das rações experimentais utilizadas nas diferentes fases de desenvolvimento das aves

Rações experimentais (R)*	EMAn (Kcal/Kg de MS)	CM _{MS} (%)
	8 -21 dias	
R1 – 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	3364 a	76,30 c
R2 – 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3250 b	72,68 d
R3 – 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3267 b	75,98 c
R4 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3249 b	77,87 b
R5 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3239 b	79,25 a
Coeficiente de variação (%)	1,014	1,315
22 - 35 dias		
R1 – 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	3461	78,52
R2 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3388	78,11
R3 – 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3440	79,19
R4 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3470	80,01
Coeficiente de variação (%)	2,47	3,16
36 - 42 dias		
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	3180	84,58 a
R2 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3203	83,44 a
R3 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3265	82,89 a
R4 – 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3199	81,05 b
Coeficiente de variação (%)	1,72	1,98

* R3 a R5: rações suplementadas com aminoácidos

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Com relação ao CM_{MS}, a redução da proteína bruta em rações contendo fitase aumentou (P<0,05) de forma proporcional este valor na fase de 8 a 21 dias, porém, diminuiu (P<0,05) na fase de 36 a 42 dias somente em rações com redução excessiva deste nutriente (15% PB). Não foi observado efeito (P>0,05) da manipulação da ração na fase de 22 a 35 dias.

Com relação ao desempenho, os diferentes planos nutricionais não influenciaram ($P>0,05$) o ganho de peso das aves, no entanto, observou-se que a inclusão de fitase reduziu ($P<0,05$) o consumo de ração apenas quando os níveis de proteína bruta foram mantidos (Tabela 4). Este mesmo efeito não foi observado quando se trabalhou com rações contendo níveis proteína bruta reduzidos. Além disso, a redução deste nutriente com a inclusão de aminoácidos industriais piorou ($P<0,05$) a conversão alimentar das aves.

Tabela 4 Desempenho de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo

Planos Nutricionais (PN)*	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	4694 b	2852	1,64 b
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	4557 a	2804	1,62 b
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	4715 b	2798	1,68 a
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	4749 b	2817	1,68 a
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	4780 b	2816	1,69 a
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	4856 b	2892	1,68 a
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	4772 b	2779	1,72 a
Coefficiente de variação (%)	2,57	1,93	2,22

* Níveis de proteína bruta, com correção aminoacídica, de acordo com as fases de desenvolvimento das aves: 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Em rações com fitase, níveis de cálcio e fósforo reduzidos.

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste Scott-Knott ($P<0,05$)

Os resultados de desempenho sugerem que rações formuladas com fitase contendo níveis reduzidos de cálcio em 0,30 pontos percentuais e fósforo disponível em 0,15 são benéficas por reduzir o consumo de ração sem afetar o

ganho de peso. No entanto, se associado à redução da proteína bruta, mesmo suplementando com aminoácidos, há uma piora na conversão alimentar. Isso sugere que o uso da enzima é eficaz para suprir as exigências de fósforo e cálcio, porém, ao suplementar dietas com aminoácidos industriais, ocorre efeito negativo, provavelmente pelo desequilíbrio no balanço de aminoácidos, uma vez que a fitase também é capaz de disponibilizar aminoácidos dietéticos para os animais.

Resultados semelhantes com relação à eficácia da enzima são encontrados na literatura (Lan et al., 2002; Choct, 2006; Gomide et al., 2007; 2011 e Cardoso Júnior et al., 2010). Segundo os autores, o maior benefício é a redução da excreção de elementos poluentes nas excretas, como o fósforo. No entanto, a redução da proteína bruta nos planos nutricionais 3, 4, 5, 6 e 7 com fitase afetou negativamente o consumo de ração e a conversão alimentar.

Gomide et al. (2007), ao trabalharem com planos nutricionais de duas fases (1 a 21 e 22 a 42 dias) com redução de proteína bruta em três unidades percentuais em rações contendo fitase também observaram pior conversão alimentar, porém, este resultado foi associado ao menor ganho de peso. Alvarenga et al. (2011) e Nagata et al. (2011a), ao trabalharem com aves nas fases de 1 a 21 dias e de 22 aos 42 dias, respectivamente, também verificaram menor ganho de peso e maior conversão alimentar de aves recebendo rações com proteína bruta reduzida contendo fitase. Estes resultados podem estar relacionados ao desbalanço aminoacídico provocado pelo uso de fitase associado aos aminoácidos industriais e sugerem mais estudos combinando a fitase em rações com proteína bruta reduzida por fases.

Em trabalhos sem o uso de fitase, Vasconcellos et al. (2010) verificaram perdas no desempenho das aves com a redução proteica de 21 para 15%, mesmo suplementando as rações com aminoácidos essenciais para suprir as necessidades das aves. Por outro lado, Silva et al. (2006) relataram ser possível a

redução da proteína em rações sem prejudicar o desempenho dos frangos, desde que suplementadas com aminoácidos e fitase. Importante considerar que, neste caso, os autores trabalharam apenas na fase inicial do desenvolvimento das aves.

Os planos nutricionais não influenciaram ($P>0,05$) os rendimentos de carcaça, coxa+sobrecoxa e gordura abdominal (Tabela 5). Para rendimento de peito, a redução da proteína bruta em rações com fitase aumentou seu valor, exceto quando reduzida de forma excessiva na primeira fase do desenvolvimento (plano nutricional 7).

Tabela 5 Rendimentos de carcaça e cortes de frangos de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo

Planos Nutricionais (PN)	Rendimento (%)			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	74,57	37,61 b	28,01	1,45
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	74,32	37,68 b	29,48	1,35
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	75,05	39,49 a	28,68	1,49
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	75,81	39,07 a	28,02	1,62
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	75,27	38,62 a	28,07	1,72
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	74,73	39,19 a	28,50	1,40
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	75,88	38,13 b	28,95	1,57
Coefficiente de variação (%)	1,34	2,40	2,80	18,35

* Níveis de proteína bruta, com correção aminoacídica, de acordo com as fases de desenvolvimento das aves: 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Em rações com fitase, níveis de cálcio e fósforo reduzidos.

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste Scott-Knott ($P<0,05$)

Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com o argumento de Sklan & Noy (2004). Segundo os autores, o metabolismo de aminoácidos em frangos de corte aumenta com a idade, sendo que os níveis destes nutrientes na dieta afetam o consumo e o desempenho. Um intenso desenvolvimento da deposição de massa muscular ocorre na fase inicial da ave, especialmente até os 14 dias de idade, ainda segundo os autores. Este maior desenvolvimento muscular na fase inicial poderia influenciar o rendimento principalmente em cortes com maior massa muscular como o peito e a coxa+sobrecoxa de frangos de corte. Este fato justificando a necessidade de se adequar o balanço aminoacídico em rações utilizadas na fase inicial do desenvolvimento das aves. De fato, Nagata et al. (2011b) também observaram menor rendimento de peito ao reduzirem a proteína bruta da dieta de 18 para 14% para animais de 22 a 42 dias de idade.

Gomide et al. (2007) não observaram diferenças no rendimento de carcaça e de peito ao trabalharem com planos nutricionais visando a redução da proteína bruta em dietas com fitase, porém, observaram que a redução deste nutriente diminuiu o rendimento da coxa+sobrecoxa e aumentou a deposição de gordura abdominal nas aves. Nagata et al. (2011b) também observaram aumento na gordura abdominal das aves ao reduzirem a proteína bruta em dietas contendo fitase. Segundo os autores, aves que recebem mais proteína na ração podem depositar menos gordura do que aquelas que receberam ração com menor nível de proteína das rações, mesmo sendo estas suplementadas com aminoácidos. Isso decorre em função do menor gasto energético para eliminar o excesso de aminoácidos circulantes. Neste caso, apesar de ser benéfico para o meio ambiente, a redução da proteína bruta em rações de frangos de corte pode prejudicar as características de carcaça por aumentara gordura abdominal. No presente estudo, a redução da proteína bruta da dieta em três planos nutricionais

não influenciou a deposição de gordura na carcaça, embora tenha prejudicado o desempenho das aves.

Com relação ao balanço de nutrientes, observou-se que a inclusão de fitase permitiu a redução do consumo de cálcio em mais de 30% ($P < 0,05$), resultando em menor excreção ($P < 0,05$) deste elemento pelas aves e, conseqüentemente, maior retenção ($P < 0,05$) (Tabela 6). O plano nutricional que resultou em maior retenção de cálcio foi o PN2, no qual se manteve os níveis proteicos necessários para o desenvolvimento das aves e adicionou-se fitase, reduzindo o cálcio e o fósforo nas rações. Neste plano nutricional, observou-se redução de 65% na excreção de cálcio e um aumento de 33% na retenção deste elemento.

Redução na excreção e maior retenção de cálcio em rações com fitase também foram relatadas por Silva et al. (2006, 2008), Gomide et al. (2007, 2011b), Nagata et al. (2009), Cardoso Júnior et al. (2010), Meneghetti et al. (2011) e Alvarenga et al. (2011). Neste caso, a melhora na disponibilidade dos minerais é esperada porque a fitase quebra o complexo fitato-mineral, deixando os minerais livres para absorção e, conseqüentemente, diminuindo a sua excreção (Sebastian et al., 1997).

Um & Paik (1999) afirmam que aves alimentadas com rações com níveis reduzidos cálcio e fósforo apresentam a capacidade de aumentar a retenção de minerais necessários para manter as funções fisiológicas à medida que os na dieta. Pelos resultados obtidos no presente estudo observou-se que esta afirmação é verdadeira, porém o desempenho é sustentado apenas quando se mantém os níveis proteicos das rações. Isto permite inferir que a capacidade da fitase em liberar o cálcio dos alimentos de origem vegetal para o metabolismo dos frangos foi suficiente para suprir a quantidade reduzida do cálcio adicionado nas rações, porém, o provável desequilíbrio aminoacídico das rações pode ter influenciado de forma negativa no desempenho.

Com relação à excreção de fósforo, observou-se que consumo deste elemento foi menor ($P<0,05$) quando as aves receberam rações com fitase, como já era esperado, devido à redução deste nutriente na dieta. Como consequência, houve menor excreção ($P<0,05$) de fósforo pelas aves. O plano nutricional que resultou em maior retenção deste elemento pelas aves foi o PN3. Neste plano, houve uma redução de 24% no consumo de fósforo e 39% na excreção deste elemento, resultando em um aumento na retenção de 17%.

Tabela 6 Balanço de cálcio, fósforo e nitrogênio de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio e fósforo

Plano nutricional*	Consumo (g/ave)	Excreção (g/ave)	Coeficiente de retenção (%)
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	43,47 a	19,57 a	54,98 f
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	29,65 c	6,95 c	76,55 a
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	30,78 b	7,47 b	75,71 b
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	28,97 c	7,24 b	74,99 c
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	29,13 c	7,33 b	74,84 d
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	29,43 c	7,40 b	74,84 d
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	29,41 c	7,44 b	74,71 e
Coeficiente de variação (%)	2,34	2,17	0,08
- Fósforo -			
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	34,88 a	15,99 a	54,16 g
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	26,30 b	9,92 b	62,28 c
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	26,39 b	9,70 b	63,22 a
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	26,07 b	9,88 b	62,11 d

“Tabela 6, conclusão”

Plano nutricional*	Consumo (g/ave)	Excreção (g/ave)	Coefficiente de retenção (%)
<i>- Fósforo -</i>			
<i>PN5: 19% - 17% - 15% PB com fitase</i>	26,08 b	9,76 b	62,56 b
<i>PN6: 19% - 16% - 15% PB com fitase</i>	26,44 b	10,06 b	61,95 e
<i>PN7: 18% - 16% - 15% PB com fitase</i>	25,93 b	10,00 b	61,41 f
Coeficiente de variação (%)	2,43	2,38	0,03
<i>- Nitrogênio -</i>			
<i>PN1: 21% - 19% - 18% PB sem fitase</i>	149,72 a	48,83 a	66,19 g
<i>PN2: 21% - 19% - 18% PB com fitase</i>	144,42 b	47,19 b	68,48 f
<i>PN3: 20% - 17% - 15% PB com fitase</i>	139,54 b	43,15 c	69,07 e
<i>PN4: 19% - 17% - 16% PB com fitase</i>	143,92 b	42,94 c	70,16 d
<i>PN5: 19% - 17% - 15% PB com fitase</i>	143,58 b	42,44 c	70,43 c
<i>PN6: 19% - 16% - 15% PB com fitase</i>	146,40 a	40,64 d	72,24 b
<i>PN7: 18% - 16% - 15% PB com fitase</i>	142,41 b	38,60 e	72,89 a
Coeficiente de variação (%)	2,42	2,34	0,07

* Níveis de proteína bruta, com correção aminoacídica, de acordo com as fases de desenvolvimento das aves: 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Em rações com fitase, níveis de cálcio e fósforo reduzidos.

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$)

Resultados positivos no balanço de fósforo em frangos de corte também foram observados por Nagata et al. (2009), Cardoso Júnior et al. (2010), Cowieson et al. (2011), Augspurger e Baker (2004), Meneghetti et al. (2011) e Alvarenga et al. (2011). A adição de fitase nas rações permite reduzir a quantidade de fosfato bicálcico, principal fonte de cálcio e fósforo nas dietas, uma vez que a maior parte deste elemento estaria complexada na forma de fitato nos alimentos. Isto representa uma medida eficiente de reduzir a excreção de fósforo sem afetar o desempenho das aves. Paralelamente, ocorre redução da

contaminação do meio ambiente por este elemento. Mediante estes fatos, é possível entender que a maior quantidade do fósforo excretada estaria na forma de fósforo fítico e que a fitase melhorou a disponibilidade de fósforo dos alimentos.

Com relação ao balanço de nitrogênio, a redução da proteína bruta nas rações contendo fitase e suplementadas com aminoácidos permitiu reduzir o consumo deste elemento, com exceção do PN5 e, conseqüentemente, a excreção deste elemento pelas aves. A menor excreção de nitrogênio foi obtida com rações cujo teor de proteína bruta foi reduzido em três unidades percentuais em todas as fases do desenvolvimento das aves, resultando também no maior coeficiente de retenção neste plano nutricional utilizado. A redução do consumo, em relação ao controle, foi de 4,9% e a de excreção foi de 21%. O aumento do coeficiente de retenção foi de 10%.

A redução na excreção de nitrogênio entre os planos nutricionais está de acordo com a redução no nível de proteína da ração. Este resultado está relacionado ao menor teor de aminoácidos não essenciais, já que os essenciais tiveram seus valores corrigidos na dieta. Diversos autores confirmam que a utilização de aminoácidos industriais ajuda na diminuição da poluição ambiental pela redução da quantidade de nitrogênio excretado (Silva et al., 2006; Gomide et al., 2007, 2011b; Nagata et al., 2009, 2011a e Alvarenga et al., 2011). De uma forma geral, existe um consenso de que, para cada ponto percentual de redução no nível de proteína bruta da dieta ocorre uma diminuição de, aproximadamente, 10% na excreção total de nitrogênio (Cowieson et al., 2011). Contudo, Dozier et al. (2008) relataram que a redução na densidade de aminoácidos e uma potencial interrelação entre aminoácidos e a fitase pode ocorrer e afetar o desempenho e a excreção de nitrogênio e fósforo de frangos de corte, tornando necessário determinar uma densidade ótima de aminoácidos para reduzir a excreção de nitrogênio, sem afetar a conversão alimentar. Aliados aos resultados do presente

estudo, é possível observar que mais estudos devem ser conduzidos para avaliar diferentes combinações de redução de proteína bruta para frangos de corte visando a redução da excreção de elementos poluentes pelas excretas e, ao mesmo tempo, assegurando o desempenho e as características de carcaça das aves.

4 CONCLUSÃO

A redução da proteína bruta em rações contendo fitase suplementadas com aminoácidos industriais é eficiente em reduzir a emissão de elementos poluentes nas excretas de frangos de corte e aumentar o rendimento de peito, porém, influencia de forma negativa o desempenho das aves.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto, à FAPEMIG, pelo apoio concedido por meio do Programa Pesquisador Mineiro (PPM), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelos dois anos de concessão da bolsa de doutorado pelo Programa Institucional de Capacitação de Docentes do Ensino Técnico e Tecnológico – PIQDTEC.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.R.; NAGATA, A.K.; ROGRIGUES, P.B. et al. Adição de fitase em rações com diferentes níveis de energia metabolizável, proteína bruta e fósforo disponível para frangos de corte de 1 a 21 dias. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, p. 602 - 609, 2011.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**: agricultural chemicals, contaminants and drugs. 15. ed. Washington, 1990. v. 1, 684 p.

AUGSPURGER, N.R.; BAKER, D.H. High dietary phytase levels maximize phytate-phosphorus utilization but do not affect protein utilization in chicks fed phosphorus- or amino acid-deficient diets. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1100-1107, 2004.

CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G. et al. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p.1237-1245, 2010.

CAUWENBERGHE, S.V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium, 2001.

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

COWIESON, A.J.; WILCOCK, P.; BEDFORD, M.R. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. **Poultry Research Foundation**, Faculty of Veterinary Science World's Poultry Science Journal, Vol. 67, June, 2011.

DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; CORZO, A. Dietary amino acid responses of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.17, p. 157-167, 2008.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1769-1774, 2007.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G. et al. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.3, p.450-457, 2011a.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G. et al. Nitrogen, calcium and phosphorus balance of broilers fed diets with phytase and crystalline amino acids. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 591-597, 2011b.

LAN, G.Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. et al. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 1522-1532, Oct. 2002.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E.P. The metabolism energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, p. 3-11, (Research Report, 7), 1965.

MENEGHETTI, C.; BERTECHINI, A.G.; RODRIGUES, P.B. et al. Altos níveis de fitase em rações para frangos de corte **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.624-632, 2011.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceeding. Nutrition Society**, Wallingford v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; RODRIGUES, K.F. et al. Uso do conceito de proteína ideal em rações com diferentes níveis energéticos, suplementadas com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 599-605, 2009.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R. et al. Energy and protein levels in diets containing phytase for broilers from 22 to 42 days of age: performance and nutrient excretion. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1718-1724, 2011a.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R. et al. Carcass characteristics of broilers at 42 days receiving diets with phytase in different energy and crude protein levels. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 575-581, 2011b.

PLUMSTEAD, P.W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; MAGUIRE, R.O. et al. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.86, p.225-231, 2007.

RODRIGUES, P.B.; MARTINEZ, R.S.; FREITAS, R.T.F. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 882-889, 2005.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 186 p., 2005.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. et al. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, v. 76, p. 1760–1769, 1997.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2002. 235p.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade: desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 840-848, 2006.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de proteína bruta e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade. 2. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p.469-477, 2008.

SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. **Poultry Science**, v. 83, p. 952-961, 2004.

UM, J.S.; PAIK, I.K. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v. 78, p. 75-79, 1999.

VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; VIDAL, T.Z.B. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1039-1048, 2010.

**ARTIGO 2 Planos alimentares para frangos de corte com rações
suplementadas com fitase e redução nos níveis de aminoácidos essenciais,
utilizando o conceito de proteína ideal**

OLIVEIRA, J. E. F.; RODRIGUES, P.B. et al.¹

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

RESUMO

Conduziram-se dois experimentos para avaliar os efeitos de planos nutricionais elaborados com o conceito de proteína ideal utilizando rações com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), 0,30 de cálcio (Ca) e 0,15 fósforo disponível (Pdisp.) pontos percentuais, respectivamente, suplementadas com (750 FTU/kg de ração) e redução de 3,5% no nível de lisina recomendada pelas tabelas de exigências nutricionais brasileiras, para avaliar o desempenho frangos de corte de 8 a 42 dias de idade nas fases de (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias). No desempenho utilizaram-se 875 pintos machos. Os tratamentos foram sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições e 25 frangos/box. No experimento de metabolismo utilizaram-se 300, 240 e 180 frangos machos (cinco frangos de 8 a 21; quatro de 22 a 35 e três de 36 a 42 dias)/gaiola, respectivamente, adotando os mesmos tratamentos descritos para o desempenho, para avaliar o balanço de nutrientes. No desempenho o PN2 reduziu o CR em, até 7% em relação ao dos demais PNs. Os PN1 e PN2 melhoraram a CA ($P<0,05$) das aves. Os PNs com redução na PB tiveram ($P<0,05$) os maiores CR e as piores CA. Houve menor ($P<0,05$) CR e CA no PN2. Não houve efeito ($P>0,05$) para carcaça e peito, mas rendimento coxa + sobrecoxa e a gordura abdominal foram maiores no PN2 ($P<0,05$). A GA reduziu nos PN1 e PN2 ($P<0,05\%$). A GA foi 33% maior nos PN3 a PN7 do que no PN2 e 7% maior em relação ao PN1($P<0,05\%$). No metabolismo os PN3, PN4 e PN6 consumiram menos Ca ($P<0,05$). Os PN3 a PN7 excretaram até 38 % menos Ca ($P<0,05$) do que o PN1. O PN7 teve a maior retenção de Ca. O CTP foi menor e reduziu, em média, 21% a excreção total de P ($P<0,05$) nos PN3 a PN7. A RP foi, em média, 17% maior ($P<0,05$) nos PN3 a PN7. Níveis reduzidos de PB diminuíram o consumo de N, em média, 4,5% e os PN3 a PN7 excretaram, em média, 14%. Nos PN6 e PN7 houve menor consumo, excreção e retenção de N ($P<0,05$). O CRN do PN7 foi 2,9% maior do que o do PN1. A energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) na matéria seca foi maior ($P<0,05$) na ração 1 (R1) de 8 a 21 dias de idade. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CD_{MS}) não foi influenciado ($P>0,05$). Não houve efeito ($P>0,05$) na EMAn e no CD_{MS} de 22 a 35 dias de idade. A EMAn foi maior nas rações R1 e R2 e menor nas R3 e R4 ($P<0,05$) O CD_{MS} foi menor nas R3 e R4 e maior nas R1 e R2($P<0,05$) de 36 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: Nutrição. Fitase. Proteína Ideal. Frango de Corte. Aminoácidos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to assess the effects of nutritional plans designed with the concept of using ideal protein diets with low levels of crude protein (CP), 0.30 (Ca) and 0.15 available phosphorus, percentage points, respectively, supplemented with (750 FYU/kg of diet) and reduction of 3.5% in lysine level recommended by the Brazilian tables of nutritional requirements, to evaluate the performance of chicks of 8 to 42 days of age divided into phases (8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 days). In the performance were used 875 male chicks. The treatments were seven nutritional plans (NP) and five replicates and 25 chicks /box. In metabolism experiments were used 300, 240 and 180 male chicks (five chicks of 8 to 21; four of 22 to 35 and three of 36 to 42 days)/cage, respectively, adopting the same process and steps described for the performance, to evaluate the nutrient balance. In performing the NP2 reduced the FI in, until 7% compared to the other NPs. The NP1 and NP2 improved the FC ($P<0.05$) in poultry. The NPs with reduction in CP had ($P<0.05$) the greatest FI and the worst FC. There was lower ($P<0.05$) FI and FC in NP2. There was no effect ($P>0.05$) for carcass and breast, but thigh + drumstick and abdominal fat yield were higher in NP2 ($P<0.05$). The AF reduced in the NP1 and NP2 ($P<0.05\%$). The AF was 33% higher in the NP3 to NP7 than in NP2 and 7% higher compared to NP1 ($P<0.05\%$). In the metabolism the NP3, NP4 and NP6 consumed less Ca ($P<0.05$). The NP3 to NP7 excreted until 38% less Ca ($P<0.05$) than NP1. The NP7 had the highest retention of Ca. The TCP was lower and reduced, on average 21% total P excretion ($P<0.05$) in the NP3 to NP7. The BY was on average, 17% higher ($P<0.05$) in the NP3 to NP7. Low levels of CP decreased the consumption of N, on average, 4.5% and the NP3 to NP7 excreted, on average 14%. In NP6 and NP7 there was less consumption, excretion and retention of N ($P<0.05$). The nitrogen retention RN of NP7 was 2.9% higher than NP1. The apparent metabolizable energy (AME) was higher ($P<0.05$) to {R1} from 8 to 21 days of age. The coefficient digestibility of dry matter (DMDC) was not affected ($P>0.05$). There was no effect ($P>0.05$) in the AME and in DMDC from 22 to 35 days of age. The AME was higher in feed R1 and R2 and lower in R3 and R4 ($P<0.05$). The DMDC was lower in R3 and R4 and higher in R1 and R2 ($P<0.05$) from 36 to 42 days of age .

Keywords: Nutrition. Phytase. Ideal protein. Broilers. Amino acids.

1 INTRODUÇÃO

O elevado custo das rações na produção de frangos de corte é o fator mais impactante que interfere diretamente na lucratividade da produção. Atualmente, o uso de alguns conceitos na formulação de rações pode viabilizar o custo por reduzir alguns ingredientes, tais como o farelo de soja e o fosfato bicálcico na nutrição das aves.

Neste sentido, o uso do conceito de proteína ideal consiste na redução dos níveis de proteína bruta da dieta por meio do uso de aminoácidos industriais. Os benefícios, além da redução do custo, promove redução da emissão de elementos poluentes no ambiente pelas excretas sem afetar o desempenho e as características de carcaça das aves (Nagata et al., 2011a e b).

Por outro lado, a adição de enzimas exógenas permite melhorar o aproveitamento de nutrientes. Como exemplo de uma prática bastante utilizada é a formulação de rações com fitase, que permite reduzir os níveis de cálcio e fósforo nas dietas e, ao mesmo tempo, reduzir a eliminação destes elementos pelas excretas (Gomide et al., 2011a). Entretanto, alguns trabalhos têm evidenciado que o uso desta enzima em rações com proteína reduzida formulada com uso do conceito de proteína ideal não têm alcançado resultados positivos (Gomide et al., 2011b). Segundo os autores, a fitase é uma enzima que pode estar relacionada também com a liberação de aminoácidos a partir das proteínas dietéticas. Neste caso, a correção dos níveis destes nutrientes em dietas contendo a enzima poderia ser necessária.

Assim, objetivou-se, com este trabalho, verificar a necessidade de se corrigir os níveis de aminoácidos em rações para frangos de corte, formuladas com diferentes combinações de proteína bruta de acordo com a fase do desenvolvimento das aves, suplementadas com fitase.

Objetivou com este estudo avaliar o desempenho, balanço, retenção e excreção de cálcio, fósforo e nitrogênio, de frangos de corte na fase de 8 a 42 dias de idade alimentados com programas nutricionais formulados com o conceito de proteína ideal, redução de 3,5% no nível de aminoácidos essenciais suplementados com fitase e redução de Ca e Pdisp.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos, um de desempenho e um de metabolismo foram conduzidos simultaneamente no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais, no período de maio a junho de 2010. No total, foram utilizados 1175 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, com peso inicial de $155 \pm 1,4$ g aos oito dias de idade,

No experimento de desempenho foram utilizados 875 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, com peso inicial de $155 \pm 1,4$ g aos 8 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constituídos por sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições e 25 frangos. As aves fases avaliadas foram de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. O período experimental foi de 34 dias.

Os planos experimentais utilizados durante o desenvolvimento das aves consistiram em combinações de diferentes níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo (Tabela 1). As rações foram isoenergéticas e formuladas à base de milho e de farelo de soja, segundo níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005) e as demais rações foram formuladas utilizando o conceito de proteína ideal (Tabela 2). Os níveis de cálcio e o fósforo foram reduzidos em 0,30 de e 0,15 de, pontos percentuais, respectivamente, redução de 3,5% no nível de aminoácidos essenciais e suplementadas com 75g de fitase/tonelada de ração (750 FTU/ tonelada de ração) - RONOZIME NP CT 10000 FTU/g. . Adicionou-se carbonato de potássio para o ajuste do (BE) balanço eletrolítico entre as rações adotando a fórmula de Mongin (1981).

Os parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) foram avaliados ao final de cada fase e, aos 42 dias de idade. O consumo médio de ração/ ave na fase experimental foi obtido pela

diferença entre a ração fornecida (valor do consumo total de ração) e a sobra de cada parcela (divisão pelo número médio de aves vivas) no período. Quando ocorria alguma mortalidade, a ração era pesada e o número de aves que permanecia na parcela, anotado.

O ganho de peso médio foi determinado pela pesagem de todos os frangos de cada *box* ao final das fases (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idades) pela divisão do peso total das aves da parcela pelo número de aves vivas da respectiva parcela, sendo o resultado subtraído pelo peso médio inicial das aves. A conversão alimentar foi obtida pela divisão do consumo médio de ração pelo ganho médio de peso dos frangos em cada unidade experimental.

Os parâmetros de carcaça foram avaliados aos 42 dias de idade, depois de jejum de 12 horas, onde retirou-se 2 frangos/parcela, para que apresentaram o peso médio da respectiva parcela utilizando-se como critério de escolha ($\pm 5\%$ do peso médio) da parcela experimental para serem abatidas por deslocamento cervical, sangradas, depenadas e foram evisceradas e as carcaças (sem cabeça, pés e gordura abdominal) pesadas. Na determinação do rendimento de carcaça, considerou-se o peso da carcaça limpa e eviscerada (sem cabeça, pés e gordura abdominal) em relação ao peso vivo após o jejum, obtido antes do abate. O rendimento de peito, coxa + sobrecoxa e a percentagem de gordura abdominal foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

No experimento de metabolismo foram utilizados 300, 240 e 180 pintos machos de $155 \pm 1,4\text{g}$ distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constituídos por sete planos nutricionais (PN) e cinco repetições por tratamentos compostos por (cinco frangos de 8 a 21; quatro de 22 a 35 e três de 36 a 42 dias)/gaiola.

A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, e teve duração de três dias, sempre ao final de cada fase, conforme metodologia de coleta total de excretas, descrita por Rodrigues (2005).

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA onde determinaram-se a matéria seca e nitrogênio das amostras. A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica modelo Parr-1261. O a determinação do nitrogênio foi utilizado o método Kjeldahl - AOAC, (1990). Os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações experimentais foram determinados utilizando a equação descrita por Matterson et al. (1965).

EMAn da ração (kcal/kg) = (EB ingerida – (EB excretada + 8,22 x BN))/MS ingerida.

Onde EB = energia bruta, BN = balanço de nitrogênio (N ingerido – N excretado); MS = matéria seca

As análises de cálcio e fósforo das rações e nas excretas foram realizadas, respectivamente, pelo método de titulação com permanganato de potássio e “colorimetria”, seguindo metodologia apresentada por de Silva (2002).

Para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_{MS}) e de retenção do nitrogênio, cálcio e fósforo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$CD = ((g \text{ de nutriente ingerido} - g \text{ de nutriente excretado}) / g \text{ de nutriente ingerido}) * 100.$

Foram analisados o ganho de peso das aves, o consumo de ração, a conversão alimentar, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, a ingestão, excreção e retenção do nitrogênio, cálcio e fósforo e os valores de EMAn das rações experimentais.

Os planos nutricionais estão na Tabela 1:

Tabela 1 Planos nutricionais experimentais (PN)

Planos Nutricionais (PN)	Fases (dias)		
	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	Níveis de PB na ração (%)		
PN1 – (21,0% - 19,0%- 18,0%) PB sem fitase	21,0	19,0	18,0
PN2 – (21,0% - 19,0% - 18,0%) PB com fitase	21,0	19,0	18,0
PN3 – (20,0% - 17,0% - 15,0%) PB com fitase	20,0	17,0	15,0
PN4 – (19,0% - 17,0% - 16,0%) PB com fitase	19,0	17,0	16,0
PN5 – (19,0% - 17,0% - 15,0%) PB com fitase	19,0	17,0	15,0
PN6 – (19,0% - 16,0% - 15,0%) PB com fitase	19,0	16,0	15,0
PN7 – (18,0% - 16,0% - 15,0%) PB com fitase	18,0	16,0	15,0

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5%. Toda análise estatística foi realizada no programa computacional SAEG - Sistemas para Análises Estatísticas, versão 9.0.

Tabela 2 Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	8 a 21 dias					22 a 35 dias				36 a 42 dias			
	21% PB	21% PB	20% PB	19% PB	18% PB	19% PB	19% PB	17% PB	16% PB	18% PB	18% PB	16% PB	15% PB
Milho moído	56,82	56,82	62,12	64,8	66,27	60,63	60,63	68,38	70,75	63,36	63,36	71,60	74,00
Farelo de soja	36,14	36,14	33,04	30,4	27,64	31,10	31,10	25,39	22,80	29,10	29,10	22,60	20,00
Óleo de soja	2,300	2,300	1,700	1,408	1,940	3,960	3,960	2,450	2,210	4,000	4,000	2,500	2,240
Fosfato bicálcico	1,750	0,952	0,960	0,970	0,980	1,626	0,862	0,850	0,860	1,470	0,680	0,700	0,710
Calcário calcítico	0,985	0,675	0,690	0,700	0,710	0,941	0,642	0,660	0,660	0,870	0,570	0,590	0,600
Sal comum	0,492	0,492	0,491	0,491	0,490	0,470	0,470	0,470	0,470	0,441	0,441	0,441	0,441
L-Lisina HCl (78%)	0,075	0,075	0,162	0,241	0,320	0,193	0,193	0,310	0,382	0,180	0,180	0,322	0,399
DL-Metionina (99%)	0,228	0,228	0,210	0,230	0,254	0,229	0,229	0,241	0,258	0,202	0,202	0,220	0,242
L -Treonina (98,5%)	0,025	0,025	0,030	0,065	0,100	0,045	0,045	0,091	0,124	0,034	0,034	0,091	0,127
L -Triptofano (98,5%)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-	-
L -Arginina (99%)	-	-	-	-	0,048	-	-	0,029	0,099	-	-	0,050	0,125
L -Glicina + Serina (99%)	-	-	-	0,068	0,160	-	-	0,030	0,116	-	-	0,039	0,132
L -Isoleucina (99%)	-	-	-	-	0,007	-	-	0,029	0,069	-	-	0,037	0,081
L - Valina (99%)	-	-	-	0,012	0,054	-	-	0,068	0,107	-	-	0,069	0,112
Carbonato de potássio	-	-	0,070	0,142	0,215	-	-	0,146	0,219	-	-	0,169	0,241
Suplemento vitamínico ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,040	0,040	0,040	0,040	0,020	0,020	0,020	0,020
Salinomicina (12%)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	-	-	-	-
Bacitracina de Zn (15%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	-	-	-	-
Fitase	-	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	-	0,0075	0,0075	0,0075	-	0,0075	0,0075	0,0075
Inerte	0,675	2,000	0,237	0,317	0,315	0,565	1,620	0,600	0,593	0,23	1,32	0,46	0,43
Composição calculada													
Proteína bruta (%)	21,0	21,0	20,0	19,0	18,0	19,0	19,0	17,0	16,0	18,0	18,0	16,0	15,0

“Tabela 2, conclusão”

Ingredientes (%)	8 a 21 dias					22 a 35 dias				36 a 42 dias			
	21% PB	21% PB	20% PB	19% PB	18% PB	19% PB	19% PB	17% PB	16% PB	18% PB	18% PB	16% PB	15% PB
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150
Cálcio (%)	0,879	0,580	0,580	0,570	0,570	0,824	0,536	0,536	0,536	0,764	0,460	0,460	0,463
Fósforo disponível (%)	0,440	0,290	0,290	0,290	0,290	0,412	0,267	0,267	0,267	0,386	0,231	0,231	0,231
Sódio (%)	0,820	0,820	0,788	0,740	0,700	0,206	0,206	0,205	0,205	0,197	0,198	0,198	0,198
Cloro (%)	0,340	0,340	0,210	0,210	0,210	0,739	0,739	0,739	0,739	0,316	0,316	0,316	0,316
Potássio (%)	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,327	0,327	0,327	0,327	0,831	0,831	0,831	0,831
Lisina (%)	1,146	1,106	1,106	1,106	1,106	1,073	1,035	1,035	1,035	1,017	0,981	0,981	0,981
Metionina+Cistina (%)	0,814	0,786	0,786	0,786	0,786	0,773	0,746	0,746	0,746	0,732	0,706	0,706	0,706
Metionina (%)	0,477	0,460	0,460	0,460	0,460	0,505	0,487	0,487	0,487	0,470	0,407	0,407	0,407
Treonina (%)	0,745	0,719	0,719	0,719	0,719	0,697	0,673	0,673	0,673	0,732	0,664	0,664	0,664
Triptofano	0,216	0,208	0,208	0,208	0,208	0,206	0,199	0,199	0,199	0,201	0,180	0,180	0,180
Arginina (%)	1,361	1,313	1,313	1,313	1,313	1,214	1,172	1,172	1,172	1,159	1,130	1,130	1,130
Glicina + Serina (%)	1,736	1,675	1,675	1,675	1,675	1,752	1,691	1,691	1,691	1,687	1,512	1,512	1,512
Isoleucina (%)	0,842	0,813	0,813	0,813	0,813	0,755	0,729	0,729	0,729	0,723	0,656	0,656	0,656
Valina (%)	0,896	0,865	0,865	0,865	0,865	0,826	0,797	0,797	0,797	0,784	0,755	0,755	0,755
Leucina (%)	1,265	1,221	1,221	1,221	1,221	1,590	1,534	1,534	1,534	1,550	1,422	1,422	1,422
Histidina (%)	0,438	0,423	0,423	0,423	0,423	0,492	0,475	0,475	0,475	0,475	0,423	0,423	0,423
Fenilalanina (%)	0,980	0,946	0,946	0,946	0,946	0,887	0,856	0,856	0,856	0,854	0,746	0,746	0,746
Fenilalanina + Tirosina (%)	1,652	1,594	1,594	1,594	1,594	1,496	1,444	1,444	1,444	1,441	1,260	1,260	1,260
Colina (%)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
Balanço eletrolítico (mEq/kg)³	206	206	206	206	206	186	186	186	186	178	178	178	178

¹ Fornecimento por kg de produto: 12.500.000 UI de vitamina A, 5.760.000 UI de vitamina D₃, 150.000 mg de vitamina E, 4.000 mg de vitamina K₃, 3.000 mg de vitamina B₁, 9.000 mg de vitamina B₂, 6.000 mg de vitamina B₆, 40.000 mcg de vitamina B₁₂, 300 mg de biotina, 2.000 mg de ácido fólico, 80.000 mg de ácido nicotínico, 18.000 mg de ácido pantotênico, 100.000 mg de vitamina C e 300 mg de selênio.

² Fornecimento por kg de produto: 160.000 mg de manganês, 100.000 mg de ferro, 100.000 mg de zinco, 20.000 mg de cobre, 2.000 mg de cobalto e 2.000 mg de iodo.

³ Calculado segundo o número de Mongin (1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de fitase associada à redução de cálcio, fósforo e aminoácidos diminuiu ($P<0,05$) de forma similar, independente dos níveis de proteína bruta, os valores de EMAn de todas as dietas experimentais de frangos de corte de 8 a 21 dias (Tabela 3). Este mesmo efeito não foi observado ($P>0,05$) na fase de 22 a 35 dias. Na fase de 36 a 42 dias, este efeito só foi observado em dietas com proteína bruta reduzida. O CM_{MS} só foi influenciado ($P<0,05$) nesta última fase do desenvolvimento, quando se observaram maiores valores em dietas com proteína bruta reduzida.

Tabela 3 Valores energéticos e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca das rações experimentais utilizadas nas diferentes fases de desenvolvimento das aves

Rações experimentais (R)*	EMAn (Kcal/Kg de MS)	CMMS (%)
R1 – 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	3364 a	76,30
R2 – 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3250 b	72,68
R3 – 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3156 b	76,61
R4 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3257 b	78,61
R5 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3377 b	78,59
Coeficiente de variação (%)	0,95	1,23

“Tabela 3, conclusão”

Rações experimentais (R)*	EMAn (Kcal/Kg de MS)	CMMS (%)
	22 - 35 dias	
R1 – 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	3461	78,52
R2 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3388	78,11
R3 – 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3400	78,86
R4 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3470	80,01
Coefficiente de variação (%)	3,18	3,94
	36 - 42 dias	
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	3180 a	79,45 b
R2 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3203 a	79,06 b
R3 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3148 b	82,98 a
R4 – 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3130 b	81,88 a
Coefficiente de variação (%)	1,06	1,26

* R2 a R5: rações com redução de aminoácidos em 3,5%

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Silva et al. (2008), ao trabalharem com frangos de corte até 20 dias, observaram que a adição de fitase em rações com baixo nível de fósforo proporcionou valores de EMAn superiores em relação ao controle. Além disso, observaram que a redução da proteína bruta das rações contendo fitase também aumentou a EMAn das rações. Estas diferenças, entretanto, podem estar relacionadas à redução de aminoácidos no caso do presente estudo, sendo mais evidente na fase de 8 a 21 dias, quando as aves, em função do seu rápido desenvolvimento, são mais susceptíveis às diferenças na quantidade de aminoácidos fornecidos na dieta.

O ganho de peso das aves não foi influenciado pelos planos nutricionais ($P>0,05$) (Tabela 4). Entretanto, o plano que resultou em menor consumo e menor conversão alimentar foi o PN2, no qual foi adicionado fitase sem redução dos níveis de proteína bruta. Não houve diferença ($P>0,05$) na conversão alimentar entre este plano e o controle.

Tabela 4 Desempenho de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e aminoácidos

Planos Nutricionais (PN)*	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	4694 b	2852	1,64 b
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	4558 c	2803	1,62 b
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	4855 a	2814	1,72 a
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	4750 b	2788	1,70 a
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	4902 a	2832	1,73 a
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	4835 a	2789	1,73 a
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	4900 a	2852	1,72 a
Coefficiente de variação (%)	2,20	1,60	1,67

* Níveis de proteína bruta, com correção aminoacídica, de acordo com as fases de desenvolvimento das aves: 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Em rações com fitase, níveis de cálcio, fósforo e aminoácidos reduzidos.

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste Scott-Knott ($P<0,05$)

Os resultados mostram que a redução da proteína bruta em dietas com fitase não é benéfico ao desempenho dos animais, mesmo reduzindo os níveis de aminoácidos cristalinos. Segundo Diambra & McCartney (1995), a redução da proteína bruta estimula o aumento do consumo pelas aves, na tentativa de suprir alguma eventual deficiência de aminoácidos. No entanto, no presente estudo, a

maioria dos aminoácidos foi corrigida. Entretanto, a presença de fitase pode estar relacionada à liberação destes nutrientes a partir da proteína dietética, sugerindo que possa ter ocorrido um desbalanço aminoacídico proveniente da ação da enzima durante o processo digestivo.

Outra possível explicação é a redução da proteína bruta na fase inicial do desenvolvimento das aves (8 a 21 dias). No entanto, Cardoso Júnior et al. (2008) relatam que é possível reduzir o nível proteico das rações na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) até 16%, desde que a ração da fase inicial (8 a 21 dias de idade) seja formulada com níveis nutricionais recomendados. Entretanto, Fukuiama et al. (2008) relataram que redução nos níveis nutricionais da dieta prejudicou o desempenho e a mineralização e resistência óssea das tíbias das aves, porém, a suplementação com fitase melhorou estas características, o que não foi observado no presente estudo quando se reduziu a proteína bruta na dieta na fase inicial do desenvolvimento.

Atualmente, não há consenso sobre o efeito da redução da proteína bruta no desempenho. Segundo Pesti (2009) o balanço de aminoácidos essenciais e não essenciais deve ser considerados para otimizar o desempenho e máximo ganho dos frangos. Uma simples redução nos níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos pode não resultar em máximo desempenho e ganhos, principalmente em rações contendo fitase, onde pode haver a liberação de aminoácidos a partir da proteína dietética.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos diferentes planos nutricionais sobre os rendimentos de carcaça e peito, porém, maiores rendimentos de coxa+sobrecoxa ($P < 0,05$) e menor acúmulo de gordura ($P < 0,05$) foram observados no plano nutricional em que a fitase foi utilizada e a proteína bruta não foi reduzida (Tabela 5).

Tabela 5 Rendimentos de carcaça e cortes de frangos de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e aminoácidos

Planos Nutricionais (PN)	Rendimento (%)			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	74,57	37,61	28,01 b	1,45 b
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	74,32	37,68	29,49 a	1,35 b
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	76,12	39,06	27,31 b	1,57 b
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	76,02	39,52	27,61 b	1,78 a
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	75,80	38,80	27,87 b	1,74 a
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	75,16	38,59	28,09 b	2,01 a
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	75,40	38,30	28,30 b	1,90 a
Coefficiente de variação (%)	1,96	3,10	3,09	20,51

* Níveis de proteína bruta, com correção aminoacídica, de acordo com as fases de desenvolvimento das aves: 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Em rações com fitase, níveis de cálcio, fósforo e aminoácidos reduzidos.

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$).

O adequado balanço aminoacídico nas dietas é essencial para a deposição de proteína muscular. No presente experimento, isso pode ser observado no rendimento de coxa+sobrecoxa. Mesmo reduzindo a quantidade de aminoácidos, cálcio e fósforo em dietas contendo fitase, a deposição de massa muscular neste corte mostrou-se superior em relação ao controle, sugerindo que a fitase pode liberar aminoácidos a partir das proteínas da dieta.

Novamente, estes resultados podem estar relacionados à redução da proteína bruta na fase inicial do desenvolvimento das aves, pois, segundo Sklan e Noy (2004), a deposição de aminoácidos na carcaça é maior até os 14 dias de

idade das aves. Neste caso, a redução de aminoácidos não essenciais proporcionado pela redução da proteína bruta pode ter influenciado o desenvolvimento das aves nas fases posteriores.

Com relação à gordura abdominal, Gomide et al. (2011) observaram aumento na quantidade de gordura abdominal quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de proteína bruta e sugerem menor incremento calórico de dietas contendo aminoácidos cristalinos e menor necessidade de energia para metabolizar o excesso de aminoácidos.

A inclusão de fitase em dietas com níveis reduzidos de nutrientes reduziu ($P<0,05$) a excreção absoluta de cálcio e fósforo pelas aves (Tabela 6). Considerando o plano nutricional que resultou em melhor desempenho e característica de carcaça (PN2), observou-se redução de 64,5% na excreção de cálcio em relação ao controle e 38% na de fósforo, o que corresponderam a um aumento de 39,2 e 15,2% no coeficiente de retenção destes elementos, respectivamente. Estes resultados confirmam os encontrados por outros autores (Silva et al., 2008; Alvarenga et al., 2011), mostrando que a enzima é eficiente em liberar o fósforo fítico e demais elementos associado ao fitato.

Com relação ao balanço de nitrogênio, a redução da proteína bruta permitiu reduzir a emissão deste elemento pelas excretas ($P<0,05$), aumentando seu coeficiente de retenção. Porém, se associado ao desempenho, esta redução foi prejudicial às aves. Comparando o PN2 ao controle, observa-se que a fitase aumentou a excreção de nitrogênio pelas aves, mesmo reduzindo o teor de aminoácidos nas rações. Este resultado pode estar associado ao efeito da enzima em liberar aminoácidos a partir da proteína dietética. Entretanto, o menor coeficiente de retenção do nitrogênio não era esperado, uma vez que o desempenho das aves foi superior neste plano nutricional utilizado.

Os resultados do presente estudo mostram a necessidade em se adequar os níveis nutricionais em dietas para frangos de corte contendo fitase. Com base

no presente trabalho, é importante manter as exigências proteicas principalmente na fase inicial do desenvolvimento das aves e ajustar não só os níveis de proteína bruta, mas também a relação entre os aminoácidos. Neste sentido, mais estudos devem ser conduzidos na tentativa de se adequar o melhor balanço de aminoácidos em rações para frangos de corte contendo fitase.

Tabela 6 Balanço de cálcio, fósforo e nitrogênio de frangos de corte de 8 a 42 dias submetidos a diferentes planos nutricionais compostos de rações formuladas com o conceito de proteína ideal e adicionadas de fitase, com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e aminoácidos

Plano nutricional*	Consumo (g/ave)	Excreção (g/ave)	Coefficiente de retenção (%)
- Cálcio -			
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	43,47 a	19,57 a	54,98 g
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	29,65 b	6,95 d	76,55 c
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	29,43 c	6,48 e	77,95 b
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	28,99 c	6,86 d	76,31 d
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	30,20 b	8,19 b	72,88 e
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	28,95 c	7,90 c	72,70 f
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	29,89 b	6,48 e	78,32 a
Coefficiente de variação (%)	2,15	2,03	0,12
- Fósforo -			
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	34,88 a	15,99 a	54,16 f
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	26,30 c	9,92 c	62,37 e
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	27,40 b	10,26 b	62,54 d
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	26,96 c	10,01 c	62,85 c
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	27,69 b	10,28 b	62,86 c
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	27,93 b	9,75 c	65,11 a

“Tabela 6, conclusão”

Plano nutricional*	Consumo (g/ave)	Excreção (g/ave)	Coefficiente de retenção (%)
- Fósforo -			
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	28,35 b	9,94 c	64,93 b
Coefficiente de variação (%)	2,16	2,16	0,04
- Nitrogênio -			
<i>PN1</i> : 21% - 19% - 18% PB sem fitase	150 a	47,19 b	68,48 e
<i>PN2</i> : 21% - 19% - 18% PB com fitase	144 b	48,83 a	66,19 f
<i>PN3</i> : 20% - 17% - 15% PB com fitase	143 b	42,45 c	70,24 d
<i>PN4</i> : 19% - 17% - 16% PB com fitase	139 c	40,55 d	70,89 c
<i>PN5</i> : 19% - 17% - 15% PB com fitase	142 b	41,54 c	70,86 c
<i>PN6</i> : 19% - 16% - 15% PB com fitase	138 c	38,86 e	71,83 a
<i>PN7</i> : 18% - 16% - 15% PB com fitase	135 c	38,81 e	71,35 b
Coefficiente de variação (%)	2,17	2,19	0,04

* Níveis de proteína bruta, com correção aminoacídica, de acordo com as fases de desenvolvimento das aves: 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Em rações com fitase, níveis de cálcio, fósforo e aminoácidos reduzidos.

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$)

4 CONCLUSÃO

A redução de aminoácidos em 3,5% em rações para frangos de corte suplementadas com fitase e elaboradas segundo um plano nutricional não melhora o desempenho e as características de carcaça das aves, embora possam reduzir a emissão de elementos poluentes pelas excretas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto, à FAPEMIG pelo suporte financeiro por meio do Programa Pesquisador Mineiro e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA).

À FAPEMIG, pelo apoio concedido por meio do Programa Pesquisador Mineiro (PPM).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelos dois anos de concessão da bolsa de doutorado pelo Programa Institucional de Capacitação de Docentes do Ensino Técnico e Tecnológico – PIQDTEC

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.R.; NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; PUCCI, L.E.A.; HESPANHOL, R. Adição de fitase em rações com diferentes níveis de energia metabolizável, proteína bruta e fósforo disponível para frangos de corte de 1 a 21 dias. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.12, n.4, p. 602 - 609, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**: agricultural chemicals, contaminants and drugs. 15. ed. Washington, 1990. v. 1, 684 p.
- CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F. de; LIMA, R.R. de; LIMA, G.F.R. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1237-1245, 2010.
- DIAMBRA, O.H.; McCARTNEY, M.G. The effect of low protein finisher diets on broiler males performance and abdominal fat. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n. 10, p. 2013-2015, 1995.
- FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.4, p.629-635, 2008
- GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.1769-1774, 2007.
- GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; BERTECHINI, A.G.; SANTOS, L.M.; ALVARENGA, R.R. Nitrogen, calcium and phosphorus balance of broilers fed diets with phytase and crystalline amino acids. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 591-597, 2011.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.3, p.450-457, 2011b.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E.P. The metabolism energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, p. 3-11, (Research Report, 7), 1965.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceeding. Nutrition Society**, Wallingford, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; ZANGERONIMO, M.G.; DONATO, D.C.Z.; SILVA, J.H.V. Carcass characteristics of broilers at 42 days receiving diets with phytase in different energy and crude protein levels. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 575-581, 2011.

PESTI, G.M. Impact of dietary amino acid and crude protein levels in broiler feeds on biological performance. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 18, n. 3, p. 477-486, 2009.

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

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

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2002. 235p.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de

corte, na fase de 14 a 21 dias de idade. 2. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.3, p.469-477, 2008.

SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 952-961, 2004.

ANEXOS

ANEXO A - EXPERIMENTO 1

1 - DESEMPENHO

Tabela 01 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração (CR) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	259173,1	43195,52	2,918	0,02442
Resíduo	28	414428,1	14801,00		
CV (%)	2,57				

Tabela 02- Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso (GP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	42928,90	7154,817	2,405	0,05316
Resíduo	28	83288,64	2974,594		
CV (%)	1,93				

Tabela 03 - Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar (CA) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	0,2937805E-01	0,4896342E-02	3,537	0,00987
Resíduo	28	0,3876088E-01	0,1384317E-02		
CV (%)	2,22				

Tabela 04- Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça (RC) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	10.85281	1.808802	1.779	0.13990
Resíduo	28	28.47279	1.016885		
CV (%)	1.34				

Tabela 05 - Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de peito (RP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	16.91738	2.819564	3.296	0.01398
Resíduo	28	23.95331	0.855475		
CV (%)	2.40				

Tabela 06 - Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de coxa + sobrecoxa para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	9.260238	1.543373	2.410	0.05275
Resíduo	28	17.92885	0.6403162		
CV (%)	2.80				

Tabela 07 - Análise de variância e coeficiente de variação para gordura abdominal para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	0.5006285	0.8343808E-01	1.074	0.40158
Resíduo	28	2.175849	0.7770890E-01		
CV (%)	18.35				

Tabela 08 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo total de cálcio (CTCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	839.2291	139.8715	257.769	0.00000
Resíduo	28	15.19346	0.5426237		
CV (%)	2.34				

Tabela 09 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção total de cálcio (ExTCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL				
TRAT	6	645.4937	107.5823	2792.761	0.00000
Resíduo	28	1.078611	0.3852183E-01		
CV (%)	2.17				

Tabela 10 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção total de cálcio (RTCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	1778.565	296.4275	91755.200	0.00000
Resíduo	28	0.9045777E-01	0.3230635E-02		
CV (%)	0.08				

Tabela 11 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo total de fósforo (CTP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	323.8242	53.97070	121.000	0.00000
Resíduo	28	12.48909	0.4460391		
CV (%)	2.43				

Tabela 12 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção total de fósforo (CTP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	159.9298	26.65497	406.011	0.00000
Resíduo	28	1.838223	0.6565081E-01		
CV (%)	2.38				

Tabela 13 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção total de fósforo (RTP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	290.1543	48.35904	0.00000	0.00000
Resíduo	28	0.1078815E-01	0.3852910E-03		
CV (%)	0.03				

Tabela 14 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo total de nitrogênio (CTN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	303.4543	50.57572	4.143	0.00422
Resíduo	28	341.7958	12.20699		
CV (%)	2.42				

Tabela 15 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção total de nitrogênio (CTN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	378.3186	63.05310	61.047	0.00000
Resíduo	28	28.92015	1.032862		
CV (%)	2.34				

Tabela 16 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção total de nitrogênio (CTN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	156.3495	26.05826	11178.905	0.00000
Resíduo	28	0.6526857E-01	0.2331020E-02		
CV (%)	0.07				

ANEXO B – METABOLISMO

1 - DESEMPENHO

Tabela 17 Efeito das rações experimentais sobre o Consumo de Cálcio (CCa), Excreção de Cálcio (ExCa) e Retenção de Cálcio (RCa) de frangos de corte na fases de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Rações experimentais	CCa (mg/ave)	ExCa (mg/ave)	RCa%
8 - 21 dias			
R1 – 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	974 a	536 a	44,93b
R2 – 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	741 b	213 b	71,20a
R3 – 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	727 b	237 b	67,32a
R4 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	690 b	208 b	69,85a
R7 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	696 b	224 b	67,71a
CV (%)	5,03	7,93	4,00
22 a 35 dias			
R1 – 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	1324 a	564 a	57,10b
R2 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	892 b	174 b	80,18a
R3 – 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	836 b	175 b	78,78a
R4 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	826 b	175 b	78,58a
CV (%)	10,82	8,83	4,76
36 a 42 dias			
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	1767 a	673 a	61,90b
R2 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	938 b	222 b	76,42a
R3 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	974 b	248 b	74,45a
R4 – 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	975 b	223 b	77,10a
CV (%)	5,44	10,55	3,67

^{1/} R2 a R5 níveis reduzidos de Ca, P e suplementados com fitase e aminoácidos; ^{2/} a, b diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 18 Efeito das rações experimentais sobre o Consumo de fósforo (CP), Excreção de fósforo (ExP) e Retenção de fósforo (RP) de frangos nas fases de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Rações experimentais	CP	ExP	RP%
	(mg/ave)	(mg/ave)	
8 - 21 dias			
R1 – 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	710 a	361 a	48,95c
R2 – 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	613 b	250 b	59,01b
R3 – 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	546 c	194 c	64,37a
R4 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	527 c	201 c	61,81a
R7 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	528 c	213 c	59,61b
CV (%)	5,42	6,94	4,58
22 a 35 dias			
R1 – 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	1120 a	485 a	56,47b
R2 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	909 b	329 b	63,56a
R3 – 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	766 c	284 b	62,82a
R4 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	798 c	306 b	61,62a
CV (%)	8,48	11,77	7,30
36 a 42 dias			
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	1435 a	650 a	54,64b
R2 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	1078 b	387 b	63,75a
R3 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	863 c	320 c	62,76a
R4 – 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	894 c	335 c	62,75a
CV (%)	9,25	10,12	4,46

^{1/} R2 a R5 níveis reduzidos de Ca, P e suplementados com fitase e aminoácidos;

^{2/} a, b diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Tabela 19 Efeito das rações experimentais sobre o Consumo de nitrogênio (CN), Excreção de nitrogênio (CN) e Retenção de nitrogênio (RN) de frangos de corte na fase de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Rações experimentais	CN	ExN	RN
	(mg/ave)	(mg/ave)	(%)
8 - 21 dias			
R1 - 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	3590 a	1121 b	68,66 a
R2 - 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3307 b	1374 a	59,45 c
R3 - 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3218 b	1147 b	64,31 b
R4 - 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3560 a	1079 b	69,67 a
R7 - 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3439 a	958 c	72,13 a
CV (%)	5,04	6,88	3,33
22 a 35 dias			
R1 - 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	5109	1564 a	69,22
R2 - 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	5272	1466 a	70,89
R3 - 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	4694	1430 a	69,14
R4 - 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	4633	1261 b	72,70
CV (%)	10,20	9,85	4,31
36 a 42 dias			
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	7088 a	2345 a	66,94b
R2 - 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	6405 b	2275 a	64,50b
R3 - 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	5582 c	1628 b	74,14a
R4 - 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	5952 c	1440 b	72,74a
CV (%)	6,18	12,26	3,64

^{1/} R2 a R5 níveis reduzidos de Ca, P e suplementados com fitase e aminoácidos;
^{2/} a, b diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Tabela 20 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de cálcio (CCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	280984.6	70246.14	47.269	0.00000
Resíduo	20	29721.76	1486.088		
CV (%)	5.03				

Tabela 21 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de cálcio (ExCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	401230.7	100307.7	197.539	0.00000
Resíduo	20	10155.75	507.7876		
CV (%)	7.93				

Tabela 22 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de cálcio (RCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	2372.659	593.1647	89.780	0.00000
Resíduo	20	132.1380	6.606899		
CV (%)	4.00				

Tabela 23 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de fósforo (CP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	121955.8	30488.95	30.371	0.00000
Resíduo	20	20077.42	1003.871		
CV (%)	5.42				

Tabela 24 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de fósforo (ExP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	95146.09	23786.52	82.720	0.00000
Resíduo	20	5751.123	287.5561		
CV (%)	6.94				

Tabela 25 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de fósforo (RP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	689.0195	172.2549	23.779	0.00000
Resíduo	20				
CV (%)	5,48				

Tabela 26 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de nitrogênio (CN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	512658.0	128164.5	4.299	0.01135
Resíduo	20	596204.5	29810.23		
CV (%)	5.04				

Tabela 27 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de nitrogênio (EXCN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	460865.4	115216.3	18.866	0.00000
Resíduo	20	122143.2	6107.161		
CV (%)	6.87				

Tabela 28 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de nitrogênio (RN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	501.3515	125.3379	25.212	0.00000
Resíduo	20	99.42888	4.971444		
CV (%)	3.33				

Tabela 29 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de cálcio (CCa) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	850524.5	283508.2	25.724	0.00000
Resíduo	16	176337.5	11021.09		
CV (%)	10.82				

Tabela 30 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de cálcio (ExCa) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	567880.6	189293.5	327.283	0.00000
Resíduo	16	9254.061	578.3788		
CV (%)	8.83				

Tabela 31 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de cálcio (RCa) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	1834.629	611.5429	49.615	0.00000
Resíduo	16	197.2141	12.32588		
CV (%)	4.76				

Tabela 32 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de fósforo (CP) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	383754.6	127918.2	22.035	0.00000
Resíduo	16	92881.99	5805.125		
CV (%)	8.48				

Tabela 33 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de fósforo (ExP) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	124353.7	41451.25	24.209	0.00000
Resíduo	16	27395.83	1712.240		
CV (%)	11.77				

Tabela 34 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de fósforo (RP) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	153.5323	51.17745	2.566	0.09084
Resíduo	16	319.0815	19.94259		
CV (%)	7.30				

Tabela 35 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de nitrogênio (CN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	1464711.	488236.9	1.933	0.16503
Resíduo	16	4042173.	252635.8		
CV (%)	10.20				

Tabela 36 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de nitrogênio (EXCN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	239843.6	79947.86	4.028	0.02599
Resíduo	16	317562.5	19847.65		
CV (%)	9.85				

Tabela 37 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de nitrogênio (RN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	42.41174	14.13725	1.533	0.24440
Resíduo	16	147.5508	9.221927		
CV (%)	4.31				

Tabela 38 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de cálcio (CCa) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	2433350.	811116.6	202.175	0.00000
Resíduo	16	64191.25	4011.953		
CV (%)	5.44				

Tabela 39 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de cálcio (ExCa) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	734242.5	244747.5	188.409	0.00000
Resíduo	16	20784.33	1299.020		
CV (%)	10.55				

Tabela 40 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de cálcio (RCa) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	762.7360	254.2453	35.944	0.00000
Resíduo	16	113.1735	7.073346		
CV (%)	3.67				

Tabela 41 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de fósforo (CP) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	1034342	344780.6	35.318	0.00000
Resíduo	16	156193.8	9762.112		
CV (%)	9.25				

Tabela 42- Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de fósforo (Exp) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	356504.6	118834.9	64.653	0.00000
Resíduo	16	29408.60	1838.037		
CV (%)	10.12				

Tabela 43 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de fósforo (RP) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	270.8391	90.27970	12.182	0.00021
Resíduo	16	118.5725	7.410779		
CV (%)	4.46				

Tabela 44 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de nitrogênio (CN) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	6301706	2100569.	14.042	0.00010
Resíduo	16	2393410.	149588.1		
CV (%)	6.18				

Tabela 45 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de nitrogênio (EXCN) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	3112538.	1037513	18.661	0.00002
Resíduo	16	889562.9	55597.68		
CV (%)	12.265				

Tabela 46 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de nitrogênio (RN) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	317.5336	105.8445	16.515	0.00004
Resíduo	16	102.5412	6.408827		
CV (%)	3.64				

Tabela 47 - Análise de variância e coeficiente de variação para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	57035,56	14258,89	12,998	0,00000
Resíduo	30	32910,67	1097,022		
CV (%)	1,014				

Tabela 48 - Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de metabolizabilidade na matéria seca (CD_{MS}) das rações para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	136,6045	34,15113	33,454	0,00000
Resíduo	30	30,62502	1,020834		
CV (%)	1,31				

Tabela 49 - Análise de variância e coeficiente de variação para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	69736,19	13947,24	1,963	0,11431
Resíduo	31	206066,6	7105,744		
CV (%)	2,47				

Tabela 50 - Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de metabolizabilidade na matéria seca (CD_{MS}) das rações para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	23,91674	4,783348	0,768	0,00000
Resíduo	31	180,6054	6,227771		
CV (%)	3,16				

Tabela 51 - Análise de variância e coeficiente de variação para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	29266,68	4877,780	1,603	0,18342
Resíduo	31	85218,69	3043,525		
CV (%)	1,72				

Tabela 52 - Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de metabolizabilidade na matéria seca (CD_{MS}) das rações para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	129,7761	21,62935	8,181	0,00004
Resíduo	31	74,03189	2,643996		
CV (%)	1,98				

ANEXO C - EXPERIMENTO II

1 - DESEMPENHO

Tabela 53 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração (CR) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	477728,2	79621,37	7,202	0,00010
Resíduo	28	309565,5	11055,91		
CV (%)		2,20			

Tabela 54 - Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso (GP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	20465,67	3410,945	1,679	0,16326
Resíduo	28	56898,24	2032,080		
CV (%)		1,60			

Tabela 55 - Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar (CA) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	0,5807322E-01	0,9678870E-02	10,872	0,00000
Resíduo	28	0,2492832E-01	0,8902972E-03		
CV (%)		1,67			

Tabela 56- Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça (RC) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	14.77893	2.463155	1.133	0.36914
Resíduo	28	60.86147	2.173624		
CV (%)		1.96			

Tabela 57 - Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de peito (RP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	14.74751	2.457918	1.723	0.15255
Resíduo	28	39.95150	1.426839		
CV (%)	3.10				

Tabela 58 - Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de coxa + sobrecoxa para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	14.39289	2.398814	3.186	0.01642
Resíduo	28	21.08266	0.7529522		
CV (%)	3.09				

Tabela 59 - Análise de variância e coeficiente de variação para gordura abdominal para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	1.712380	0.2853966	2.379	0.05535
Resíduo	28	3.358995	0.1199641		
CV (%)	20.51				

ANEXO D – METABOLISMO

Tabela 60 - Efeito das rações experimentais sobre o Consumo de Cálcio (CCa), Excreção de Cálcio (ExCa) e Retenção de Cálcio (RCa) de frangos de corte na fases de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Rações (R)	CCa	ExCa	RCa%
	(mg/ave)	(mg/ave)	
8 a 21 dias			
R1 – 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	974 a	536 a	44,93b
R2 – 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	741 b	213 b	71,20a
R3 – 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	646 c	201 b	68,77b
R4 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	656 c	222 b	66,10b
R5 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	640 c	185 b	71,00a
CV (%)	5,21	7,51	3,92
22 a 35 dias			
R1 – 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	1324 a	564 a	57,10b
R2 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	892 b	173 b	80,18a
R3 – 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	900 b	186 b	79,10a
R4 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	909 b	205 b	77,67a
CV (%)	9,67	11,98	5,62
36 a 42 dias			
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	1767 a	673 a	61,91b
R2 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	1020 b	222 b	76,42a
R3 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	938 c	213 b	79,02a
R4 – 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	952 c	201 b	78,92a
CV (%)	4,63	11,25	3,64

^{1/} PN3 a PN7 suplementados com aminoácidos; ^{2/} a, b diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 61 - Efeito das rações experimentais sobre o Consumo de fósforo (CP), Excreção de fósforo (ExP) e Retenção de fósforo (RP) de frangos na fase 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Rações (R)	CP	ExP	RP%
	(mg/ave/dia)	(mg/ave/dia)	
8 - 21 dias			
R1 – 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	709 a	361 a	48,95c
R2 – 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	612 b	250 b	59,01b
R3 – 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	552 c	206 c	62,65a
R4 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	554 c	200 c	63,94a
R5 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	532 c	196 c	63,11a
CV (%)	5,56	5,73	3,76
22 a 35 dias			
R1 – 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	1120 a	485 a	56,47b
R2 – 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	909 b	329 b	63,56a
R3 – 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	848 b	316 b	62,48a
R4 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	927 b	303 b	66,88a
CV (%)	8,19	10,13	6,80
36 a 42 dias			
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	1435 a	650 a	54,64b
R2 – 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	1078 b	387 b	63,75a
R3 – 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	984 b	367 b	62,52a
R4 – 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	945 b	352 b	62,48a
CV (%)	8,22	6,48	4,62

¹/ PN3 a PN7 suplementados com aminoácidos; ²/ a, b diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 62 - Efeito de rações experimentais sobre o Consumo de nitrogênio (CN), Excreção de nitrogênio (CN) e Retenção de nitrogênio (RN) de frangos de corte na fase de 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Rações (R)	CN (mg/ave/ dia)	ExN (mg/ave/dia)	RN (%)
	8 a 21 dias		
R1 - 21,0% PB níveis recomendados sem fitase	3590 a	1122 b	68,66a
R2 - 21,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3307 a	1374 a	59,45b
R3 - 20,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3507 a	1179 b	66,35a
R4 - 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	3381 a	1034 c	69,24a
R5 - 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	2961 b	973 c	67,01a
CV (%)	5,14	6,31	3,33
22 a 35 dias			
R1 - 19,0% PB níveis recomendados sem fitase	5109	1564 a	70,93
R2 - 19,0% PB com redução de Ca e P + fitase	5272	1466 a	69,22
R3 - 17,0% PB com redução de Ca e P + fitase	4762	1392 a	70,89
R4 - 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	4794	1281 b	70,79
CV (%)	9,28	9,66	4,32
36 a 42 dias			
R1 - 18,0% PB níveis recomendados sem fitase	7088 a	2345 a	66,94b
R2 - 18,0% PB com redução de Ca e P + fitase	6405 b	2276 a	64,51b
R3 - 16,0% PB com redução de Ca e P + fitase	5804 c	1529 b	73,55 ^a
R4 - 15,0% PB com redução de Ca e P + fitase	5587 c	1517 b	72,80 ^a
CV (%)	5,31	10,43	3,44

¹/ PN3 a PN7 suplementados com aminoácidos; ²/ a, b diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 63 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo total de cálcio (CTCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	840.1757	140.0293	304.953	0.00000
Resíduo	28	12.85711	0.4591825		
CV (%)	2.15				

Tabela 64 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção total de cálcio (CTCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	674.8570	112.4762	3410.232	0.00000
Resíduo	28	0.9234953	0.329819E-01		
CV (%)	2.03				

Tabela 65 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção total de cálcio (CTCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	2005.656	334.2761	41245.600	0.00000
Resíduo	28	0.2269267	0.810452E-02		
CV (%)	0.12				

Tabela 66 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo total de fósforo (CTP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	250.5567	41.75945	110.151	0.00000
Resíduo	28	10.61514	0.3791123		
CV (%)	2.160				

Tabela 67 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção total de fósforo (CTP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	153.3044	25.55073	460.961	0.00000
Resíduo	28	1.552019	0.554292E-01		
CV (%)	2.16				

Tabela 68 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção total de fósforo (CTP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	407.4965	67.91608		0.00000
Resíduo	28	0.1639405E-01	0.5855019E-03		
CV (%)	0.039				

Tabela 69 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo total de nitrogênio (CTN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	658.6042	109.7674	11.582	0.00000
Resíduo	28	265.3768	9.477743		
CV (%)	2.172				

Tabela 70 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção total de nitrogênio (CTN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	468.0380	78.00634	89.152	0.00000
Resíduo	28	24.49937	0.8749776		
CV (%)	2.196				

Tabela 71 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção total de nitrogênio (RTN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	118.1861	19.69769	20442.553	0.00000
Resíduo	28	0.2697976E-01	0.9635630E-03		
CV (%)	0.044				

Tabela 72 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de cálcio (CCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	401156.3	100289.1	68.784	0.00000
Resíduo	20	29160.46	1458.023		
CV (%)	5.21				

Tabela 73 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de cálcio (ExCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	441617.0	110404.3	264.709	0.00000
Resíduo	20	8341.547	417.0773		
CV (%)	7.51				

Tabela 74 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de cálcio (RCa) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	2455.476	613.8689	96.236	0.00000
Resíduo	20	127.5761	6.378803		
CV (%)	3.92				

Tabela 75 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de fósforo (CP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	103714.9	25928.74	23.862	0.00000
Resíduo	20	21732.51	1086.625		
CV (%)	5.56				

Tabela 76 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de fósforo (ExP) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	97228.07	24307.02	125.350	0.00000
Resíduo	20	3878.258	193.9129		
CV (%)	5,73				

Tabela 77 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de fósforo (RP) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	771.0206	192.7551	38.470	0.00000
Resíduo	20	100.2101	5.010503		
CV (%)	3.76				

Tabela 78 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de nitrogênio (CN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	1181553.	295388.3	9.945	0.00013
Resíduo	20	594068.0	29703.40		
CV (%)	5,14				

Tabela 79 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de nitrogênio (EXCN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	479580.0	119895.0	23.325	0.00000
Resíduo	20	102802.6	5140.131		
CV (%)	6.31				

Tabela 80 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de nitrogênio (RN) para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	307.8369	76.95922	15.842	0.00000
Resíduo	20	97.15888	4.857944		
CV (%)	3.33				

Tabela 81 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de cálcio (CCa) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	673171.1	224390.4	22.271	0.00000
Resíduo	16	161207.4	10075.46		
CV (%)	9.97				

Tabela 82 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de cálcio (ExCa) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	531784.1	177261.4	154.818	0.00000
Resíduo	16	18319.48	1144.967		
CV (%)	11.982				

Tabela 83 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de cálcio (RCa) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	1810.916	603.6385	35.331	0.00000
Resíduo	16	273.3643	17.08527		
CV (%)	5.62				

Tabela 84 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de fósforo (CP) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	208026.2	69342.07	11.410	0.00030
Resíduo	16	97239.32	6077.457		
CV (%)	8.19				

Tabela 85 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de fósforo (Exp) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	108541.0	36180.34	27.405	0.00000
Resíduo	16	21123.72	1320.233		
CV (%)	10.13				

Tabela 86 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de fósforo (RP) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	282.8342	94.27808	5.267	0.01018
Resíduo	16	286.4156	17.90098		
CV (%)	6.80				

Tabela 87 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de nitrogênio (CN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	921780.9	307260.3	1.437	0.26912
Resíduo	16	3422198	213887.4		
CV (%)	9.28				

Tabela 88 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de nitrogênio (ExcN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	214944.9	71648.31	3.772	0.03197
Resíduo	16	303912.2	18994.51		
CV (%)	9.66				

Tabela 89 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de nitrogênio (RN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	32.58567	10.86189	1.154	0.35796
Resíduo	16	150.6519	9.415747		
CV (%)	4.32				

Tabela 90 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de cálcio (CCa) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	2402449	800816.5	272.425	0.00000
Resíduo	16	47033.29	2939.580		
CV (%)	4.63				

Tabela 91 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de cálcio (ExCa) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	796341.0	265447.0	195.474	0.00000
Resíduo	16	21727.42	1357.964		
CV (%)	11.25				

Tabela 92 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de cálcio (RCa) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	1007.540	335.8466	46.042	0.00000
Resíduo	16	116.7107	7.294416		
CV (%)	3.64				

Tabela 93 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de fósforo (CP) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	747773.0	249257.7	29.873	0.00000
Resíduo	16	133502.7	8343.920		
CV (%)	8.22				

Tabela 94 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de fósforo (Exp) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	300154.1	100051.4	123.072	0.00000
Resíduo	16	13007.23	812.9517		
CV (%)	6.48				

Tabela 95 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de fósforo (RP) para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	262.0245	87.34151	11.064	0.00035
Resíduo	16	126.3082	7.894264		
CV (%)	4.62				

Tabela 96 - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de nitrogênio (CN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	6804113	2268038	20.794	0.00000
Resíduo	16	1745186	109074.1		
CV (%)	5.31				

Tabela 97 - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção de nitrogênio (EXCN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	3111494	1037165.	25.936	0.00000
Resíduo	16	639829.6	39989.35		
CV (%)	10.43				

Tabela 98 - Análise de variância e coeficiente de variação para retenção de nitrogênio (RN) para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	293.7197	97.90657	17.172	0.00003
Resíduo	16	91.22655	5.701659		
CV (%)	3.44				

Tabela 99 - Análise de variância e coeficiente de variação para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	171134,2	42783,54	43,702	0,00000
Resíduo	30	29369,74	978,9913		
CV (%)	0,98				

Tabela 100 - Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de metabolizabilidade na matéria seca (CD_{MS}) das rações para frangos de cortes na fase de 8 a 21 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	147,2488	36,81220	40,496	0,00000
Resíduo	30	27,27107	0,9090356		
CV (%)	1,23				

Tabela 101 - Análise de variância e coeficiente de variação para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	104872.4	17478.74	1.436	0.23644
Resíduo	31	340893.4	12174.77		
CV (%)	3.20				

Tabela 102 - Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de metabolizabilidade na matéria seca (CD_{MS}) das rações para frangos de cortes na fase de 22 a 35 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	101.4768	16.91280	1.718	0.15364
Resíduo	30	275.6406	9.844306		
CV (%)	3.94				

Tabela 103 - Análise de variância e coeficiente de variação para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	39262.54	6543.757	5.800	0.00050
Resíduo	30	31588.01	1128.143		
CV (%)	1.06				

Tabela 104 - Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de metabolizabilidade na matéria seca (CD_{MS}) das rações para frangos de cortes na fase de 36 a 42 dias de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	66.55344	11.09224	10.552	0.00000
Resíduo	30	29.43464	1.051237		
CV (%)	1.26				