

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA
BRUTA, CÁLCIO E FÓSFORO EM RAÇÕES
COM FITASE E AMINOÁCIDOS PARA
FRANGOS DE CORTE**

ELISANGELA MINATI GOMIDE

2010

ELISANGELA MINATI GOMIDE

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA, CÁLCIO E
FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE E AMINOÁCIDOS PARA
FRANGOS DE CORTE**

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

Orientador
Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

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

Gomide, Elisangela Minati.

Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações
com fitase e aminoácidos para frangos de corte / Elisangela Minati
Gomide. – Lavras : UFLA, 2010.

118 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Desempenho. 2. Níveis de proteína bruta. 3. Características
de carcaça. 4. Balanço de nutrientes. 5. Metabolismo. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.513

ELISANGELA MINATI GOMIDE

**REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA, CÁLCIO E
FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE E AMINOÁCIDOS PARA
FRANGOS DE CORTE**

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

APROVADA em 10 de fevereiro de 2010

Prof. Dr. Édison José Fassani	UFLA
Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas	UFLA
Prof. Dra. Yolanda Lopes da Silva	UNIOESTE
Dra. Renata Apocalypse Nogueira Pereira	EPAMIG/CTSM

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Ao meu pai Wilson por acreditar nos meus sonhos.
A minha mãe Neusa por me ensinar a valorizar os pequenos atos.
As minhas irmãs Elaine e Estela pelo apoio.
Ao meu namorado Alessandro pelos momentos maravilhosos
vividos.

DEDICO

A Deus pelas pessoas que colocou na minha vida para enriquecê-la
AGRADEÇO

*Amarás o Senhor, teu Deus, de todo o teu coração, de toda a tua alma e
de todo o teu entendimento. Este é o grande e primeiro mandamento
(Mateus 22:37,38)*

A Ociosidade é o que envelhece não o trabalho (Sócrates)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

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

À DMS Produtos Nutricionais, pela doação da enzima fitase e dos premixes vitamínico e mineral para a realização dos experimentos.

Ao meu orientador Paulo Borges Rodrigues pela amizade, orientação, ensinamentos e oportunidades.

Aos professores, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Édison José Fassani, Yolanda Lopes da Silva e Renata Apocalypse Nogueira Pereira, pela colaboração e participação na banca examinadora.

A todos os funcionários do setor de avicultura pela colaboração, durante a condução dos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Márcio, Eliana e José Virgílio, pelo auxílio nas realizações das análises laboratoriais.

Aos secretários Carlos, Joelma e Keila pela atenção, e aos demais funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma me apoiaram.

Aos funcionários da biblioteca, em especial ao Sebastião Pinto Alves pelas informações.

Aos colegas de pós-graduação, Érin, Jerônimo, Renata, Júlio, Fábio, Luís, Atháide, Asdrúbal, Caio, Jalisson e outros pela companhia e ensinamentos.

Aos alunos de graduação, Gustavo, Cissa, Bombom, Choquito, Matheus Levy e Igor pelo auxílio na condução dos experimentos.

À minha amiga Nair Elizabeth pela amizade sincera.

As minhas vizinhas, Dona Sonja e Raquel pelo apoio e orações.

Ao meu namorado Alessandro que foi uma verdadeira jóia que Deus colocou na minha vida.

Ao Lilico, Pretinha e Amendoim meus cães terapeutas.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ELISANGELA MINATI GOMIDE, filha de Wilson Florentino Gomide e Neuza Maria Minati Gomide, natural de São Paulo – SP.

Em julho de 1998 iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), concluindo-o em julho de 2003.

Em março de 2004, iniciou o mestrado na Universidade Federal de Lavras, na área de concentração de Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em março de 2006.

Em março de 2006, ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), submetendo-se à defesa de tese no dia 10 de fevereiro de 2010, em Lavras - MG.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	I
ABSTRACT	IV
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução Geral	02
2 Revisão de Literatura	04
2.1 Potencial poluidor da cama de frangos	04
2.3 Redução da proteína bruta e a excreção de nitrogênio.....	06
2.2 Redução da proteína bruta sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte	08
2.4 Fitase na nutrição de aves	12
3 Referências Bibliográficas	15
CAPÍTULO 2: Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte nas fases de 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade	22
1 Resumo	23
2 Abstract.....	25
3 Introdução	27
4 Material e Métodos	28
4.1 Local e período experimental	28
4.2 Aves, instalações, manejo geral e procedimentos.....	28
4.2.1 Experimentos 1, 2 e 3 : Desempenho (fases - 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade).....	28
4.2.2 Experimentos 4, 5 e 6: Metabolismo (fases - 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade).....	30
4.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	32

4.5 Porcentagem de cinzas na tíbia, rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal.....	37
4.6 Análise estatística	38
5 Resultados e Discussão	39
5.1 Experimentos I, II e III - Desempenho (1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade)	39
5.2 Características de carcaça aos 35 dias de idade	42
5.3 Experimentos 4, 5 e 6 - Metabolismo (1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade)	44
5.3.1 Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CDMS) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)	44
5.3.2 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio	48
5.3.3 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo	52
5.3.4 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio	55
5.3.5 Porcentagem de cinzas na tíbia	57
6 Conclusão	59
7 Referências Bibliográficas.....	60
CAPÍTULO 3: Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte nas fases de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade.....	66
1 Resumo	67
2 Abstract.....	69
3 Introdução	71
4 Material e Métodos	73
4.1 Local e período experimental	73
4.2 Aves, instalações, manejo geral e procedimentos.....	73
4.2.1 Experimentos 1 e 2 : Desempenho (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade).....	73
4.2.2 Experimentos 3 e 4 : Metabolismo (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade).....	75

4.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	77
4.4 Porcentagem de cinzas na tíbia, rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal.....	81
4.5 Análise estatística	82
5 Resultados e Discussão	83
5.1 Experimentos I e II - Desempenho (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade).....	83
5.2 Características de carcaça aos 35 e 42 dias de idade	85
5.3 Experimentos III e IV - Metabolismo (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade)	88
5.3.1 Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)	88
5.3.2 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio	90
5.3.3 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo	93
5.3.4 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio	95
5.3.5 Porcentagem de cinzas na tíbia	97
6 Conclusão	100
7 Referências Bibliográficas.....	101
ANEXOS	106

RESUMO

GOMIDE, Elisângela Minati. **Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte.** 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. ¹

Foram conduzidos 5 experimentos de desempenho e 5 de metabolismo para avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pdisp), suplementadas com fitase e aminoácidos sobre o desempenho, balanço e retenção de nutrientes de frangos de corte, em diferentes fases. Em todos os experimentos, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. No primeiro experimento (1 a 7 dias de idade) utilizaram-se 3 tratamentos com 6 repetições de 30 e 5 aves, por unidade experimental, no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram: T1- ração com 22% PB sem fitase (controle), formuladas com os níveis nutricionais recomendados nas tabelas brasileiras; T2- ração com 22% PB com fitase; T3- ração com 20% PB com fitase. No segundo experimento (8 a 21 dias de idade), utilizaram-se cinco tratamentos com 6 repetições de 30 e 5 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram constituídos de 5 diferentes rações, sendo: T1- ração com 21% PB sem fitase (controle); T2- ração com 21% PB com fitase; T3- ração com 20% PB com fitase; T4- ração com 19% PB com fitase e T5- ração com 18% PB com fitase. No terceiro experimento (8 a 35 dias de idade) utilizaram-se 5 tratamentos com 6 repetições de 25 e 3 aves, por unidade experimental, no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram: T1- ração com 20% PB sem fitase (controle); T2- ração com 20% PB com fitase; T3- ração com 19% PB com fitase; T4- ração com 18% PB com fitase e T5- ração com 17% PB com fitase. No quarto experimento (22 a 35 dias de idade) utilizaram-se 5 tratamentos com 6 repetições de 25 e 3 aves, por unidade experimental, no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram: T1- ração com 19% PB sem fitase (controle); T2- ração com 19% PB com fitase; T3- ração com 18% PB com fitase; T4- ração com 17% PB com fitase e T5- ração com 16% PB com fitase. No quinto experimento (36 a 42 dias de idade) utilizaram-se 5 tratamentos com 6 repetições de 25 e 3 aves, por unidade experimental, no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram:

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

T1- ração com 18% PB sem fitase (controle), T2: ração com 18% PB com fitase; T3- ração com 17% PB com fitase; T4: ração com 16% PB com fitase e T5- ração com 15% PB com fitase. Em todos os experimentos, as rações com fitase (80g de fitase/tonelada de ração - Ronozyme NP-(M)[®]) foram formuladas com níveis reduzidos de Pdisp em 0,15 e de Ca em 0,30 ponto porcentual, em relação à ração controle. Em todas as fases estudadas, não houve efeito ($P>0,05$) da redução do nível de PB, Ca e Pdisp das rações sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos. Na fase de um a sete dias de idade, não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). No entanto, a ração com redução de PB em 2 pontos percentuais apresentou maior coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS). Houve redução de N, P e Ca nas excretas, quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Na fase de 8 a 21 dias de idade, as rações com níveis reduzidos de PB apresentaram maiores valores de EMAn e CMMS. A excreção de N, Ca e P foi menor quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Na fase de 8 a 35 dias de idade, não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores de EMAn e CMMS. Houve redução de N, P e Ca nas excretas, quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Não houve diferença no rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa. No entanto, houve aumento na porcentagem de gordura abdominal quando as aves consumiram a ração com o menor nível protéico. Na fase de 22 a 35 dias de idade, as rações com níveis reduzidos de PB apresentaram maiores valores de EMAn e CMMS. A excreção de N, Ca e P foi menor quando as aves receberam rações com níveis reduzidos desses nutrientes. Não houve diferença no rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa. No entanto, houve aumento na porcentagem de gordura abdominal quando as aves consumiram a ração com o menor nível protéico. Na fase de 36 a 42 dias de idade, não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores de EMAn. No entanto, rações com redução de PB em 2 e 3 pontos percentuais apresentaram maior CMMS. Houve redução de N, P e Ca nas excretas, quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Não houve diferença no rendimento de carcaça e cortes nobres, observando-se aumento na porcentagem de gordura abdominal quando as aves consumiram as rações com menores níveis protéicos. A porcentagem de cinzas na tibia das aves, em todas as fases avaliadas, não diferiu entre os tratamentos. Conclui-se que a redução de Pdisp em 0,15 e de Ca em 0,30 ponto porcentual, em todas as fases de criação dos frangos, e a redução de 2 pontos percentuais no teor de PB, na fase de 1 a 7 dias de idade e de 3 pontos percentuais nas demais fases estudadas, com a suplementação adequada de aminoácidos sintéticos e fitase, propicia diminuição na excreção de N, Ca e P, sem prejudicar o desempenho, características de carcaça e porcentagem de

cinzas na tibia dos frangos de corte. Contudo, as rações com baixos teores de proteína resultam em aumento na gordura abdominal.

ABSTRACT

GOMIDE, Elisangela Minati. **Reduction of the crude protein, calcium and phosphorus levels in diets with phytase and amino acids for broiler chickens.** 2010. 118 p. Thesis (Animal Science Doctorate) – Federal University of Lavras, Lavras.¹

In this study 5 performance and 5 metabolism assays were carried out to evaluate the effect of diets with reduced levels of crude protein (CP), calcium (Ca) and available phosphorus (aP), supplemented with phytase and amino acids on the performance, balance and nutrients retention in broiler chickens in different phases. In all trials, the experimental design was completely randomized. In the first trial (from 1 to 7 days) 3 treatments were used with 6 replicates of 30 to 5 birds per experimental unit in the performance and metabolism assay, respectively. The treatments were: T1- diet with 22% CP without phytase (control), formulated with the recommended nutritional levels in the Brazilian tables; T2- diet with 22% CP with phytase and T3- diet with 20% CP with phytase. In the second trial (from 8 to 21 days of age), five treatments with 6 replicates of 30 and 5 birds per experimental unit in the assay of performance and metabolism, respectively, were used. The treatments were: T1- diet with 21% CP without phytase (control); T2- diet with 21% CP with phytase; T3- diet with 20% with phytase; T4- diet with 19% CP with phytase and T5- diet with 18 CP with phytase. In the third trial (from 8 to 35 days) 5 treatments were used with 6 replicates of 25 and 3 birds per experimental units in the performance and metabolism assay, respectively. The treatments were: T1- diet with 20% CP without phytase (control); T2- diet with 20% CP with phytase; T3- diet with 19% CP with phytase; T4- diet with 18% CP with phytase and T5- diet with 17% CP with phytase. In the fourth trial (from 22 to 35 days) 5 treatments with 6 replicates of 25 and 3 birds per experimental unit in the performance and metabolism assay, respectively, were used. The treatments were: T1- diet with 19% CP without phytase (control); T2- diet with 19% CP with phytase; T3- diet with 18% CP with phytase; T4- diet with 17% CP with phytase and T5- diet with 16% CP with phytase. In the fifth trial (from 36 to 42 days) 5 treatments were used with 6 replicates of 25 and 3 birds per experimental unit in the assay of performance and metabolism, respectively. The treatments were: T1- diet

¹ **Guidance committee:** Prof. Paulo Borges Rodrigues –UFLA (Major Professor); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA; Prof. Antônio Gilberto Bertechini –UFLA.

with 18% CP without phytase (control); T2- diet with 18% CP with phytase; T3- diet with 17% CP with phytase; T4- diet with 16% CP with phytase and T5- diet with 15% CP with phytase. In all trials the diets with phytase (80g of phytase/ton of diet - Ronozyme (NP-(M)[®]) were formulated with reduced levels of aP in 0.15 and of Ca in 0.30 percentual point related to the diet control. In all studied phases, no effect ($P>0.05$) in the reduction of the level of CP, Ca and aP of the diets on the diet intake, weight gain and feed conversion of the chickens were observed. In the one to seven days phase, there was no difference ($P>0.05$) between the treatments for the values of corrected apparent metabolizable energy by the balance of nitrogen (AMEn). However, the diet with reduction of CP in two percentual points presented higher coefficient of metabolization in the dry matter (DMMC). There was reduction of N, P and Ca in the excreta when the birds received diets with reduced levels of these nutrients. In the phase from 8 to 21 days, the diets with reduced levels of CP presented higher values of AMEn and DMMC. The excretion of N, Ca and P was lower when the birds received diets with reduced levels of these nutrients. In the 8 to 35 days phase there was no difference ($P>0.05$) between the treatments for the values of AMEn and DMMC. There was reduction of N, P and Ca in the excretions when the birds received diets with reduced of these nutrients. There was no difference in the carcass, breast and thigh + drumstick yield. However, there was increase in the percentage of abdominal fat when the birds fed the diet with lower protein level. In the 22 to 35 days phase, the diets with reduced levels of CP presented higher values of AMEn and DMMC. The N, Ca and P excretion was lower when the birds received diets with reduced levels of these nutrients. There was no difference in the carcass, breast and thigh + drumstick yield. However, there was increase in the percentage of abdominal fat when the birds fed the diet with lower protein level. In the 36 to 42 days phase, there was no difference ($P>0.05$) between the treatments for the values of AMEn. However, diets with reduction of CP in 2 and 3 percentual points presented higher DMMC. There was reduction of N, P and Ca in the excreta when the birds received diet with reduced levels of these nutrients. There was no difference in the carcass yield and noble cuts, considering that there was increase in the abdominal fat percentage when the birds fed the diets with lower protein levels. The ashes percentage in the tibia of the birds, in all phases evaluated no shown differences between the treatments. It was concluded that the reduction of aP in 0.15 and of Ca in 0.30 percentual point in all phases of the rearing and the reduction of 2 percentual points in the CP level, in the phase of 1 to 7 days, and 3 percentual points in the other phases, with the appropriate supplementation of amino acids and phytase, provides decrease in the excretion of N, Ca and P, without damage the performance, carcass traits and ash percentage in the tibia of the broilers. Nevertheless, the diets with low protein levels result in increase of the abdominal fat.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Fornecer rações para frangos de corte formuladas para proporcionar o máximo desempenho com máximo retorno financeiro buscando-se reduzir os níveis de elementos poluentes como o nitrogênio e fósforo das excretas têm sido os objetivos primários dos produtores industriais de frangos de corte.

O aumento na quantidade de excretas avícolas, em decorrência do aumento da produção de frangos, concentradas em determinadas regiões do país, tem sido motivo de preocupação quando se refere ao meio ambiente. Podendo ser um entrave para o aumento da produção futura e sustentável de frangos, pois quando as excretas de aves são utilizadas em excesso como fertilizante, os nutrientes excedentes levam à degradação da qualidade da água e solos.

As excretas de frangos são ricas em nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. A lixiviação de nitrato através do perfil do solo e o transporte do fósforo via escoamento superficial, são colocados na literatura internacional como os dois principais problemas de impacto ambiental sobre a qualidade da água e solos em locais com intensa criação de animais.

Possivelmente, a maneira mais efetiva de reduzir-se a excreção de nitrogênio das excretas é reduzir o excesso de proteína bruta das rações. Sabe-se que rações formuladas para atender às exigências de proteína bruta muitas, vezes fornecem alguns aminoácidos em excesso. Posteriormente, esses aminoácidos serão catabolizados e excretados na forma de ácido úrico.

A maior disponibilidade de aminoácidos sintéticos produzidos em escala comercial permite a redução do nível de proteína bruta das dietas, pois possíveis deficiências em aminoácidos em função da redução da proteína podem ser supridas com a adição desses aminoácidos.

Com relação à redução de fósforo das excretas, a adição de fitase é, atualmente, a maneira mais efetiva. As rações para aves são constituídas

principalmente de alimentos de origem vegetal, que apresentam parte do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, que não pode ser plenamente aproveitado pelas aves, devido à inabilidade dessas produzirem quantidades suficientes de fitase.

A adição de fitase nas rações visa hidrolisar o fitato disponibilizando o fósforo dos alimentos de origem vegetal, permitindo a formulação de rações com menores quantidades de fontes inorgânicas de fósforo. Resultando em rações mais eficientes e com menor excreção desse mineral para o meio ambiente.

Objetivou-se avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo suplementadas com fitase e aminoácidos sintéticos sobre o desempenho, características de carcaça, balanço de nutrientes e cinzas na tíbia, para frangos de corte, no período de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35, 36 a 42; e 8 a 35 dias de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Potencial poluidor da cama de frangos

Apesar dos benefícios da cama de frango como fertilizante orgânico, a intensificação da criação com alta concentração de animais, em determinadas regiões, tem gerado grande quantidade de excretas. Dessa forma, a cama de frango deixa de ser vista somente como uma fonte de nutrientes para as plantas (e lucro adicional para o produtor) e passa a ser encarada como um resíduo potencialmente poluidor.

Muitas vezes, a cama gerada nas unidades de produção excede a área disponível para descarte. Além disso, a frequente aplicação desse material como adubo na mesma área pode ultrapassar o nível máximo dos elementos necessários ao desenvolvimento das plantas, favorecendo suas perdas para o meio ambiente.

De acordo com Basso (2003), a produção animal pode contribuir para a poluição ambiental de três maneiras: a primeira, contaminando a água pelo escoamento superficial após aplicação dos esterco no campo e lixiviação de nutrientes em função de excessivas aplicações no solo, a segunda, pela poluição do ar em função de gases e odores liberados na decomposição do esterco/cama de frango durante o período de armazenamento e/ou após aplicação no solo, e a terceira, pela poluição do solo causada por aplicações excessivas de certos nutrientes, tendo como consequência um desequilíbrio em determinados elementos e que pode refletir negativamente no crescimento de plantas.

No solo, o nitrogênio aplicado via esterco está sujeito a uma série de transformações, muitas das quais podem resultar em perdas substanciais por volatilização de amônia, lixiviação de nitrato, desnitrificação, bem como perdas por escoamento superficial. Já para o fósforo, embora possa existir a

possibilidade de perda por lixiviação, o principal caminho de perda se dá via escoamento superficial (Basso, 2003).

A lixiviação de nitrato através do perfil do solo e o transporte do fósforo via escoamento superficial são colocados na literatura internacional como os dois principais problemas de impacto ambiental sobre a qualidade da água em locais que desenvolvem a criação de animais (Hatfield, 1998).

Estudos têm demonstrado que, sempre que a adição de nitrogênio exceder as necessidades da cultura, parte significativa pode lixiviar abaixo da zona radicular e conseqüentemente atingir o lençol freático (Jemison & Fox, 1994; Sexton et al., 1996).

Outra consequência que preocupa com igual, ou até maior intensidade que o nitrogênio, são as perdas de fósforo, principalmente por escoamento superficial. Isso porque o fósforo é um elemento necessário e limitante ao crescimento de algas e plantas aquáticas (Sharpley et al., 1994). Dessa forma, o enriquecimento excessivo de rios e lagos, por nitratos e fosfatos de fertilizantes usados na agricultura levam ao supercrescimento de algas e outras plantas aquáticas que consomem o oxigênio da água tornando-a inabitável para peixes e outras vidas animais. O aumento de certas algas azuis-verdes é uma preocupação porque elas produzem toxinas que são perigos potenciais à saúde dos animais e humanos (Kotak et al., 1993). Dessa forma a eutrofização é responsável por um tipo especial de poluição aquática.

Quando o esterco é lançado diretamente nos cursos d'água pode ocorrer a redução da quantidade de oxigênio a valores inferiores à necessidade da fauna aquática e provocar a morte de peixes e outros seres vivos. Além disso, a presença de substâncias orgânicas putrescíveis pode gerar odores desagradáveis, tornando as águas impróprias para fins de abastecimento e lazer (Scherer et al., 1995).

2.3 Redução da proteína bruta e a excreção de nitrogênio

Como as aves não têm uma necessidade específica de proteína, mas sim de aminoácidos, o conteúdo de proteína da dieta pode ser reduzido, desde que as exigências dos aminoácidos sejam supridas com aminoácidos sintéticos e o desempenho não seja comprometido.

A maneira mais eficaz de reduzir a excreção de nitrogênio é reduzir o excesso da sua ingestão. Dessa forma, a redução da proteína bruta da dieta com a adição de aminoácidos sintéticos tem demonstrado ser uma maneira efetiva em reduzir a excreção de nitrogênio.

Kerr & Kidd (1999) avaliaram o efeito de quatro dietas com diferentes níveis de proteína bruta (19,4%, 18,2%, 18,2% + treonina, 16,7% e 16,7% + treonina, isoleucina, triptofano e valina) sobre o consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio, em frangos de corte da linhagem Cobb-Ross com 25 dias de idade. Os autores verificaram que o consumo de nitrogênio foi significativamente menor à medida que o nível de proteína bruta foi se reduzindo. A menor excreção de nitrogênio foi observada quando as aves consumiram a dieta com 18,2% de PB e esta redução foi 36% menor quando comparada com as aves que receberam a dieta controle, representando 22,8% na redução de nitrogênio para cada unidade porcentual de proteína bruta reduzida. As aves que consumiram a dieta com 18,2% de PB foram mais eficientes na retenção de nitrogênio dietético (74,69%) do que as aves que receberam a dieta controle (64,27%).

Cauwenberghe & Burnham (2001) verificaram que é 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%.

Corzo et al. (2005) avaliaram o efeito de dietas com níveis reduzidos de proteína bruta sobre a excreção de nitrogênio em frangos de corte e observaram

que as aves que consumiram a dieta com 18% de PB, suplementada ou não com aminoácidos, excretaram 32% menos N do que as aves que receberam a dieta controle (20% PB).

Avaliando a excreção de nitrogênio de frangos de corte na fase inicial, Faria Filho et al. (2005) observaram que essa excreção foi diminuída gradativamente com a redução dos níveis de proteína bruta da dieta. Dietas com 20 e 18,5% de PB diminuíram a excreção de nitrogênio em 11,6 e 21,7%, respectivamente, em comparação à dieta controle (21,5% PB), representando aproximadamente 7% a menos na excreção de nitrogênio por unidade porcentual reduzida na proteína bruta da dieta.

As relações entre os teores de proteína bruta das rações, a excreção e os teores assimilados de nitrogênio foram estudados por Gomide (2006). As aves que receberam ração com 17% e 19 % de PB excretaram 23,3% e 13,8% menos nitrogênio, respectivamente, em relação às aves que consumiram a ração controle (21,4%), representando em média 5,5% a menos na excreção de nitrogênio, em cada ponto porcentual que se reduz na PB da ração na fase inicial, e o coeficiente de retenção do nitrogênio foi maior quando a proteína bruta da ração foi reduzida. Já na fase de crescimento em que os níveis de PB foram reduzidos de 19,3% (controle) para 18 e 16% essa redução representou 6% em média, por unidade porcentual reduzida, na proteína bruta da ração.

Silva et al., 2008 avaliaram rações com níveis reduzidos de PB (15, 17 e 19%) na fase inicial e verificaram que as aves excretaram 35, 25 e 32% menos nitrogênio, respectivamente, em relação às aves que consumiram a dieta controle (21,4% PB), representando em média 8% a menos na excreção absoluta de nitrogênio, para cada unidade porcentual que foi reduzida na PB da ração.

Já na fase de crescimento em que os níveis de PB foram reduzidos de 19% (controle) para 14, 16 e 18% de PB, a redução na excreção de nitrogênio

foi em média 13% para cada unidade porcentual reduzida na PB da ração (Silva, 2004).

Conforme observou-se a redução da proteína bruta da dieta é uma estratégia eficaz em reduzir a excreção de nitrogênio. No entanto, o desempenho das aves (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), além do rendimento de cortes nobres, devem ser avaliados conjuntamente, quando a PB da dieta for reduzida.

2.2 Redução da proteína bruta sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte

As proteínas são de fundamental importância na alimentação animal, pois fornecem os aminoácidos que serão utilizados na síntese de proteína corporal e constituem a principal fonte de nitrogênio ao organismo.

A proteína alimentar está envolvida tanto nos processos de manutenção quanto de crescimento. Alguns aminoácidos são importantes precursores de neurotransmissores e certos hormônios, enquanto outros estão envolvidos no transporte de nitrogênio e na manutenção da integridade da membrana celular (D'Mello, 2003). Segundo Aftab et al. (2006) a proteína dietética é usada pelos frangos para diversas funções, sendo a mais importante o acréscimo de proteína.

De acordo com o National Research Council - NRC (1994), os frangos de corte necessitam de uma quantidade específica e balanceada de aminoácidos essenciais na dieta e nitrogênio suficiente para síntese dos aminoácidos não essenciais, ao invés de proteína bruta. Essa proposta aliada à disponibilidade de alguns aminoácidos sintéticos com custos viáveis tem possibilitado a formulação de ração com níveis reduzidos de proteína bruta, otimizando os custos e minimizando a excreção de nitrogênio para o meio ambiente.

Vários estudos têm sido realizados envolvendo a redução do teor protéico das rações suplementadas com aminoácidos sintéticos. Porém, ainda

não ficou evidente até que ponto pode-se reduzir o nível protéico da ração e quais aminoácidos devem ser suplementados sem afetar o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte.

Os estudos demonstram que pode ou não haver prejuízo no desempenho e características de carcaça dos frangos dependendo da extensão da redução da proteína bruta das dietas e de quais aminoácidos são suplementados.

Esse fato foi relatado por Gomide et al. (2007) os autores observaram que a redução de 4 pontos percentuais no nível de proteína bruta da ração prejudicou o desempenho dos frangos, mesmo a ração sendo suplementada com todos os aminoácidos essenciais necessários para suprir a exigência das aves. Já ao reduzir-se apenas 2 pontos percentuais do nível protéico recomendado pela literatura brasileira, na fase inicial (1 a 21 dias de idade), o desempenho dos frangos foi semelhante àqueles que receberam ração com o nível de proteína bruta recomendado pela literatura brasileira (Gomide et al., 2009).

Os autores observaram também que uma redução mais acentuada de proteína bruta nas duas fases (19% PB na fase inicial e 16% na fase de crescimento) prejudicou o desempenho, mas quando a redução de proteína foi de (19% na fase inicial e 18% na fase de crescimento), o desempenho não foi prejudicado.

Corzo et al. (2005) conduziram um experimento para avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta sobre o desempenho de frangos de corte, no período de 5 a 21 dias de idade. Os tratamentos consistiram de uma dieta controle à base de milho e farelo de soja com 20% PB, de acordo com as recomendações do NRC, uma dieta com 18% de PB suplementada com lisina, metionina, treonina e isoleucina, e seis dietas com 18% de PB, suplementadas individualmente de glicina, alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, prolina ou leucina e outra com 18% de PB suplementada com todos os aminoácidos mencionados anteriormente. Aos 21 dias, os pesquisadores observaram que os

frangos que consumiram as dietas com baixa PB, suplementada com glicina, leucina, aspartato ou com todos os aminoácidos apresentaram ganho de peso similar àqueles que consumiram a dieta controle.

Utilizando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (15, 17 e 19%) para frangos de corte na fase inicial, Silva et al. (2006) concluíram que é possível reduzir a proteína bruta da ração para 17% sem afetar o desempenho, desde que suplementada com os aminoácidos valina, arginina, treonina isoleucina, lisina e metionina e fitase.

Na fase de crescimento, Silva (2004) observou que a proteína bruta pode ser reduzida de 18 para 14%, desde que a ração seja suplementada com os aminoácidos valina, arginina, treonina isoleucina, lisina, triptofano, fenilalanina, lisina e metionina e fitase.

Também Oliveira et al. (2007) concluíram que o nível de PB da ração formulada utilizando-se o conceito de proteína ideal pode ser reduzido de 21,6 até 17,6% sem influenciar negativamente o desempenho dos frangos no período de 22 a 42 dias, mesmo quando submetidos ao estresse por calor.

Cufadar et al. (2009) realizaram um estudo com frangos de corte na fase inicial, utilizando dietas com 22 e 20% PB suplementadas com treonina, além da lisina e metionina e fitase, e concluíram que o nível protéico para essa fase pode ser reduzido para 20%, sem afetar o desempenho dos frangos.

Entretanto, outros estudos demonstraram que a redução do nível protéico da ração prejudica o desempenho dos frangos. Sendo assim, Hussein et al. (2001), administrando dietas com 17,5% de PB para frangos de corte na fase inicial, suplementadas com aminoácidos essenciais sintéticos para evitar a ocorrência de deficiência, observaram que o ganho de peso e a conversão alimentar foram piores em relação à dieta controle (23% de PB).

Bregendahl et al. (2002) avaliaram dietas com níveis reduzidos de proteína bruta 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 NRC (1994), e os autores observaram que o ganho de peso e a conversão alimentar foram prejudicados.

Também, Vasconcellos et al. (2009), 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).

De acordo com Aftab et al. (2006), um dos fatores que pode contribuir para o baixo desempenho dos frangos seria a diferença no equilíbrio eletrolítico das rações com níveis reduzidos de proteína bruta.

De acordo com esse autor, dietas com baixa proteína bruta normalmente são suplementadas com aminoácidos sintéticos e são formuladas com menos farelo de soja, resultando em rações com menor quantidade de potássio, pois o farelo de soja é rico em potássio. Dessa forma rações com níveis reduzidos de proteína bruta resultam em dietas com menor equilíbrio eletrolítico, quando comparada com a dieta controle, sendo um dos possíveis fatores para o baixo desempenho dos frangos quando recebem essas dietas.

Apesar do grande número de estudos avaliando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, os resultados ainda são inconsistentes, portanto, mais estudos sobre esse assunto são necessários.

Quanto às características de carcaça, a maioria dos estudos indicam que a redução da proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos leva ao aumento da gordura abdominal. Faria Filho et al. (2005) relataram que a redução do teor protéico não afetou o rendimento de carcaça e de asas das aves abatidas aos 21 dias de idade, porém, a dieta com 18,5% de PB reduziu o rendimento de peito e aumentou o de coxa+sobrecoxa em relação às dietas contendo 21,5 e 20 % de PB. Os mesmos autores observaram ainda que a dieta controle (21,5% PB) proporcionou menor porcentagem de gordura abdominal, em relação à dieta com 18,5% de PB.

Também, Silva (2004) observou aumento na quantidade de gordura abdominal quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de nutrientes (14 e 16% de PB), sem, no entanto, influenciar os rendimentos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, dorso e asa.

Do mesmo modo, Gomide et al. (2007) observaram que a redução da proteína bruta apesar de reduzir a excreção de nitrogênio e ser benéfico para o meio ambiente, de certa forma prejudica as características de carcaça, aumentando a gordura abdominal nos frangos de corte.

2.4 Fitase na nutrição de aves

As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal que apresentam aproximadamente dois terços do teor de fósforo, na forma do complexo orgânico fitato.

O fitato (hexafosfato de mio-inositol) é um ácido aniônico com propriedades antinutricionais que está presente em muitos ingredientes de origem vegetal. O principal efeito antinutricional do fitato é que o fósforo fítico não está plenamente disponível para o metabolismo dos não ruminantes (Nelson, 1967).

O teor de fitato varia entre os vegetais, afetando diretamente a biodisponibilidade do fósforo. Segundo o NRC (1994), somente 33% e 42% desse mineral é biodisponível no milho e farelo de soja, respectivamente.

O fitato, não pode ser plenamente digerido pelas aves, devido à inabilidade dessas produzirem quantidades suficientes de fitase. Alguns autores sugerem que aves adultas podem sintetizar alguma fitase intestinal. Entretanto, alguns pesquisadores (Maenz & Classen, 1998; Simons, et al., 1990) afirmaram que a capacidade do frango de corte para o aproveitamento do fósforo fítico é limitada e a produção de fitase endógena é insignificante.

Devido a essa inabilidade de aproveitar o fósforo fítico, grande parte do fósforo dos alimentos de origem vegetal é excretado e fósforo adicional deve ser adicionado na dieta para suprir a exigência do animal.

Até recentemente, acreditava-se que o ácido fítico era fator limitante apenas para o fósforo presente nos ingredientes vegetais. Contudo, estudos demonstraram que o efeito prejudicial da molécula de ácido fítico, em monogástricos, vai além da diminuição da disponibilidade do fósforo, comprometendo também a utilização de outros nutrientes, tais como: proteínas e aminoácidos (Ravindran et al., 1999), cátions (Maenz, 2001), amido (Angel et al., 2002) e enzimas como pepsina, tripsina e alfa-amilase (Casey & Walsh, 2004).

Para amenizar esse problema, pesquisas têm sido desenvolvidas com a utilização de fitase nas rações, e os resultados têm sido bastante satisfatórios. A adição de fitase visa hidrolisar o fitato, liberando o fósforo da molécula de fitato, tornando-o disponível para uso metabólico (Cromwell et al., 1991).

Diversos pesquisadores relataram o efeito da fitase aumentando a disponibilidade do fósforo de ingredientes vegetais para aves, (Kornegay & Verstegen, 2001; Lan et al., 2002; Santos et al., 2008).

Segundo Gomide et al. (2006), a utilização de fitase aumenta a disponibilidade do fósforo da ração e reduz sua excreção, permitindo 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%.

Devido ao possível efeito do fitato sobre a proteína e amido a adição de fitase nas dietas pode ter efeitos positivos na disponibilidade de energia.

Algumas pesquisas indicaram que a fitase tem efeito positivo sobre a disponibilidade de energia nas dietas de frangos (Ravindran et al., 2001; Camden et al., 2001; Shirley & Edwards Junior, 2003). No entanto, outros estudos demonstraram que a fitase não tem efeito sobre a disponibilidade de energia (Ledoux et al., 2001; Murai et al., 2002).

Quanto ao efeito da fitase sobre a disponibilidade de aminoácidos alguns estudos indicam aumento da disponibilidade de aminoácidos (Ravindran et al., 2001; Camden et al., 2001; Selle et al., 2003) enquanto outros não relataram nenhum efeito (Peter et al., 2000; Brumm, 2001; Walz & Pallauf, 2002).

Sob o ponto de vista da nutrição, a viabilização técnica das enzimas exógenas é um marco importante, pois permite melhorar o aproveitamento dos nutrientes. O aumento na utilização do fósforo, dos aminoácidos e da energia por meio da utilização da enzima fitase representaria economia significativa no custo final da formulação das dietas (Viana et al., 2009).

O efeito da fitase aumentando a disponibilidade do fósforo dos ingredientes de origem vegetal para aves parece ser bastante conclusivo. Entretanto, no que diz respeito à atividade da fitase sobre a disponibilidade de outros nutrientes, os dados são inconsistentes, o que indica a necessidade de mais investigações sobre o assunto.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, Wyton, v. 62, n. 4, p. 688-701, Dec. 2006.

ANGEL, R.; TAMIM, N.M.; APPLGATE, T.J.; DHANDU, A.S.; ELLESTAD, L. E. Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 11, n. 4, p. 471-480, 2002.

BASSO, C. J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. 2003. 125 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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.

BRUMM, M. C. Response of barrows to phytase in lysine deficient diets. **Journal Animal Science**, Champaign, v.79, n. 2, p. 48, 2001. Suppl.

CAMDEN, B. J.; MOREL, P. C. H.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V.; BEDFORD, M. R. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize –soya-bean meal diets for broilers. **Animal Science**, Midlothia, v. 73, n. 2, p. 289-297, Oct. 2001.

CASEY, A.; WALSH, G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 110, n. 3, p. 313-322, June 2004.

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. **Proceeding...** Blankeberge: [s.n.], 2001.

CORZO, A.; FRITTS, C.; KIDD, M.; KERR, B. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.118, n. 3-4, p. 319-327, Feb. 2005.

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.

CUFADAR, Y.; YILDIZ, A. O.; OLGUN, O. The effects of microbial phytase to low-protein diets supplemented with individual amino acids on performance and carcass characteristics in broilers. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Konya, v. 8, n. 8, p. 1472-1477, 2009.

D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in animal nutrition**. Wallingford: CAB International, 2003.

FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; VIEIRA, B. S.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. 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.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; SANTOS, L. M.; FREITAS, R. T. F.; REIS, M. P. Desempenho, características de carcaça e composição centesimal da carne de peito de frangos de corte submetidos a rações com níveis reduzidos de proteína bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD ROM.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, T.; DIAS, J. S. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD ROM.

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, MG, v. 36, n. 6, p.1769-1774, nov./dez. 2007.

HATFIELD, J. Nutrient management and waste handling. In: WORLD PORK SYMPOSIUM, Des Moines. **Proceeding...** Des Moines, 1998. p. 41-48.

HUSSEIN, A. S.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; FORD, M. J.; PATON, N. D.; CANTOR, A. S.; PESCATORE, A. J.; GATES, R. S.; BURNHAM, D. 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, 2001.

JEMISON, J. M.; FOX, R. H. Nitrate leaching from nitrogen-fertilized and manured corn measured with zero-tension pan lysimeters. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 23, n. 2, p. 337-343, Mar./Apr. 1994.

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, 1999.

KORNEGAY, E. T.; VERSTEGEN, M. W. A. Swine nutrition and environmental pollution and odor control. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition**. Boca Raton: CRC, 2001. 609 p.

KOTAK, B. G.; KENEFICK, S. L.; FRITZ, D. L.; ROUSSEAU, C. G.; PREPAS, E. E.; HRUDEY, S. E. Occurrence and toxicological evaluation of cyanobacterial toxins in Alberta lakes and farm dugouts. **Water Research**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 495–506, Mar. 1993.

LAN, G. Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S.; HO, Y. W. 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.

LEDOUX, D. R.; BROOMHEAD, J. N.; FIRMAN, J. B. Effects of microbial phytase on apparent ileal digestibility of amino acids in broiler chicks fed a corn-soybean meal diet formulated on an ideal protein basis. **Journal Animal Science**, Champaign, v.79, n. 1, p. 477, 2001. Suppl.

MAENZ, D. D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. (Ed.). **Enzymes in farm animal nutrition**. Wallingford: Cab Publishing, 2001. 406p.

MAENZ, D. D.; CLASSEN, H. L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 4, p. 557-563, Apr. 1998.

MURAI, A.; KOBAYASHI, T.; OKADA, T.; OKUMURA, J. Improvement of growth and nutritive value in chicks with non-genetically modified phytase product from *Aspergillus niger*. **British Poultry Science**, Hants, v. 43, n. 5, p. 687-695, Dec. 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of Poultry**. 9. 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, n. 4, p. 862-871, 1967.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; LOPES, D. C. Níveis de proteína bruta com suplementação de aminoácidos na ração de frangos de corte submetidos ao estresse por calor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

PETER, C. M.; HAN, Y.; BOLING-FRANKENBACH, S. D.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 8, p. 2150-2156, Aug. 2000.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAM, G.; BRYDEN, W. L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 699-706, May 1999.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAM, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 338-344, Mar. 2001.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

SANTOS, F. R.; HURBY, M.; PIERSON, E. E. M.; REMUS, J. C.; SAKOMURA, N. K. Effect of phytase supplementation in diets on nutrient digestibility and performance in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 17, n. 2, p. 191-201, 2008.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; DIAS, L. F. X. Potencial fertilizante do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 35-39, jan./mar. 1995.

SELLE, P. H.; CADOGAN, D. J.; BRYDEN, W. L. Effects of phytase supplementation of phosphorus-adequate, lysine-deficient, wheat-based diets on growth performance of weaner pigs. **Australian Journal Agricultural Research**, Collingwood, v. 54, n. 3, p. 323-330, 2003.

SEXTON, B. T.; MONCRIEF, J. F.; ROSEN, C. J.; GUPTA, S. C.; CHENG, H. H. Optimizing nitrogen and irrigation inputs for corn based on nitrate leaching and yield on a coarse-textured soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 25, n. 5, p. 982-992, Sept./Oct. 1996.

SHARPLEY, A. N.; CHAPRA, S. C.; WEDEPOHL, R.; SIMS, J. T.; DANIEL, T. C.; REDDY, K. R. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 23, n. 3, p.437-451, May/June 1994.

SHIRLEY, R. B.; EDWARDS JUNIOR, H. M. Graded levels of phytase past industry standards improves broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 4, p. 671-680, Apr. 2003.

SILVA, Y. L. da. **Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte:** desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes. 2004. 201 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSANI, E. J.; PEREIRA, C. R. 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.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; ZANGERÔNIMO, 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, MG, v. 37, n. 3, p. 469-477, maio/jun. 2008.

SIMONS, P. C. M.; VERTEEGH, H. A. J.; JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A.; SLUMP, P.; BOS, K. D.; WOLTERS, M. G. E.; BEUDEKER, R. F.; VERSCHOOD, G. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **The British Journal of Nutrition**, New York, v. 64, n. 2, p. 525-540, Sept. 1990.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; VIDAL, T. Z. B.; MACHADO, A. C.; FERNADES, I. S. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta 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.

VIANA, M. T. S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; BARRETO, S. L. T.; SILVA, E. A.; FLORENTINO, W. M. 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, jun. 2009.

VIDAL, T. Z. B.; VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; MACHADO, A. L. C.; FERNANDES, I. S. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta e suplementação de L-glicina sobre o desempenho de frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD-ROM.

WALZ, O. P.; PALLAUF, J. Microbial phytase combined with amino acid supplementation reduces P and N excretion of growing and finishing pigs without loss of performance. **International Journal Food Science, Technology**, v. 37, n. 7, p. 1835-848, Oct. 2002.

CAPÍTULO 2

REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA, CÁLCIO E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE E AMINOÁCIDOS PARA FRANGOS DE CORTE NAS FASES DE 1 A 7, 8 A 21 E 8 A 35 DIAS DE IDADE

1 RESUMO

Foram conduzidos 3 experimentos de desempenho e 3 de metabolismo para avaliar-se o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pdisp), suplementadas com fitase e aminoácidos sobre o desempenho, balanço e retenção de nutrientes de frangos de corte. Em todos os experimentos, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. No primeiro experimento (1 a 7 dias de idade), utilizaram-se 3 tratamentos com 6 repetições de 30 e 10 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram: T1- ração controle com 22% PB sem fitase, formuladas com os níveis nutricionais recomendados nas tabelas brasileiras; T2- ração com 22% PB com fitase e T3- ração com 20% PB com fitase. No segundo experimento (8 a 21 dias de idade), utilizaram-se 5 tratamentos com 6 repetições de 30 e 5 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram: T1- ração controle com 21% PB sem fitase; T2- ração com 21% PB com fitase; T3- ração com 20% PB com fitase; T4- ração com 19% PB com fitase e T5- ração com 18% com fitase. No terceiro experimento (8 a 35 dias de idade) utilizaram-se 5 tratamentos com 6 repetições de 25 e 3 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos foram: T1: ração controle com 20% PB sem fitase, T2: ração com 20% PB com fitase, T3: ração com 19% PB com fitase, T4: ração com 18% PB com fitase, T5: ração com 17% PB com fitase. Em todos os experimentos, as rações com fitase (80g de fitase/tonelada de ração Ronozyme NP-(M)[®]) foram formuladas com níveis reduzidos de Pdisp em 0,15 de Ca em 0,30 ponto porcentual em relação à ração controle. Em todas as fases estudadas, não houve efeito ($P > 0,05$) da redução do nível de PB, Ca e Pdisp das rações sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos. Na fase de 1 a 7 dias de idade, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAN). No entanto, a ração com redução de PB em 2 pontos percentuais apresentou maior coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS). Houve redução de N, P e Ca nas excretas, quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Na fase de 8 a 21 dias de idade, as rações com níveis reduzidos de PB apresentaram maiores valores de EMAN e CMMS. A excreção de N, Ca e P foi menor quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Na fase e 8 a 35 dias de idade, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os valores de EMAN e CMMS. Houve redução de N, P e Ca nas excretas, quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses

nutrientes. Não houve diferença no rendimento de carcaça e cortes nobres, no entanto, houve aumento na porcentagem de gordura abdominal quando as aves consumiram a ração com o menor nível protéico. Não houve diferença entre os tratamentos sobre a porcentagem de cinzas na tíbia aos 21 e 35 dias de idade. Conclui-se que a redução de Pdisp em 0,15 e de Ca em 0,30 ponto porcentual em todas as fases de criação dos frangos estudadas e a redução de 2 pontos percentuais no teor de PB, na fase de um a 7 dias de idade e de 3 pontos percentuais nas demais fases, com a suplementação adequada de aminoácidos e fitase, propicia diminuição na excreção de N, Ca e P, sem afetar o desempenho, características de carcaça e porcentagem de cinzas na tíbia dos frangos de corte. Contudo, as rações com baixos níveis de proteína resultam em aumento na deposição de gordura abdominal.

2 ABSTRACT

In this study, 3 trials of performance and 3 of metabolism were conducted to evaluate the effect of diets with reduced levels of crude protein (CP), calcium (Ca) and available phosphorus (aP), supplemented with phytase and amino acids over the performance, balance and retention of nutrients in broiler chickens. In all trials, the experimental design was completely randomized. In the first trial (1 a 7 days) 3 treatments were used with 6 replicates of 30 to 5 birds per experimental unit in the assay of performance and metabolism, respectively. The treatments were: T1- diet with 22% CP without phytase (control), formulated with the recommended nutritional levels in the Brazilian tables; T2- diet with 22% CP with phytase and T3- diet with 20% CP with phytase. In the second trial (from 8 to 21 days), 5 treatments were used with 6 replicates of 30 and 5 birds per experimental unit in the assay of performance and metabolism, respectively. The treatments were: T1- diet with 21% CP without phytase (control); T2- diet with 21% CP with phytase; T3- diet with 20% with phytase; T4- diet with 19% CP with phytase and T5-diet with 18 CP with phytase. In the third trial (from 8 to 35 days) 5 treatments were used with 6 replicates of 25 and 3 birds per experimental units in the assay of performance and metabolism, respectively. The treatments were: T1- diet with 20% CP without phytase (control); T2- diet with 20% CP with phytase; T3- diet with 19% CP with phytase; T4- diet with 18% CP with phytase and T5- diet with 17% CP with phytase. In all trials the diets with phytase (80g of phytase/ton of Ronozyme (NP-(M)® diet) were formulated with reduced levels of aP in 0.15 and of Ca in 0.30 percentual point in relation to the control diet. In all studied phases, there were no effect ($P>0.05$) in the reduction of the level of CP, Ca and aP of the diets over the diet intake, weight gain and feed conversion of the chickens. In the phase from 1 to 7 days, there was no difference ($P>0.05$) between the treatments for the values of corrected apparent metabolizable energy by the balance of nitrogen (AMEn). However, the diet with reduction of CP in 2 percentual points presented higher coefficient of metabolization in the dry matter (DMMC). There was reduction of N, P and Ca in the excreta when the birds received diets with reduced levels of these nutrients. In the phase from 8 to 21 days, the diets with reduced levels of CP presented higher values of AMEn and DMMC. The excretion of N, Ca and P was lower when the birds received diets with reduced levels of these nutrients. In the 8 to 35 days phase there was no difference ($P>0.05$) between the treatments for the values of AMEn and DMMC. There was reduction of N, P and Ca in the excretions when the birds received diets with reduced of these nutrients. There was no difference in the carcass yield and noble cuts. However, there was increase in the percentage

of abdominal fat when the birds fed the diet with lower protein level. There was no difference between the treatments on the percentage of ashes from 21 and 35 days. It was concluded, the reduction of aP in 0.15 and of Ca in 0.30 percentual point in all broiler rearing phases studied and the reduction of 2 percentual points in the CP level, in the phase of 1 to 7 days, and 3 percentual points in the other phases, with the appropriate supplementation of amino acids and phytase, provides decrease in the excretion of N, Ca and P, without damage the performance, carcass traits and ash percentage in the tibia of the broiler chickens. Nevertheless, the diets with low protein levels result in increase of the deposition of abdominal fat.

3 INTRODUÇÃO

A formulação de dietas utilizando-se o conceito de proteína bruta, normalmente resulta em dietas com quantidades de aminoácidos superiores às necessidades reais dos animais, ocasionando aumento na excreção de nitrogênio para o meio ambiente e nos custos de produção.

Com a disponibilidade de alguns aminoácidos sintéticos produzidos em escala comercial, tornou-se possível formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta, pois possíveis deficiências em aminoácidos, pela redução do nível protéico das rações, podem ser corrigidas com a inclusão desses aminoácidos. Desta forma, é possível formular rações com o perfil de aminoácidos mais próximo da exigência do animal.

Além da redução do excesso de aminoácidos, os nutricionistas da área animal também têm se preocupado em melhorar a eficiência de utilização do fósforo fítico dos alimentos de origem vegetal. As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal que apresentam aproximadamente dois terços do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, que não pode ser plenamente digerido pelas aves.

Estudos demonstram que os efeitos negativos do fitato podem ser amenizados com a utilização da enzima exógena fitase, que é capaz de hidrolisar o fósforo fítico, tornando-o disponível para uso metabólico.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio, suplementadas com fitase e aminoácidos sintéticos, sobre o desempenho, características de carcaça, porcentagem de cinzas na tibia, balanço e retenção de nitrogênio, fósforo e cálcio de frangos de corte nas fases de 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e período experimental

Seis experimentos (3 de desempenho e 3 de metabolismo) foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais no período de 09/05/2008 a 16/05/2008 (fase - 1 a 7 dias de idade), 17/05/2008 a 31/05/2008 (fase - 8 a 21 dias de idade) e 09/07/2008 a 05/08/2008 (fase - 8 a 35 dias de idade).

4.2 Aves, instalações, manejo geral e procedimentos

4.2.1 Experimentos 1, 2 e 3 : Desempenho (fases - 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade)

Na fase de 1 a 7 dias, foram utilizados 540 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, com 1 dia de idade, com peso médio inicial de $45 \pm 0,11$ g. Na fase de 8 a 21 dias, foram utilizados 900 pintos de corte machos, com 8 dias de idade, com peso médio inicial de $157 \pm 1,34$ g. Na fase de 8 a 35 dias, foram utilizados 750 pintos de corte com 8 dias de idade, com peso médio inicial de $198 \pm 0,40$ g. No primeiro dia e no oitavo dia de vida, as aves foram pesadas individualmente e, com base no peso, foram distribuídas entre os tratamentos, para que as parcelas apresentassem peso médio semelhantes. Durante o período de 1 a 7 dias, as aves receberam ração com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005).

Após a pesagem, as aves foram alojadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria, dividido em boxes de 3m². O piso de todos os boxes foi coberto com maravalhas e cada boxe continha um comedouro tubular, um

bebedouro pendular e uma campânula, cuja altura era ajustada conforme o crescimento das aves. A ração e a água foram fornecidas à vontade.

A iluminação foi constante durante todo o período experimental (24 horas de luz, entre natural e artificial). Como fonte de luz artificial, utilizaram-se lâmpadas incandescentes de 100 watts, distribuídas uniformemente por todo o galpão.

A temperatura no galpão foi controlada através do manejo de cortinas e ventiladores. Os registros de temperatura do galpão foram obtidos com a instalação de dois termômetros de máxima e mínima. Os dados foram anotados diariamente, dessa forma os valores médios de máxima e mínima no interior do galpão durante o período experimental foram de: mínima 15,5°C (menor 11°C) e máxima 27,4°C (maior 31°C) no período de 1 a 7 dias, mínima 14,4°C (menor 11°C) e máxima 26,4°C (maior 29°C) no período de 8 a 21 dias e no período de 8 a 35 dias foram de: mínima 15,4°C (menor 12,5°C) e máxima 27,4°C (maior 29,5°C).

Como características de desempenho foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar no período de 1 a 7, 8 a 21 dias e 8 a 35 dias de idade.

O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de cada parcela. As pesagens das rações foram realizadas no mesmo dia das pesagens das aves, no início e no final da fase. Quando ocorria alguma mortalidade, a ração era pesada e o número de aves que permanecia na parcela, anotado. Assim, o consumo médio de ração por ave na fase experimental foi obtido pelo resultado da divisão do valor do consumo total de ração pelo número médio de aves vivas no período registrado.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre o peso final e o peso inicial de cada parcela experimental. O ganho de peso médio por ave no final da fase experimental foi obtido pela divisão do peso total das aves da

parcela pelo número de aves vivas da respectiva parcela, sendo o resultado subtraído do 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.

4.2.2 Experimentos 4, 5 e 6: Metabolismo (fases - 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade)

Nos ensaios de metabolismo, utilizou-se o método de coleta total de excretas. Foram utilizados 180 pintos de corte machos, com 1 dia de idade (experimento 4), 150 pintos de corte machos, com 14 dias de idade (experimento 5) e 90 frangos, com 28 dias de idade (experimento 6).

As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas, sendo que cada gaiola continha um bebedouro tipo pressão, um comedouro individual tipo calha, com borda para evitar desperdícios e uma bandeja revestida com plástico resistente.

Após o alojamento nas gaiolas, as aves foram submetidas a um período de quatro dias de adaptação às dietas experimentais. Nesse período, as dietas experimentais foram fornecidas à vontade. Após o período de adaptação, os comedouros foram esvaziados e preenchidos novamente, após a pesagem das rações para a determinação do consumo de cada parcela durante o período experimental. A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, e teve duração de três dias consecutivos, conforme descrito por Rodrigues et al. (2005).

Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, os quais foram identificados e armazenados em freezer até o período final de coleta. As excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, pesadas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de até 400 gramas. As amostras passaram por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65° C

até peso constante. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho com peneira de 2 mm para as análises laboratoriais.

Em todas as amostras (rações e excretas) foram determinados os teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), nitrogênio (N), fósforo (P) e cálcio (Ca). Para determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), a energia bruta das rações e a das excretas foram determinadas em bomba calorimétrica modelo Parr - 1261. Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando-se a equação descrita por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMAn da ração (Kcal/kg)} = \frac{\text{EBingerida} - (\text{EBexcretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}},$$

em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio;

EB excretada = energia bruta excretada;

EB ingerida = energia bruta ingerida;

MS ingerida = matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio = (MS ingerida x N dieta) – (MS excretas x N excretas).

O método utilizado para a determinação do nitrogênio das rações e das excretas foi o de Kjeldahl, conforme metodologia proposta pelo AOAC (1990). O Ca e P das rações e excretas foram determinados de acordo com os métodos descritos por Silva (2002). O coeficiente de metabolizabilidade das rações experimentais e os coeficientes de retenção aparente de nitrogênio, fósforo, cálcio na matéria seca, foram calculados da seguinte forma: CM e CR = (g de nutriente ingerido - g de nutriente excretado / g de nutriente ingerido) x 100.

O consumo de N, P e Ca foi determinado por meio do teor de cada elemento na matéria seca de ração, multiplicado pela quantidade de matéria seca

de ração consumida, por ave por dia. Para calcular a excreção absoluta de cada elemento, o teor do elemento na excreta foi multiplicado pela quantidade de excreta, por ave por dia, considerando o teor do elemento e a quantidade de excreta na matéria seca.

4.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em todos os experimentos.

Nos experimentos 1 e 4 (desempenho e metabolismo correspondente à fase de 1 a 7 dias de idade) os tratamentos foram constituídos de três rações com seis repetições de 30 e 10 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos experimentais foram distribuídos em: T1- 22% PB sem fitase (controle), com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al., (2005), T2- 22 % PB com fitase; T3- 20% PB com fitase + aminoácidos.

Nos experimentos 2 e 5 (desempenho e metabolismo correspondentes à fase de 8 a 21 dias de idade), os tratamentos foram constituídos de 5 rações com 6 repetições de 30 e 5 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos experimentais foram distribuídos em: T1- 21% PB sem fitase (controle), com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al., (2005); T2- 21 % PB com fitase; T3- 20% PB com fitase + aminoácidos; T4- 19% PB com fitase + aminoácidos; T5- 19% com fitase + aminoácidos.

Nos experimentos 3 e 6 (desempenho e metabolismo correspondentes à fase 8 a 35 dias), os tratamentos foram constituídos de 5 rações com 6 repetições de 30 e 3 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos experimentais foram distribuídos em: T1- 20% PB sem fitase (controle), com os níveis nutricionais recomendados

por Rostagno et al., (2005); T2- 20 % PB com fitase; T3- 19% PB com fitase + aminoácidos; T4- 18% com fitase + aminoácidos; T5- 17% com fitase + aminoácidos.

Em todos os experimentos, as rações com fitase (80g de fitase/tonelada de ração Ronozyme NP-(M)®) tiveram o nível de Pdisp reduzido em 0,15 e o de Ca em 0,30 ponto porcentual em relação à ração controle, mantendo-se a relação Ca:Pd em 2:1.

As rações (Tabela 2, 3 e 4) foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina e foram suplementadas com aminoácidos sintéticos conforme as necessidades nutricionais das aves, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005). Todas as rações foram à base de milho e farelo de soja, isoenergéticas e formuladas para conter o mesmo balanço eletrolítico (BE) da ração controle. Utilizou-se o carbonato de potássio para o ajuste. O BE foi calculado pela equação de Mongin (1981).

Para os cálculos dos teores de proteína bruta e energia metabolizável das rações experimentais não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos.

TABELA 1 Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais de frangos de corte, nas fases de 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade

Ingredientes 1-7/8-21/8-35 dias	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Cálcio (%)	Fósforo (%)
Milho ¹	90,38/90,38/87,29	9,75/9,75/8,53	0,03*	0,28*
Farelo de soja ¹	89,36/89,36/90,39	46,56/46,56/47,52	0,24*	0,18*
Fosfato bicálcico ²	-	-	26,89	18,31
Calcário ²	-	-	39,37	-

1 Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal - DZO/UFLA

2 Análises realizadas no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos - DQI /UFLA

* Valores de tabela (Rostagno et al., 2005)

TABELA 2 Composição porcentual e calculada das rações experimentais, utilizadas para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais		
	22% PB sem fitase	22% PB com fitase	20% PB com fitase
Milho grão	58,192	60,088	65,255
Farelo de soja	35,065	34,668	29,290
Óleo de soja	2,178	1,551	0,944
Fosfato bicálcico	1,980	1,150	1,160
Calcário calcítico	0,780	0,590	0,610
Sal comum	0,500	0,500	0,500
L-lisina HCl (78%)	0,340	0,500	0,510
DL-metionina	0,330	0,320	0,360
L-arginina	0,000	0,000	0,150
L-treonina	0,120	0,110	0,180
L-glicina + serina	0,180	0,180	0,370
L-valina	0,060	0,060	0,150
L-isoleucina	0,000	0,000	0,090
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050
Salinomicina (12%)	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco (15%)	0,025	0,025	0,025
Fitase	0,000	0,008	0,008
Carbonato de potássio	0,000	0,000	0,148
TOTAL	100,000	100,000	100,000
Energia e nutrientes	Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,950	2,950	2,950
Proteína Bruta (%)	22,0	22,0	20,0
Fósforo disponível (%)	0,47	0,32	0,32
Cálcio (%)	0,94	0,64	0,64
Potássio (%)	0,80	0,80	0,80
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22
Cloro (%)	0,34	0,34	0,34
Balanco eletrolítico (mEq/kg) ³	203	203	203
Lisina digestível (%)	1,33	1,33	1,33
Metionina+cistinadigestível (%)	0,94	0,94	0,94
Arginina digestível (%)	1,40	1,40	1,40
Treonina digestível (%)	0,87	0,86	0,86
Glicina + serina total (%)	2,19	2,19	2,19
Valina digestível (%)	0,99	0,99	0,99
Isoleucina digestível (%)	0,87	0,90	0,87

1. Fornecimento por kg de produto: A: 12.500.000 UI, D3: 5.760.000 UI, E: 150.000 mg, K3: 4.000 mg, B1: 3.000 mg, B2: 9.000 mg, B6: 6.000 mg, B12: 40.000 mcg, Biotina: 300 mg, Ac. Fólico: 2.000 mg, Ac. Nicotínico: 80.000 mg, Ac. Pantotênico: 18.000 mg, C: 100.000 mg, Selênio: 300 mg.

2. Fornecimento por kg de produto: Mn: 160.000 mg, Fe: 100.000 mg, Zn: 100.000 mg, Cu: 20.000 mg, Cobalto: 2.000 mg, I: 2.000 mg.

3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K - Cl).

TABELA 3 Composição porcentual e calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte, no período de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais 8 a 21 dias de idade				
	21% PB sem fitase	21% PB com fitase	20% PB com fitase	19% PB com fitase	18% PB com fitase
Milho grão	62,298	64,521	67,352	69,879	72,243
Farelo de soja	32,057	31,592	28,851	26,174	23,532
Óleo de soja	1,940	1,204	0,818	0,533	0,303
Fosfato bicálcico	1,800	0,960	0,980	1,000	1,020
Calcário calcítico	0,700	0,510	0,510	0,520	0,520
Sal comum	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
L-lisina HCl (78%)	0,190	0,200	0,280	0,360	0,440
DL-metionina	0,210	0,200	0,220	0,250	0,270
L-arginina	0,000	0,000	0,000	0,040	0,120
L-treonina	0,030	0,030	0,060	0,100	0,130
L-glicina + serina	0,000	0,000	0,070	0,160	0,250
L-valina	0,000	0,000	0,000	0,050	0,100
L-isoleucina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060
L-Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L-Fenilalanina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina (12%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de Zinco (15%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Fitase	0,000	0,008	0,008	0,008	0,008
Carbonato de potássio	0,000	0,000	0,075	0,150	0,230
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Energia e nutrientes	Composição calculada				
Proteína bruta (%)	21	21	20	19	18
Energiametabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000
Cálcio (%)	0,881	0,579	0,577	0,578	0,576
Fósforo disponível (%)	0,440	0,287	0,288	0,289	0,289
Sódio (%)	0,217	0,218	0,218	0,218	0,218
Lisina (%)	1,142	1,144	1,141	1,140	1,139
Metionina+cistina (%)	0,816	0,810	0,809	0,818	0,817
Triptofano	0,229	0,227	0,214	0,200	0,187
Treonina (%)	0,745	0,745	0,739	0,744	0,738
Arginina (%)	1,319	1,313	1,235	1,197	1,199
Glicina + serina (%)	1,923	1,922	1,898	1,893	1,888
Isoleucina (%)	0,824	0,821	0,776	0,731	0,745
Valina (%)	0,893	0,893	0,850	0,857	0,864
Leucina (%)	1,774	1,784	1,726	1,666	1,606
Histidina (%)	0,542	0,543	0,520	0,496	0,473
Fenilalanina (%)	0,973	0,973	0,926	0,878	0,830
Fenilalanina + tirosina (%)	1,642	1,642	1,562	1,482	1,403
Potássio (%)	0,761	0,759	0,759	0,760	0,763
Cloro (%)	0,345	0,346	0,346	0,346	0,346
B.E (mEq/kg) ³	192	192	192	192	192

1. Fornecimento por kg de produto: A:12.500.000 UI; D3:5.760.000 UI; E:150.000 mg; K3:4.000 mg; B1:3.000 mg; B2:9.000 mg; B6:6.000 mg; B12:40.000 mcg; Biotina:300 mg; Ac. Fólico:2.000 mg; Ac. Nicotínico: 80.000 mg; Ac. Pantotênico:18.000 mg; C:100.000 mg; Selênio:300 mg.

2. Fornecimento por kg de produto: Mn:160.000 mg; Fe:100.000 mg; Zn:100.000 mg; Cu:20.000 mg; Cobalto:2.000 mg; I:2.000 mg.

3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K - Cl).

TABELA 4 Composição porcentual e calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte, no período de 8 a 35 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais 8-35 dias de idade				
	20% PB sem	20% PB	19% PB	18% PB com	17% PB
	fitase	com fitase	com fitase	fitase	com fitase
Milho grão	62,931	65,016	67,662	69,964	72,189
Farelo de soja	30,791	30,417	27,838	25,320	22,816
Óleo de soja	2,590	1,884	1,528	1,289	1,076
Fosfato bicálcico	1,750	0,920	0,930	0,949	0,970
Calcário calcítico	0,730	0,540	0,540	0,540	0,540
Sal comum	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
L-lisina HCl (78%)	0,191	0,200	0,280	0,360	0,440
DL-metionina	0,222	0,220	0,241	0,262	0,284
L-arginina	0,000	0,000	0,000	0,056	0,132
L-treonina	0,040	0,040	0,075	0,110	0,146
L-glicina + serina	0,000	0,000	0,036	0,131	0,226
L-valina	0,000	0,000	0,035	0,079	0,122
L-isoleucina	0,000	0,000	0,000	0,035	0,080
L-Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
L-Fenilalanina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina (12%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco (15%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Fitase	0,000	0,008	0,008	0,008	0,008
Carbonato de potássio	0,000	0,000	0,072	0,142	0,212
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Energia e nutrientes	Composição calculada				
Proteína bruta (%)	20	20	19	18	17
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050
Cálcio (%)	0,851	0,552	0,550	0,550	0,550
Fósforo disponível (%)	0,426	0,275	0,274	0,275	0,276
Sódio (%)	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Lisina (%)	1,109	1,110	1,110	1,110	1,110
Metionina+cistina (%)	0,793	0,793	0,793	0,792	0,793
Triptofano	0,219	0,219	0,205	0,192	0,183
Treonina (%)	0,722	0,722	0,721	0,721	0,721
Arginina (%)	1,267	1,262	1,186	1,165	1,165
Glicina + serina (%)	1,834	1,833	1,775	1,775	1,775
Isoleucina (%)	0,789	0,787	0,742	0,732	0,732
Valina (%)	0,851	0,850	0,843	0,843	0,843
Leucina (%)	1,670	1,678	1,618	1,556	1,494
Histidina (%)	0,514	0,515	0,492	0,468	0,444
Potássio (%)	0,928	0,928	0,880	0,833	0,785
Fenilalanina (%)	1,565	1,565	1,485	1,406	1,326
Fenilalanina + tirosina (%)	0,740	0,739	0,740	0,740	0,740
Cloro (%)	0,333	0,334	0,334	0,334	0,334
B.E. (mEq/kg) ³	186	186	186	186	186

1. Fornecimento por kg de produto: A:12.500.000 UI; D3:5.760.000 UI; E:150.000 mg; K3:4.000 mg; B1:3.000 mg; B2:9.000 mg; B6:6.000 mg; B12:40.000 mcg; Biotina:300 mg; Ac. Fólico:2.000 mg; Ac. Nicotínico: 80.000 mg; Ac. Pantotênico:18.000 mg; C:100.000 mg; Selênio:300 mg.

2. Fornecimento por kg de produto: Mn:160.000 mg; Fe:100.000 mg; Zn:100.000 mg; Cu:20.000 mg; Cobalto:2.000 mg; I:2.000 mg.

3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K - Cl).

4.5 Porcentagem de cinzas na tíbia, rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal

Aos 21 dias de idade (experimento 2), foram abatidas duas aves de cada unidade experimental para coleta da perna esquerda para a retirada da tíbia. Após a retirada, as tíbias esquerdas foram identificadas e armazenadas em freezer. Posteriormente, as tíbias foram fervidas e descarnadas, retirando-se os resíduos de carne. Em seguida foram acondicionadas em estufas, desengorduradas em extrator de gordura com éter e, após evaporação do éter, colocadas novamente em estufa a 105°C por 24 horas. As tíbias foram moídas, homogeneizadas, pesadas e incineradas em mufla (600°C) por seis horas e novamente pesadas após o resfriamento em dessecadores.

Aos 35 dias de idade (experimento 3), foram retiradas duas aves por unidade experimental para a coleta da perna esquerda para análise de cinzas ósseas e 2 aves para avaliação do rendimento de carcaça e cortes nobres.

Os frangos destinados à avaliação de carcaça foram retirados da parcela experimental utilizando-se como critério de escolha os frangos que apresentaram o peso médio da respectiva parcela (5% acima e abaixo da média). Após jejum de 12 horas, as aves foram abatidas por deslocamento cervical e após a sangria e a depena foram evisceradas. As carcaças (sem cabeça, pés e gordura abdominal) foram pesadas e retirou-se, o peito, a coxa + sobre coxa e a gordura abdominal para a determinação dos rendimentos.

Para a 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. Os rendimentos de peito, coxa e sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada. Como gordura abdominal considerou-se aquela depositada na região abdominal, próxima à Bursa de Fabricius e à cloaca.

4.6 Análise estatística

Em todas as etapas, os parâmetros avaliados foram analisados utilizando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Quando a análise de variância apresentou resultados significativos, foi aplicado o teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimentos I, II e III - Desempenho (1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade)

Os resultados de desempenho das aves no período de 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 Desempenho de frangos de corte de 1 a 7 (experimento 1), 8 a 21 (experimento 2) e 8 a 35 dias de idade (experimento 3), alimentados com rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível, suplementadas com fitase e aminoácidos¹

Experimento 1	Consumo ração	Ganho de peso	Conversão
Tratamentos experimentais	(g/ave)	(g/ave)	alimentar (g/g)
22% PB – sem fitase (controle)	135	128	1,06
22% PB – com fitase	132	125	1,05
20% PB – com fitase	133	126	1,06
CV(%)	2,53	2,07	2,17
Experimento 2	Consumo ração	Ganho de peso	Conversão
Tratamentos experimentais	(g/ave)	(g/ave)	alimentar (g/g)
21% PB – sem fitase (controle)	1008	725	1,39
21% PB – com fitase	1004	724	1,39
20% PB – com fitase	1014	721	1,41
19% PB – com fitase	1027	719	1,43
18% PB – com fitase	1014	721	1,41
CV(%)	2,53	1,86	2,05
Experimento 3	Consumo ração	Ganho de peso	Conversão
Tratamentos experimentais	(g/ave)	(g/ave)	alimentar (g/g)
20% PB - sem fitase (controle)	3330	2074	1,60
20% PB - com fitase	3381	2083	1,62
19% PB - com fitase	3392	2079	1,63
18% PB - com fitase	3400	2082	1,63
17% PB - com fitase	3370	2074	1,62
CV(%)	1,49	1,64	1,45

¹Não houve diferença (P>0,05) pelo teste F.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da redução do nível de proteína bruta, cálcio e fósforo das rações sobre o desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) dos frangos em nenhuma das fases estudadas.

As aves que receberam rações formuladas com níveis reduzidos de nutrientes, suplementadas com fitase e aminoácidos, apresentaram desempenho semelhante ao das aves que receberam a ração controle.

Esses resultados sugerem que, formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais e glicina não prejudica o desempenho dos frangos. A redução do Pdisp e Ca em 0,15 e 0,30 ponto porcentual, respectivamente também não prejudica o desempenho dos frangos quando as rações são suplementadas com fitase.

Com base nos resultados encontrados pode-se inferir que a suplementação de fitase em rações com níveis reduzidos de Pdisp e Ca, provavelmente, é efetiva em suprir as exigências de P e Ca dos frangos através da liberação do P fítico dos alimentos de origem vegetal, não causando nenhum prejuízo ao crescimento das aves.

Esses resultados confirmam as afirmações de Choct (2006), de que a presença de fitase nas dietas pode aumentar a disponibilidade do fósforo fítico dos alimentos em até 70%. Outros estudos também demonstraram 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, liberando outros nutrientes além do fósforo (Lan et al., 2002; Rutherford et al., 2004; Viveros et al., 2002).

Cardoso Júnior et al. (2008a) concluíram que é possível reduzir o nível de fósforo disponível em 0,15% do recomendado e o de cálcio mantendo a relação Ca:Pdisp em 2:1 em rações suplementadas com fitase, sem prejudicar o desempenho dos frangos na fase de 8 a 35 dias de idade.

A redução do nível protéico da ração em 2 pontos percentuais na fase de 1 a 7 dias e de até 3 pontos percentuais nas fases de 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade não prejudicou o desempenho das aves, demonstrando que rações com níveis protéicos reduzidos, suplementadas com aminoácidos essenciais e glicina, de acordo com as necessidades das aves, aproximando-se do perfil ideal recomendado, são eficientes em proporcionar o mesmo desempenho para os frangos, quando comparados àqueles que receberam a ração com o nível de proteína bruta mais elevado (controle).

Stringhini et al. (2006) verificaram que os níveis de 18, 20, 22, 24 e 26% de proteína bruta nas rações de frangos na fase pré-inicial não tiveram efeito significativo sobre o desempenho.

Outros autores como Silva et al. (2006) e Gomide et al. (2009) também observaram ser possível reduzir a proteína de rações de frangos de corte sem prejudicar o desempenho dos frangos, desde que suplementadas com aminoácidos e fitase.

Oliveira et al. (2007) concluíram que o nível de PB da ração formulada utilizando o conceito de proteína ideal pode ser reduzido de 21,6 até 17,6% sem influenciar negativamente o desempenho dos frangos no período de 22 a 42 dias, mesmo esses submetidos ao estresse por calor.

Ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo, Vidal et al. (2009), verificaram perdas no desempenho das aves com a redução protéica (23, 21, 19 e 17%), na fase de 1 a 21 dias de idade, mesmo suplementando as dietas com glicina até o nível da dieta controle e de aminoácidos essenciais até o nível de exigência preconizado por Rostagno et al. (2005).

De acordo com Aftab et al. (2006), um dos fatores que podem contribuir para o baixo desempenho dos frangos é a diferença no equilíbrio eletrolítico das rações com níveis reduzidos de proteína bruta. De acordo com o autor, dietas com baixa proteína bruta normalmente são suplementadas com aminoácidos

cristalinos e são formuladas com menos farelo de soja, resultando em rações com menor quantidade de potássio, pois o farelo de soja é rico em potássio. Dessa forma, rações com níveis reduzidos de proteína bruta resultam em dietas com menor equilíbrio eletrolítico, quando comparada com a dieta controle, sendo um dos possíveis fatores para o baixo desempenho dos frangos quando recebem essas dietas.

Vale ressaltar que, no presente estudo, esse fator foi isolado com a suplementação de carbonato de potássio, de forma que todas as rações apresentaram o mesmo equilíbrio eletrolítico da ração controle.

Esses resultados permitem inferir que o uso de dietas com menores níveis de proteína bruta e níveis adequados de aminoácidos, suprimindo as necessidades dos mesmos através dos aminoácidos sintéticos, permite um desempenho semelhante ao das aves alimentadas com dietas com maiores níveis de proteína bruta, que, muitas vezes, excedem às necessidades da maioria dos aminoácidos pelas aves. A redução no nível de proteína bruta, além de trazer grandes benefícios para o meio ambiente, devido a menor excreção de nitrogênio pode, ainda reduzir os custos com a alimentação.

5.2 Características de carcaça aos 35 dias de idade

Na Tabela 6, estão apresentados os resultados referentes às características de carcaça das aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de nutrientes, no período de 8 a 35 dias de idade.

A redução do teor protéico das rações não influenciou ($P < 0,05$) o rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa. No entanto, as aves que receberam a ração com menor nível protéico (17%) apresentaram significativamente maior porcentagem de gordura abdominal. Resultados semelhantes foram encontrados por Gomide et al. (2006). Os autores observaram

aumento do teor de gordura abdominal quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de PB, suplementadas com aminoácidos.

TABELA 6 Rendimento de carcaça, peito, coxa + sobre coxa e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte aos 35 dias de idade, submetidos à rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase

Tratamentos experimentais	Rendimento (%)			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
20% PB - sem fitase (controle)	73,74 a	37,22 a	28,61 a	1,26 b
20% PB - com fitase	73,61 a	36,93 a	29,15 a	1,24 b
19% PB - com fitase	75,19 a	36,34 a	28,93 a	1,35 b
18% PB - com fitase	74,05 a	36,84 a	29,02 a	1,29 b
17% PB - com fitase	73,46 a	36,45 a	28,89 a	1,69 a
CV (%)	1,83	3,04	2,81	15,91

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Também, Dari et al. (2005) não observaram diferença no rendimento de carcaça dos frangos. No entanto, as aves apresentaram maior porcentagem de gordura abdominal quando alimentadas com rações contendo 18,2% de PB em relação às rações com 20% PB.

O excesso de deposição de gordura na carcaça é prejudicial na produção de frango de corte, pois a gordura é vista de modo desfavorável pelo consumidor e representa perda no rendimento se for removida durante a industrialização (Leenstra, 1986).

Observou-se que rações com níveis reduzidos de proteína bruta e adequadamente suplementadas com aminoácidos essenciais possuem um perfil de aminoácidos mais próximo das necessidades dos animais, reduzindo o excesso de alguns aminoácidos.

De acordo com Sklan & Noy (2004) aminoácidos em excesso são catabolizados e esse processo catabólico é acompanhado de gasto energético. Dessa forma, rações com o perfil de aminoácidos mais próximo às necessidades das aves promovem menor gasto de energia para catabolizar os aminoácidos em excesso. Assim, possivelmente, mais energia estará disponível para o metabolismo e para a síntese de gordura abdominal.

Outro fato que pode ter influenciado o aumento de gordura na cavidade abdominal é a menor quantidade de farelo de soja (fonte protéica) nas rações com níveis reduzidos de proteína bruta. Segundo Musharaf & Latshaw (1999), a proteína é considerada o nutriente que proporciona o maior incremento calórico durante o seu metabolismo quando comparada ao carboidrato e à gordura. Incremento calórico pode ser definido como a energia perdida no processo de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes.

Considerando-se que a energia líquida é a diferença entre a energia metabolizável e o incremento calórico, quanto maior a quantidade de proteína em uma ração, menor será a energia líquida da ração. A energia líquida será usada para a manutenção e produção e o excesso será depositado na forma de gordura. Assim, rações com menor nível de PB terão menor incremento calórico e, conseqüentemente, maior energia líquida. Esse fato pode ter sido a causa da maior porcentagem de gordura abdominal nos frangos que receberam a ração com menor teor de proteína bruta.

5.3 Experimentos 4, 5 e 6 - Metabolismo (1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade)

5.3.1 Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CDMS) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)

Os resultados obtidos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca e coeficiente de

metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, nas fases de 1 a 7, 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade encontram-se na Tabela 7.

Tanto para a fase de 1 a 7 dias como para a fase 14 a 21 dias de idade observou-se que houve diferença entre os tratamentos para os valores de (EMAn). Possivelmente, a adição de fitase não foi a causa para a diferença nos valores de EMAn das rações experimentais, pois as rações com o mesmo nível protéico suplementadas ou não com fitase não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$).

Esses resultados estão em desacordo com os obtidos por Lan et al. (2002) que, 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 nos valores da energia metabolizável aparente também foi observado por Zhang et al. (1999) , Ravidram et al. (2001) e Camdem et al. (2001). No entanto, no presente estudo, não foi observado aumento nos valores de energia metabolizável ao comparar-se as rações com os níveis de proteína bruta recomendado pela literatura, com e sem fitase.

TABELA 7 Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais

Tratamentos	Experimento 4 - 1 a 7 dias de idade	
	EMAn(kcal/kg)	CMMS(%)
22% PB – sem fitase (controle)	3046 b	75,77
22% PB – com fitase	3055 b	75,94
20% PB – com fitase	3094 a	76,60
CV(%)	1,12	1,02
Tratamentos	Experimento 5 - 14 a 21 dias de idade	
	EMAn(kcal/kg)	CMMS(%)
21% PB – sem fitase (controle)	3071 c	74,51 b
21% PB – com fitase	3041 c	75,01 b
20% PB – com fitase	3135 b	76,83 a
19% PB – com fitase	3102 b	76,81 a
18% PB – com fitase	3219 a	77,89 a
CV(%)	1,36	1,43
Tratamentos	Experimento 6 - 28 a 35 dias de idade	
	EMAn(kcal/kg)	CMMS(%)
20% PB – sem fitase (controle)	3483 a	74,30 a
20% PB – com fitase	3405 a	74,28 a
19% PB – com fitase	3473 a	74,85 a
18% PB – com fitase	3494 a	76,59 a
17% PB – com fitase	3431 a	76,08 a
CV(%)	2,30	1,99

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Observou-se que as rações com níveis reduzidos de proteína bruta suplementadas com aminoácidos apresentaram valores de EMAn superiores àquelas que não tiveram redução de proteína.

Esses resultados indicam que os valores de EMAn variam de acordo com a composição das rações, demonstrando que os diferentes nutrientes não são usados com a mesma eficiência.

Segundo Noblet & Van Milgen (2004), as variações no conteúdo de energia metabolizável são devido às diferenças da eficiência de utilização entre

os nutrientes, com valores mais altos para a gordura e carboidratos, aproximadamente 90 e 82% respectivamente, e mais baixos para proteína e fibras, aproximadamente 60%.

Possivelmente rações formuladas com aminoácidos sintéticos sejam mais eficientes energeticamente, como demonstrado no presente estudo. Silva et al. (2008) também observaram que rações com baixa proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos apresentam maiores valores de EMAn.

Esse resultado pode estar relacionado, ainda, ao fato dos animais alimentados com rações com níveis reduzidos de PB excretarem menos nitrogênio, processo que demanda energia. Esse fato, possivelmente promove uma economia de energia podendo, assim, aumentar os valores de EMAn das rações.

Na fase de 1 a 7 dias de idade não foi observada diferença entre os tratamentos sobre o coeficiente de metabolizabilidade (CMMS) das rações. No entanto, no período de 14 a 21 dias, observa-se que as rações com níveis reduzidos de proteína bruta apresentaram maior coeficiente de metabolizabilidade. Esses resultados sugerem que rações com aminoácidos sintéticos sejam mais digestíveis, possivelmente pelo fato desses serem considerados 100% disponíveis. Entretanto, o coeficiente de metabolizabilidade (CMMS) das rações com níveis normais de proteína bruta na fase de 14 a 21 dias, com fitase e sem fitase, foram significativamente iguais, demonstrando que a adição de fitase, provavelmente, não promoveu melhora no coeficiente de metabolizabilidade das rações experimentais.

A diferença nos valores do coeficiente de metabolizabilidade das rações experimentais pode ser explicada pela diferença na quantidade de farelo de soja das rações experimentais pois, Refstie et al. (1999) avaliando o efeito do aumento da inclusão de farelo de soja nas rações, observaram redução na

digestibilidade da matéria seca e aumento da viscosidade no conteúdo intestinal devido ao efeito negativo do conteúdo dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes no farelo de soja. Isso também pode explicar o menor valor de energia metabolizável das rações com maior nível de proteína bruta e maior quantidade de farelo de soja pois a presença de PNAs no farelo de soja promove efeitos negativos na digestibilidade dos nutrientes e na disponibilidade de energia.

No período de 28 a 35 dias de idade (experimento 6), não houve diferença ($P < 0,05$) nos valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) das rações estudadas. Para os valores de CMMS também não foi observada diferença entre os tratamentos.

Uma possível explicação para esses resultados baseia-se no fato de que com o avanço da idade da ave, o processo de digestão melhora em função da maturação dos órgãos que compõem o sistema digestório e do aumento na produção de enzimas digestivas como a lipase, amilase e proteases (Nitsan et al., 1991). Assim, pode-se inferir que as aves aos 35 dias de idade apresentaram maior capacidade de aproveitamento dos nutrientes, sendo menos sensíveis às mudanças nutricionais.

5.3.2 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio

O balanço e a retenção de nitrogênio dos frangos de corte de 1 a 7, 14 a 21 e 28 a 35 dias de idade encontram-se Tabela 8.

Na fase de 1 a 7 dias não houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para o consumo de nitrogênio (N). Já na fase de 14 a 21 dias houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para o consumo de nitrogênio (N). As aves que consumiram rações com níveis reduzidos de proteína em 2 e 3 pontos percentuais em relação à controle, reduziram o consumo de N em 12 e 13,4 %, respectivamente. No entanto, as aves que consumiram ração com o nível

protéico reduzido em apenas um ponto porcentual tiveram o consumo semelhante às aves que consumiram ração controle.

TABELA 8 Balanço e retenção de nitrogênio de frangos de corte alimentados com rações com níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase

Tratamentos	Experimento 4 - 1 a 7 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
22% PB – sem fitase (controle)	1139	380 a	66,61 b
22% PB – com fitase	1116	354 a	68,30 b
20% PB – com fitase	1075	323 b	70,45 a
CV(%)	4,90	7,42	2,17
Tratamentos	Experimento 5 - 14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
21% PB – sem fitase (controle)	3585 a	1103 a	69,09 c
21% PB – com fitase	3520 a	1061 a	69,85 c
20% PB – com fitase	3372 a	935 b	72,28 b
19% PB – com fitase	3155 b	799 c	74,66 a
18% PB – com fitase	3104 b	788 c	74,62 a
CV(%)	4,64	5,45	2,18
Tratamentos	Experimento 6 - 28 a 35 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
20% PB – sem fitase (controle)	5374 a	1953 a	63,69 b
20% PB – com fitase	5343 a	1953 a	63,45 b
19% PB – com fitase	4837 b	1675 b	65,33 b
18% PB – com fitase	4702 b	1518 b	67,69 a
17% PB – com fitase	4529 b	1474 b	67,45 a
CV(%)	9,11	10,85	3,13

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Houve redução na excreção de nitrogênio na fase de um a 7 e 14 a 21 dias de idade. As aves que receberam a ração com redução de 2 pontos percentuais no nível de proteína bruta excretaram 12% menos nitrogênio. Já na fase de 14 a 21 dias, as aves que receberam rações com 20, 19 e 18% de PB

excretaram 15, 27 e 28% menos nitrogênio, respectivamente, em relação às aves que consumiram a ração controle (21% PB), conforme observação de Cauwenberghe & Burnham (2001) que verificaram que é 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%.

Da mesma forma, avaliando a excreção de nitrogênio de frangos de corte na fase inicial Faria Filho et al. (2005) observaram que dietas com 20 e 18,5% de PB diminuíram a excreção de nitrogênio em 11,6 e 21,7%, respectivamente, em comparação à dieta controle com 21,5% de PB, representando aproximadamente 7% a menos na excreção de nitrogênio por unidade porcentual reduzida na proteína bruta da dieta.

O coeficiente de retenção de nitrogênio foi maior ($P < 0,05$) e melhor quando as aves consumiram rações com níveis reduzidos de proteína bruta tanto na fase de um a 7 dias quanto na fase de 14 a 21 dias de idade. As aves que receberam ração com o nível reduzido de PB na fase de um a 7 dias apresentaram uma melhora de 5,7% no coeficiente de retenção quando comparadas àquelas que consumiram as rações com níveis normais de proteína bruta (controle). Por outro lado, Rocha et al. (2003), não observaram efeito para balanço e retenção de proteína quando testaram níveis de 20, 23 e 26% PB. Entretanto, Noy & Sklan (2002) verificaram que níveis crescentes de proteína da dieta pré-inicial (18, 23 e 28% PB) proporcionaram aumento na retenção de proteína, fato não observado no presente estudo.

Na fase de 14 a 21 dias, as aves que receberam rações com níveis reduzidos de PB apresentaram uma melhora de 25% no coeficiente de retenção quando comparadas àquelas que consumiram as rações com níveis normais de proteína bruta (controle).

Resultados semelhantes foram encontrados por Kerr & Kidd (1999), os autores avaliaram o efeito de quatro dietas com diferentes níveis de proteína bruta (19,4%, 18,2%, 18,2% + treonina, 16,7% e 16,7% + treonina, isoleucina, triptofano e valina) e verificaram que as aves que consumiram a dieta com 18,2% de PB foram mais eficientes na retenção de nitrogênio dietético (74,69%) do que as aves que receberam a dieta controle (64,27%).

A enzima fitase, supostamente, não contribuiu positivamente para o aumento da retenção e balanço de nitrogênio, pois não houve diferença significativa entre as duas rações com 21% de proteína com e sem fitase. Esses resultados estão de acordo com os de Ibrahim et al. (1999) que observaram que a utilização de nitrogênio por frangos de corte na fase inicial não parece ser melhorada com a suplementação de fitase.

Diversos pesquisadores relataram em seus estudos o efeito da fitase aumentando a disponibilidade do fósforo fítico de ingredientes vegetais para aves (Viveros et al., 2002, Gomide et al., 2006, Santos et al., 2008, Silva et al., 2008). Entretanto, no que diz respeito à atividade da fitase sobre a disponibilidade de outros nutrientes os dados são inconsistentes, indicando a necessidade de mais investigações sobre o assunto.

No período de 28 a 35 dias houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para o consumo, excreção e retenção de nitrogênio. As aves que receberam rações formuladas com níveis reduzidos de proteína bruta consumiram menos nitrogênio quando comparadas àquelas que receberam ração com 20% de PB.

Apesar de estatisticamente iguais, as aves que consumiram rações com 19, 18 e 17% de proteína bruta consumiram 10, 12,5 e 15,7%, respectivamente, menos nitrogênio do que aquelas que consumiram a dieta controle e excretaram 14, 22 e 24,5% menos nitrogênio, respectivamente, em relação às aves que consumiram a ração controle (20% PB).

Esses resultados confirmam que a redução da proteína bruta da dieta com a adição de aminoácidos sintéticos é uma maneira efetiva para reduzir a excreção de nitrogênio sem afetar o desempenho das aves.

O coeficiente de retenção de nitrogênio foi maior ($P<0,05$) e melhor quando as aves consumiram rações com níveis reduzidos de proteína bruta. As aves que receberam rações com níveis reduzidos de PB apresentaram uma melhora de 6% no coeficiente de retenção quando comparadas àquelas que consumiram as rações com níveis normais de proteína bruta (controle).

Semelhantemente à fase anterior, a enzima fitase parece não ter contribuído para o aumento da retenção de nitrogênio, pois não houve diferença significativa entre as duas rações com 20% de proteína com e sem fitase.

Esses resultados confirmam os resultados encontrados na fase anterior e sugerem mais uma vez que rações formuladas com níveis reduzidos de proteína bruta reduzem o consumo, a excreção e aumentam o coeficiente de retenção de nitrogênio.

5.3.3 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo

O balanço e a retenção de fósforo dos frangos de corte de 1 a 7, 14 a 21 e 28 a 35 dias de idade encontram-se Tabela 9.

Em todas as fases estudadas o consumo de fósforo foi menor ($P<0,05$) quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de fósforo disponível. Esse fato já era esperado, pois o nível de Pdisp das rações suplementadas com fitase foi reduzido em 0,15 ponto porcentual em relação à ração controle.

Dessa forma, também houve redução na excreção de fósforo, demonstrando que a adição de fitase nas rações com a consequente redução da quantidade de fosfato bicálcico das rações é uma maneira efetiva de reduzir a excreção de fósforo para o meio ambiente, sem afetar o desempenho das aves.

A ração com maior nível de fósforo disponível (controle) apresentou a maior excreção desse elemento e acredita-se que a maior parte do fósforo excretada estava na forma de fósforo fítico, ou seja, o fósforo dos ingredientes da ração que a ave não conseguiu aproveitar.

Assim, pode-se inferir que a enzima fitase melhora a disponibilidade de fósforo dos alimentos e consequentemente reduz sua excreção.

TABELA 9 Balanço e retenção de fósforo de frangos de corte alimentados com rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase

Experimento 4 - 1 a 7 dias de idade			
Tratamentos	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
22% PB – sem fitase (controle)	240 a	106 a	55,77 b
22% PB – com fitase	188 b	58 b	68,92 a
20% PB – com fitase	185 b	56 b	69,66 a
CV(%)	5,75	8,13	3,24
Experimento 5 - 14 a 21 dias de idade			
Tratamentos	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
21% PB - sem fitase (controle)	679 a	365 a	45,98 b
21% PB - com fitase	559 b	217 b	61,22 a
20% PB - com fitase	544 b	216 b	60,29 a
19% PB - com fitase	518 b	202 b	60,92 a
18% PB - com fitase	523 b	199 b	61,85 a
CV(%)	5,81	5,76	4,00
Experimento 6 - 28 a 35 dias de idade			
Tratamentos	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
20% PB - sem fitase (controle)	1085 a	671 a	38,23 b
20% PB - com fitase	880 b	475 b	45,99 a
19% PB - com fitase	829 b	450 b	45,94 a
18% PB - com fitase	829 b	422 b	49,00 a
17% PB - com fitase	844 b	439 b	47,95 a
CV(%)	9,08	11,86	6,80

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (2008) e Gomide et al. (2006) que também observaram redução no consumo e na excreção de fósforo quando as rações são formuladas com menores níveis de fósforo disponível e suplementadas com fitase.

O coeficiente de retenção foi maior ($P < 0,05$) quando as aves receberam ração com nível reduzido de Pdisp suplementada com fitase. As aves que consumiram rações suplementadas com fitase e com menor quantidade de fosfato bicálcico na fórmula aproveitaram mais o fósforo contido nos alimentos da ração do que as aves que consumiram ração sem fitase. Isso já era esperado, visto que, a maior parte do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal da ração (milho e farelo de soja) é pouco utilizado pelas aves, resultando em uma maior quantidade de fósforo excretado.

Desta forma, a utilização de fitase nessas rações melhorou o coeficiente de retenção do fósforo em média 19,5% (na fase de 1 a 7 dias), 32,8% (na fase de 14 a 21 dias) e 23,5% (na fase de 28 a 35 dias de idade) quando comparados à ração controle.

Segundo Wu et al. (2006) e Plumstead et al. (2007) a suplementação das dietas com fitase permite reduzir os níveis de fósforo total das dietas, aumenta o fósforo retido e reduz sua excreção para o meio ambiente. Outros pesquisadores relataram, em seus estudos, o efeito da fitase aumentando a disponibilidade do fósforo fítico de ingredientes vegetais para aves, (Santos et al., 2001; Lan et al., 2002; Gomide et al., 2006).

A melhora na digestibilidade e no aproveitamento do fósforo é esperada porque a fitase hidrolisa o complexo fitato-mineral, deixando o fósforo livre para absorção diminuindo a sua excreção. A redução nos níveis de fósforo das excretas e a maior utilização do fósforo dos alimentos de origem vegetal é extremamente benéfico para o meio ambiente, principalmente em regiões com intensa atividade avícola.

5.3.4 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio

O balanço e a retenção de cálcio dos frangos de corte de 1 a 7, 14 a 21 e 28 a 35 dias de idade encontram-se Tabela 10.

Observa-se que, em todas as fases estudadas, houve redução no consumo de cálcio ($P < 0,05$) quando as aves receberam rações com níveis reduzidos desse mineral. Este fato já era esperado, pois o nível de Ca das rações suplementadas com fitase também foi reduzido, buscando-se manter a relação Ca:Pdisp em 2:1.

Também houve redução na excreção de cálcio ($P < 0,05$) nas fases em estudo. As aves que consumiram ração com menos cálcio excretaram em média 52 e 58% menos cálcio do que aquelas que consumiram ração com níveis normais de Ca, na fase de 1 a 7 e 8 a 21 dias, respectivamente e 45% menos Ca na fase de 8 a 35 dias de idade.

O coeficiente de retenção foi maior ($P < 0,05$), em ambas as fases, quando as aves receberam ração com nível reduzido de Ca suplementada com fitase. Observou-se que o coeficiente de retenção foi em média 26, 36 e 27% maior nas fases de 1 a 7, 14 a 21 e 28 a 35 dias, respectivamente, quando comparado à ração controle. De acordo com Um & Paik (1999) e Ravindran et al. (2000), as aves apresentam a capacidade de aumentar a retenção de minerais necessários para manter as funções fisiológicas à medida que os níveis desses são reduzidos na dieta.

Esses resultados, corroboram com os de Viveros et al. (2002), que observaram que as aves que consumiram rações com níveis reduzidos de fósforo disponível, suplementadas com fitase, apresentaram maior retenção de cálcio do que aquelas que consumiram rações sem fitase.

TABELA 10 Balanço e retenção de cálcio de frangos de corte alimentados com rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase

Tratamentos	Experimento 4 - 1 a 7 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
22% PB – sem fitase (controle)	274 a	121 a	55,67 b
22% PB – com fitase	187 b	55 b	70,84 a
20% PB – com fitase	199 b	59 b	70,15 a
CV(%)	5,54	10,74	3,99
Tratamentos	Experimento 5 - 14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
21% PB - sem fitase (controle)	805 a	377 a	53,00 b
21% PB - com fitase	593 b	153 b	74,16 a
20% PB - com fitase	583 b	159 b	72,68 a
19% PB - com fitase	540 b	159 b	70,50 a
18% PB - com fitase	545 b	158 b	71,14 a
CV(%)	6,02	8,38	3,45
Tratamentos	Experimento 6 - 28 a 35 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
20% PB - sem fitase (controle)	1417 a	744 a	47,51 b
20% PB - com fitase	1027 b	411 b	59,91 a
19% PB - com fitase	1040 b	407 b	60,72 a
18% PB - com fitase	1013 b	400 b	60,46 a
17% PB - com fitase	1049 b	414 b	60,48 a
CV(%)	3,85	6,43	3,83

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

A melhora na digestibilidade dos minerais é esperada porque a fitase quebra o complexo fitato-mineral, deixando os minerais livres para absorção, aumentando a sua digestibilidade e, conseqüentemente, diminuindo a sua excreção (Sebastiam et al., 1996).

Levando-se em consideração que a redução do cálcio das rações não afetou o desempenho, os resultados sugerem que a enzima fitase foi eficiente em hidrolisar possíveis quelatos formados entre o ácido fítico e cálcio,

disponibilizando o cálcio dos alimentos de origem vegetal para o metabolismo dos frangos.

5.3.5 Porcentagem de cinzas na tíbia

A porcentagem de cinzas na tíbia não foi influenciada pelos tratamentos ($P>0,05$), tanto aos 21 dias quanto aos 35 dias de idade (Tabela 11), demonstrando que a redução de fósforo e de cálcio das rações não prejudicou a mineralização óssea das aves, pois a deposição de cinzas na tíbia não foi influenciada pelos tratamentos. Pode-se inferir, assim, que a enzima fitase foi efetiva em disponibilizar a quantidade de P e Ca dos alimentos de origem vegetal, de forma que as necessidades das aves para esses minerais fossem supridas e a mineralização óssea não prejudicada.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Cardoso Júnior et al. (2008b) que concluíram ser possível reduzir o nível de fósforo disponível em 0,15 e o de cálcio em 0,30 ponto porcentual em relação a ração controle, mantendo-se a relação Ca:Pd em 2:1 em rações suplementadas com fitase sem afetar a porcentagem de cinzas na tíbia.

Também Viveros et al., (2002) constataram que a suplementação de fitase em dietas com baixo fósforo disponível aumentou, significativamente, as cinzas na tíbia em 5,1 %. Esse aumento foi relatado por vários autores que trabalharam com frangos e é considerado uma boa indicação de mineralização de ossos (Sebastian et al., 1996; Ahmad et al., 2000; Leeson et al., 2000). O melhoramento na porcentagem de cinzas na tíbia pode ser relacionado ao aumento da retenção de Ca, P, Mg e Zn do complexo fítico-mineral pela adição de fitase.

TABELA 11 Porcentagem de cinzas na tíbia de frangos com 21 e 35 dias de idade alimentados com ração com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e proteína bruta, suplementada com fitase e aminoácidos¹

Tratamentos	Experimento 2 - 8 a 21 dias
	Cinzas na tíbia (%)
21% PB - sem fitase (controle)	51,78
21% PB - com fitase	50,44
20% PB - com fitase	50,57
19% PB - com fitase	50,60
18% PB - com fitase	51,78
CV(%)	1,63
Tratamentos	Experimento 3 - 8 a 35 dias
	Cinzas na tíbia (%)
20% PB - sem fitase (controle)	50,49
20% PB - com fitase	50,51
19% PB - com fitase	50,63
18% PB - com fitase	50,87
17% PB - com fitase	50,97
CV(%)	2,68

¹Não houve diferença ($P>0,05$) pelo teste F.

Li et al. (2000) verificaram maior mineralização óssea em frangos de corte alimentados com dieta à base de milho com baixo fósforo fítico em relação àquelas alimentadas com dieta à base de milho convencional. Possivelmente, a adição de fitase nas rações experimentais tenha sido eficiente em hidrolisar o ácido fítico e reduzir a quantidade de fósforo fítico dos alimentos de origem vegetal utilizados nas rações do presente estudo.

Levando-se em consideração que a porcentagem de cinzas na tíbia é um bom indicador de mineralização óssea, os resultados sugerem que a formulação de rações, utilizando níveis reduzidos de Pdisp e Ca, não prejudica essa variável, quando as rações são suplementadas com fitase.

6 CONCLUSÃO

É possível reduzir o nível protéico das rações em 2 pontos percentuais na fase de 1 a 7 dias e até 3 pontos percentuais na fase de 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade e o nível de fósforo disponível e cálcio em 0,15 e 0,30 ponto percentual, respectivamente, em todas as fases estudadas sem causar prejuízos no desempenho e na mineralização óssea dos frangos de corte, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase.

Porém, a redução de 3 pontos percentuais no nível protéico das rações aumentou a porcentagem de gordura abdominal dos frangos aos 35 e 42 dias de idade.

Rações formuladas com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível são eficientes em reduzir a excreção de nitrogênio, cálcio e fósforo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, Wyton, v. 62, n. 4, p. 688-701, Dec. 2006.

AHMAD, T.; RASOOL, S.; SARWAR, M.; HAQ, A. U.; HASAN, Z. U. Effect of microbial phytase produced from fungus *Aspergillus* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 103-114, Feb. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington, v. 1, 1990.

CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; HESPAHOL, R.; LARA, M. C. C., LIMA, G. F. R. Desempenho de frangos de corte no período de oito a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível e cálcio, suplementadas com fitase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ/UFLA, 2008b. 1 CD ROM.

CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P. B.; SANTOS, L. M.; ALVARENGA, R. R.; SILVA, L. R.; LIMA, G. F. R. Efeito da fitase sobre a mineralização óssea de frangos de corte alimentados de oito a 35 dias de idade com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível e cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ/UFLA, 2008a. 1 CD ROM.

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. **Proceeding...** Blankenberge: [s.n.], 2001..

DARI, R. L.; PENZ, A. M.; KESSLER, A. M.; JOST, H. C. 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.

FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; VIEIRA, B. S.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. 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.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; SANTOS, L. M.; FREITAS, R. T. F.; REIS, M. P. Desempenho, características de carcaça e composição centesimal da carne de peito de frangos de corte submetidos a rações com níveis reduzidos de proteína bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD ROM.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, T.; DIAS, J. S. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD ROM.

IBRAHIM, S.; JACOB, J. P.; BLAIR, R. Phytase supplementation to reduce phosphorus excretion of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 4, p. 414-425, 1999.

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, 1999.

LAN, G. Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S.; HO, Y. W. 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.

LEENSTRA, F. R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 42, n. 1, p. 12-25, Mar. 1986.

LEESON, S.; NAMKUNG, H.; COTTRILL, M.; FORSBERG, C. W. Efficacy of new bacterial phytase in poultry diets. **Canadian Journal Animal Science**, Ontario, v. 80, n. 3, p. 527-528, Sept. 2000.

LI, Y. C.; LEDOUX, D. R.; VEUM, T. L. ; RABOY, V. ; ERTL, D. S. Effects of low phytic corn on phosphorus utilization, performance, and bone mineralization in broiler chicks. **Poultry Science**, Madison, v.79, n. 10, p. 1444-1450, Oct. 2000.

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, 1965. p. 3-11. (Research Report, 7).

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

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, J. D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 55, n. 3, p.233-240, Sept. 1999.

NITSAN, Z.; EN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 32, n. 3, p.515-523, July. 1991

NOY, Y.; SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 391-399, Mar. 2002.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; LOPES, D. C. Níveis de proteína bruta com suplementação de aminoácidos na ração de frangos de corte submetidos ao estresse por calor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

PLUMSTEAD, P. W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; MAGUIRE, R. O.; GERNAT, A. G.; BRAKE, J. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 225-231, Feb. 2007.

QIAN, H.; VEIT, H.; KORNEGAY, E. T.; RAVINDRAN, V.; DENBOW, D. M. 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.; CABAUG, S.; RAVINDRAM, G.; SELLE, P. H.; BRYDEN, W. L. 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**, Edinburg, v. 41, n. 2, p. 193-200, May 2000.

REFSTIE, S.; SVIHUS, B.; SHEARER, K. D.; STOREBAKKEN, T. Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soyabean products. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 331-345, June 1999.

ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. A.; LEANDR, N. S. M.; ANDRADE, L. M.; CAFÉ, M. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 162-170, jan./fev. 2003.

RODRIGUES, P. B.; MARTINEZ, R. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINE, 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, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2005.

RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOREL, P. C. H.; MOUGHAN, P. J. 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, R.; ZANELLA, I.; BONATO, E. L.; ROSA, A. P. Efeito da diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, n. 3, p. 31, 2001. Suplemento.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. 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.

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

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSANI, E. J.; PEREIRA, C. R. 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.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; ZANGERÔNIMO, 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, MG, v. 37, n. 3, p. 469-477, maio/jun. 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, June 2004.

STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. L.; ANDRADE, L.; XAVIER, S.A.G.; CAFE, M. B.; LEANDR, N. S. M. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína bruta na ração pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vicoso, MG, v. 35, n. 6, p. 2350-2358, nov./dez. 2006.

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**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 75-79, Jan. 1999.

VIDAL, T. Z. B.; VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; MACHADO, A. L. C.; FERNANDES, I. S. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta e suplementação de L-glicina sobre o desempenho de frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD-ROM.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. 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.

WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M. M. ; ROLLAND, D. A. Comparison of Natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 1, p. 64-79, Jan. 2006.

ZHANG, X.; ROLAND, D. A.; McDANIEL, G. R.; RAO, S. K. Effect of Natuphos® phytase supplementation to fed on performance and ileal digestibility of protein and amino acids of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 1567-1572, Nov. 1999.

CAPÍTULO 3

REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA, CÁLCIO E FÓSFORO EM RAÇÕES COM FITASE E AMINOÁCIDOS PARA FRANGOS DE CORTE NAS FASES DE 22 A 35 E 36 A 42 DIAS DE IDADE

1 RESUMO

Realizaram-se 2 experimentos de desempenho e 2 de metabolismo com frangos corte nas fases de 22 a 35 e 36 a 42 dias idade para avaliar os efeitos de rações com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pdisp), suplementadas com fitase e aminoácidos, sobre o desempenho, rendimento de cortes, cinzas ósseas, balanço e retenção de nitrogênio (N), fósforo (P) e cálcio (Ca), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais. Em ambas as fases, utilizaram-se 25 e 3 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em todos os experimentos, com 6 repetições. Na fase de 22 a 35 dias os tratamentos foram constituídos de 5 diferentes rações, sendo, T1- ração controle com 19% PB sem fitase, formulada com os níveis nutricionais recomendados nas tabelas brasileiras; T2- ração com 19% PB com fitase; T3- ração com 18% PB com fitase; T4- ração com 17% PB com fitase e T5- ração com 16% PB com fitase. Os tratamentos utilizados na fase de 36 a 42 dias de idade foram: T1- ração controle com 18% PB sem fitase; T2- ração com 18% PB com fitase; T3- ração com 17% PB com fitase; T4- ração com 16% PB com fitase e T5- ração com 15% PB com fitase. As rações suplementadas com fitase (80g de fitase Ronozyme NP(M) por tonelada de ração) tiveram o nível de Pdisp reduzido em 0,15 e o de Ca em 0,30 ponto porcentual em relação à ração controle. Na fase de 22 a 35 dias de idade não houve efeito ($P>0,05$) da redução do nível de PB, Ca e Pdisp das rações sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. As rações com níveis reduzidos de PB apresentaram maiores valores de EMAn e CMMS. A excreção de N, Ca e P foi menor quando as aves receberam rações com níveis reduzidos desses nutrientes. Não houve diferença no rendimento de carcaça e cortes nobres. No entanto, houve aumento na porcentagem de gordura abdominal, quando as aves consumiram a ração com o menor nível protéico. Na fase de 36 a 42 dias de idade também não foi observado efeito ($P>0,05$) da redução do nível de PB, Ca e Pdisp das rações sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Não houve diferença ($P(>0,05)$) entre os tratamentos para os valores de EMAn. No entanto, as rações com redução de PB em 2 e 3 pontos percentuais apresentaram maior CMMS. Houve redução de N, P e Ca nas excretas quando as aves receberam ração com níveis reduzidos desses nutrientes. Não houve diferença no rendimento de carcaça e cortes nobres, no entanto, houve aumento na porcentagem de gordura abdominal, quando as aves consumiram as rações com menores níveis protéicos. Não houve diferença entre os tratamentos para

porcentagem de cinzas na tibia, em ambas as fases. Conclui-se que a redução de Pdisp em 0,15 e de Ca em 0,30 ponto porcentual e a redução de 3 pontos porcentuais no teor de PB, em ambas as fases, com suplementação adequada de aminoácidos sintéticos e fitase, propicia diminuição na excreção de N, Ca e P, sem alterar o desempenho e características de carcaça dos frangos de corte. Contudo, rações com baixos teores de proteína, suplementadas com aminoácidos, resultam em aumento na deposição de gordura abdominal.

2 ABSTRACT

In this study, 2 performance trials and 2 metabolism trials were carried out with broiler chickens at the 22 to 35 and 36 to 42 days to evaluate the effects of the diets with reduced levels of crude protein, calcium and available phosphorus, supplemented with phytase and amino acids over the performance, cuts yield, bone ashes, nitrogen, phosphorus and calcium balance and retention, corrected apparent metabolizable energy and metabolizability coefficient of the dry matter (MCDM) of the experimental diets. In the both phases, 25 and 5 birds were used per experimental unit in the performance and metabolism assay, respectively. The experimental design was completely randomized, in all trials, with 6 repetitions. In the 22 to 35 days phase, there were five different diets in the treatments: T1 – control diet with 19% CP without phytase, formulated with the recommended nutritional levels of the Brazilian tables; T2 – diet with 19% CP with phytase; T3 – diet with 18% CP with phytase; T4 – diet with 17% CP with phytase and T5 – diet with 16% CP with phytase. The treatments of the 36 to 42 days phase were: T1: control diet with 18% CP without phytase; T2: diet with 18% CP with phytase, T3: diet with 17% CP with phytase, T4: diet with 16% CP with phytase, T5: diet with 15% CP with phytase. In all trials the diets with phytase (80g of phytase/ton of Ronozyme (NP-(M)® diet) were formulated with reduced levels of aP in 0.15 and of Ca in 0.30 percentual point in relation to the control diet. In the 22 to 35 days phase no effect was observed ($P>0.05$) of the reduction in the level of CP, Ca and AP of the diets over the diet intake, weight gain and feed conversion. The diets with reduced levels of CP showed higher values of AMEn and MCDM. The nitrogen, calcium and phosphorus excretion was lower when the birds received diets with reduced levels of these nutrients. There was no difference in the carcass yield e special cuts. However, there was increase in the percentage of abdominal fat when the birds were fed diets with the lowest protein level. In the 36 to 42 days phase no effect was observed either ($P>0.05$) of the reduction in the level of crude protein, calcium and phosphorus of the diets over the diet intake, weight gain and feed conversion. There was no difference ($P>0.05$) between the treatments for the values of AMEn. However the diets with reduction of CP in 2 and 3 percentual points presented higher MCDM. There was reduction of N, P and Ca in the excreta when the birds received diets with reduced level of these nutrients. There was no difference in the carcass yield and special cuts. However, there was increase in the percentage of the abdominal fat when the birds consumed the diet with the lowest protein level. There was no difference between the treatments for the ash percentage in the tibia, in both phases. This study concludes that the reduction of the aP by 0.15 and the Ca 0.30 percentual point and the reduction of

3 porcentual points in the rate of CP, in both phases with adequate supplementation of amino acids and phytase, results in the decrease of the excretion of N, Ca and P, without altering the performance and carcass traits of broiler chickens. However, the diets with low levels of protein result in the increase in the deposition of abdominal fat.

3 INTRODUÇÃO

O aumento na quantidade de excretas avícolas, em decorrência do aumento da produção de frangos, concentradas em determinadas regiões do país tem sido motivo de preocupação quando se refere ao meio ambiente. Isso pode ser um entrave para o aumento da produção futura e sustentável de frangos, pois quando as excretas de aves são utilizadas em excesso como fertilizante, os nutrientes excedentes, principalmente o nitrogênio e o fósforo levam à degradação da qualidade da água e dos solos.

Possivelmente, a maneira mais eficaz de reduzir a excreção de nitrogênio seja reduzir o excesso da sua ingestão. Assim, a redução da proteína bruta da dieta com a adição de aminoácidos sintéticos tem demonstrado ser uma maneira efetiva em reduzir a excreção de nitrogênio. No entanto, existe a indagação de até que nível a PB pode ser reduzida na dieta sem afetar o desempenho dos frangos.

Além da redução do nível de nitrogênio das excretas, os nutricionistas da área animal também têm se preocupado em reduzir a quantidade de fósforo das excretas. As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal que apresentam aproximadamente dois terços do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, que não pode ser plenamente digerido pelas aves. Os efeitos negativos do fitato podem ser amenizados com a utilização da enzima fitase, que visa hidrolisar o fitato, disponibilizando o fósforo fítico, tornando-o disponível para uso metabólico.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio, suplementadas com fitase e aminoácidos sintéticos, sobre o desempenho, características de carcaça, cinzas ósseas, balanço e retenção de fósforo, nitrogênio e cálcio, valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de

metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, para frangos de corte na fase de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e período experimental

Quatro experimentos (2 de desempenho e 2 de metabolismo) foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais no período de 14/06/2008 a 21/06/2008 (fase - 36 a 42 dias de idade) e 22/07/2008 a 05/08/2008 (fase - 22 a 35 dias de idade).

4.2 Aves, instalações, manejo geral e procedimentos

4.2.1 Experimentos 1 e 2 : Desempenho (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade)

Na fase de 22 a 35 dias, foram utilizados 750 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, com 22 dias de idade, com peso médio inicial de $1005 \pm 2,7$ g. Na fase de 36 a 42 dias de idade, foram utilizados 750 pintos de corte com 36 dias de idade, com peso médio inicial de $2170 \pm 3,3$ g. Aos 22 e 36 dias de idade, respectivamente a cada experimento, as aves foram pesadas individualmente e, com base no peso, foram distribuídas entre os tratamentos, para que as parcelas apresentassem peso médio semelhantes. Durante o período anterior ao experimento às aves receberam rações com níveis nutricionais recomendados por (Rostagno et al., 2005).

Após a pesagem, as aves foram alojadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria, dividido em boxes de 3m². O piso de cada boxe foi coberto com maravalhas e cada boxe continha um comedouro tubular, um bebedouro pendular e uma campânula, cuja altura era ajustada conforme o crescimento das aves. A ração e a água foram fornecidas à vontade.

A iluminação foi constante durante todo o período experimental (24 horas de luz, entre natural e artificial). Como fonte de luz artificial utilizaram-se

lâmpadas incandescentes de 100 watts, distribuídas uniformemente por todo o galpão.

A temperatura no galpão foi controlada através do manejo de cortinas e ventiladores. Os registros de temperatura do galpão foram obtidos com a instalação de dois termômetros de máxima e mínima. Os dados foram anotados diariamente, e os valores médios de máxima e mínima no interior do galpão durante o período experimental foram de: mínima 16,2°C (menor 15°C) e máxima 26,8°C (maior 28°C) no período de 22 a 35 dias e no período de 36 a 42 dias foram de: mínima 14,2°C (menor 12°C) e máxima 25,8°C (maior 30°C).

Como características de desempenho foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar no período de 22 a 35 dias e 36 a 42 dias de idade.

O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de cada parcela. As pesagens das rações foram realizadas no mesmo dia das pesagens das aves, no início e no final da fase. Quando ocorria alguma mortalidade, a ração era pesada e o número de aves que permanecia na parcela, anotado. O consumo médio de ração por ave na fase experimental foi obtido pelo resultado da divisão do valor do consumo total de ração pelo número médio de aves vivas no período registrado.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre o peso final e o peso inicial de cada parcela experimental. O ganho de peso médio por ave no final da fase experimental foi obtido pela divisão do peso total das aves da parcela pelo número de aves vivas da respectiva parcela, sendo o resultado subtraído do 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.

4.2.2 Experimentos 3 e 4 : Metabolismo (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade)

Nos ensaios de metabolismo, utilizou-se o método de coleta total de excretas. Foram utilizados 90 frangos de corte machos, com 28 dias de idade (experimento 3) e 90 frangos, com 36 dias de idade (experimento 4).

As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas, sendo que cada gaiola continha um bebedouro tipo pressão, um comedouro individual tipo calha com borda para evitar desperdícios e uma bandeja revestida com plástico resistente.

Após o alojamento nas gaiolas, as aves foram submetidas a um período de quatro dias de adaptação às dietas experimentais. Nesse período, as dietas experimentais foram fornecidas à vontade. Após o período de adaptação, os comedouros foram esvaziados e preenchidos novamente após a pesagem das rações para a determinação do consumo de cada parcela durante o período experimental. A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, e teve duração de três dias consecutivos, conforme descrito por Rodrigues et al. (2005).

Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, os quais foram identificados e armazenados em freezer até o período final de coleta. As excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, pesadas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de até 400 gramas. As amostras passaram por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65° C até peso constante. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho com peneira de 2mm para as análises laboratoriais.

Em todas as amostras (rações e excretas) foram determinados os teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), nitrogênio (N), fósforo (P) e cálcio (Ca). Para determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), a energia bruta das rações e a das excretas foram determinadas em bomba calorimétrica modelo Parr - 1261. Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados os valores da energia

metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando a equação descrita por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMAn da ração (Kcal/kg)} = \frac{\text{EBingerida} - (\text{EBexcretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}},$$

em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio;

EB excretada = energia bruta excretada;

EB ingerida = energia bruta ingerida;

MS ingerida = matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio = (MS ingerida x N dieta) – (MS excretas x N excretas).

O método utilizado para a determinação do nitrogênio das rações e das excretas foi o de Kjeldahl, conforme metodologia proposta pelo Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1990). A determinação do Ca e P (rações e excretas), foi realizada seguindo métodos descritos por Silva (2002). O coeficiente de metabolizabilidade das rações experimentais e os coeficientes de retenção aparente de nitrogênio, fósforo, cálcio na matéria seca, foram calculados da seguinte forma: CM e CR = (g de nutriente ingerido - g de nutriente excretado / g de nutriente ingerido) x 100.

O consumo de N, P e Ca foi determinado por meio do teor de cada elemento na matéria seca de ração, multiplicado pela quantidade de matéria seca de ração consumida por ave, por dia. Para calcular a excreção absoluta de cada elemento, o teor do elemento na excreta foi multiplicado pela quantidade de

excreta por ave por dia, considerando o teor do elemento e a quantidade de excreta na matéria seca.

4.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em todos os experimentos. Nos experimentos 1 e 3 (desempenho e metabolismo correspondente à fase de 22 a 35 dias de idade), os tratamentos foram constituídos de 5 rações com 6 repetições de 25 e 3 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos experimentais foram distribuídos em: T1- ração com 19% PB sem fitase (controle), com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al., (2005); T2- 19 % PB com fitase; T3- 18% PB com fitase + aminoácidos; T4- 17% PB com fitase + aminoácidos e T5: 16% PB com fitase + aminoácidos.

Nos experimento 2 e 4 (desempenho e metabolismo correspondente à fase 36 a 42 dias) , os tratamentos foram constituídos de 5 rações com 6 repetições de 25 e 3 aves por unidade experimental no ensaio de desempenho e metabolismo, respectivamente. Os tratamentos experimentais foram distribuídos em: T1- ração com 18% PB sem fitase (controle), com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al., (2005); T2- 18 % PB com fitase; T3- 17% PB com fitase + aminoácidos; T4- 16% com fitase + aminoácidos e T5- 15% com fitase + aminoácidos.

Em todos os experimentos, as rações com fitase (80g de fitase/tonelada de ração Ronozyme NP-(M)®) tiveram o nível de fósforo disponível (Pdisp) reduzido em 0,15 e de cálcio (Ca) em 0,30 ponto porcentual em relação à ração controle, mantendo-se a relação Ca:Pdisp em 2:1.

As rações (Tabela 13 e 14) foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina e foram suplementadas com aminoácidos sintéticos, conforme as necessidades

nutricionais das aves, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005). Todas foram à base de milho e farelo de soja, isoenergéticas e formuladas para conter o mesmo balanço eletrolítico da ração controle.

Para os cálculos dos teores de proteína bruta e energia metabolizável das rações experimentais não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos.

TABELA 12 Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais para frangos de corte, nas fases de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade

Ingredientes 22-35/36-42 dias	Matéria seca	Proteína bruta	Cálcio	Fósforo
Milho ¹	87,29	8,53	0,03	0,08
Farelo de soja ¹	90,39/88,56	47,52/46,06	0,24	0,18
Fosfato bicálcico ²	-	-	23,49/26,89	18,05/18,31
Calcário ²	-	-	39,37	-

1 Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal - DZO/UFLA

2 Análises realizadas no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos - DQI /UFLA

* Valores de tabela (Rostagno et al., 2005)

TABELA 13 Composição porcentual e calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais 22-35 dias de idade				
	19% PB sem fitase	19% PB com fitase	18% PB com fitase	17% PB com fitase	16% PB com fitase
Milho grão	64,772	67,051	69,626	71,806	74,076
Farelo de soja	28,356	27,947	25,381	22,885	20,373
Óleo de soja	3,075	2,304	1,972	1,774	1,546
Fosfato bicálcico	1,710	0,870	0,880	0,900	0,907
Calcário calcítico	0,850	0,580	0,589	0,589	0,598
Sal comum	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
L-lisina HCl (78%)	0,224	0,231	0,312	0,392	0,471
DL-metionina	0,224	0,221	0,243	0,265	0,286
L-arginina	0,000	0,000	0,017	0,093	0,170
L-treonina	0,050	0,050	0,086	0,121	0,157
L-glicina + serina	0,000	0,000	0,011	0,106	0,200
L-valina	0,018	0,018	0,061	0,104	0,147
L-isoleucina	0,000	0,000	0,021	0,066	0,111
L-Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,003	0,017
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina (12%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitase	0,000	0,008	0,008	0,008	0,008
Carbonato de potássio	0,000	0,000	0,073	0,143	0,213
TOTAL	100	100	100	100	100
Energia e nutrientes	Composição calculada				
Proteína bruta (%)	19	19	18	17	16
Energia metabolizável	3100	3100	3100	3100	3100
Cálcio (%)	0,824	0,520	0,520	0,520	0,520
Fósforo disponível (%)	0,412	0,261	0,260	0,261	0,260
Sódio (%)	0,205	0,206	0,206	0,206	0,206
Lisina (%)	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073
Metionina+cistina (%)	0,772	0,773	0,773	0,773	0,773
Triptofano	0,207	0,206	0,192	0,182	0,182
Treonina (%)	0,697	0,696	0,697	0,697	0,697
Arginina (%)	1,192	1,187	1,127	1,127	1,127
Glicina + serina (%)	1,740	1,739	1,656	1,656	1,656
Isoleucina (%)	0,745	0,743	0,719	0,719	0,719
Valina (%)	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Leucina (%)	1,606	1,615	1,554	1,492	1,430
Histidina (%)	0,491	0,492	0,468	0,444	0,421
Fenilalanina (%)	1,486	1,485	1,406	1,326	1,247
Fenilalanina + tirosina (%)	0,700	0,699	0,701	0,701	0,701
Potássio (%)	0,881	0,880	0,833	0,786	0,738
Cloro (%)	0,327	0,328	0,328	0,328	0,327
B.E (mEq/kg) ³	176	176	176	176	176

1. Fornecimento por kg de produto: A:12.500.000 UI; D3:5.760.000 UI; E:150.000 mg; K3:4.000 mg; B1:3.000 mg; B2:9.000 mg; B6:6.000 mg; B12:40.000 mcg; Biotina:300 mg; Ac. Fólico:2.000 mg; Ac. Nicotínico: 80.000 mg; Ac. Pantotênico:18.000 mg; C:100.000 mg; Selênio:300 mg.

2. Fornecimento por kg de produto: Mn:160.000 mg; Fe:100.000 mg; Zn:100.000 mg; Cu:20.000 mg; Cobalto:2.000 mg; I:2.000 mg.

3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K - Cl).

TABELA 14 Composição porcentual e calculada das rações experimentais utilizadas para frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais					
	18% PB sem	18% PB	17% PB com	16% PB com	15% PB	
	fitase	com fitase	fitase	fitase	com fitase	
Milho grão	66,453	68,609	71,297	73,566	75,897	
Farelo de soja	26,773	26,374	23,705	21,113	18,511	
Óleo de soja	3,404	2,677	2,329	2,121	1,892	
Fosfato bicálcico	1,540	0,690	0,700	0,720	0,740	
Calcário calcítico	0,620	0,430	0,450	0,450	0,460	
Sal comum	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	
L-lisina HCl (78%)	0,230	0,235	0,315	0,395	0,475	
DL-metionina	0,210	0,210	0,230	0,246	0,267	
L-arginina	0,000	0,000	0,035	0,110	0,187	
L-treonina	0,050	0,050	0,090	0,118	0,154	
L-glicina + serina	0,000	0,000	0,020	0,114	0,210	
L-valina	0,020	0,020	0,060	0,105	0,148	
L-isoleucina	0,000	0,000	0,030	0,071	0,116	
L-Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,009	0,022	
L-Fenilalanina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	
Salinomicina (12%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	
Fitase	0,000	0,008	0,008	0,008	0,008	
Carbonato de potássio	0,000	0,000	0,075	0,148	0,220	
TOTAL	100	100	100	100	100	
Energia e nutrientes		Composição calculada				
Proteína bruta (%)	18	18	17	16	15	
Energia metabolizável	3150	3150	3150	3150	3150	
Cálcio (%)	0,764	0,460	0,463	0,460	0,462	
Fósforo disponível (%)	0,386	0,231	0,230	0,231	0,231	
Sódio (%)	0,197	0,198	0,198	0,198	0,198	
Lisina (%)	1,019	1,017	1,017	1,017	1,017	
Metionina+cistina (%)	0,736	0,739	0,738	0,732	0,732	
Triptofano	0,192	0,191	0,178	0,173	0,173	
Treonina (%)	0,664	0,664	0,668	0,661	0,661	
Arginina (%)	1,116	1,111	1,069	1,067	1,068	
Glicina + serina (%)	1,644	1,643	1,569	1,568	1,569	
Isoleucina (%)	0,701	0,700	0,684	0,681	0,681	
Valina (%)	0,784	0,784	0,781	0,783	0,783	
Leucina (%)	1,540	1,549	1,488	1,426	1,364	
Histidina (%)	0,469	0,470	0,446	0,422	0,399	
Fenilalanina (%)	1,406	1,406	1,326	1,247	1,170	
Fenilalanina + tirosina (%)	0,676	0,675	0,676	0,676	0,676	
Potássio (%)	0,831	0,830	0,783	0,736	0,688	
Cloro (%)	0,315	0,316	0,316	0,316	0,315	
B.E (mEq/kg) ³	170	170	170	170	170	

1. Fornecimento por kg de produto: A:12.500.000 UI; D3:5.760.000 UI; E:150.000 mg; K3:4.000 mg; B1:3.000 mg; B2:9.000 mg; B6:6.000 mg; B12:40.000 mcg; Biotina:300 mg; Ac. Fólico:2.000 mg; Ac. Nicotínico: 80.000 mg; Ac. Pantotênico:18.000 mg; C:100.000 mg; Selênio:300 mg.

2. Fornecimento por kg de produto: Mn:160.000 mg; Fe:100.000 mg; Zn:100.000 mg; Cu:20.000 mg; Cobalto:2.000 mg; I:2.000 mg.

3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K - Cl).

4.4 Porcentagem de cinzas na tíbia, rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal

Aos 35 e 42 dias de idade após as pesagens, foram retiradas 2 aves por unidade experimental para a coleta da perna para análise de cinzas ósseas e 2 aves para avaliação do rendimento de carcaça e cortes nobres.

Após a retirada as tíbias esquerdas foram identificadas e armazenadas em freezer. Posteriormente, as tíbias foram fervidas e descarnadas, retirando-se os resíduos de carne. Em seguida foram acondicionadas em estufas, desengorduradas em extrator de gordura com éter e, após evaporação do éter, colocadas novamente em estufa a 105°C por 24 horas. As tíbias foram moídas, homogeneizadas, pesadas e incineradas em mufla (600) por seis horas e novamente pesadas após o resfriamento em dessecadores.

Os frangos destinados à avaliação de carcaça foram retirados da parcela experimental utilizando-se como critério de escolha os frangos que apresentaram o peso médio da respectiva parcela (5% acima e abaixo da média). As aves foram submetidas a jejum de 12 horas e, após esse período, foram pesadas e abatidas. As aves foram abatidas por deslocamento cervical e, após a sangria e a depena foram evisceradas e as carcaças (sem cabeça, pés e gordura abdominal) pesadas. Foram retirados, para pesagens, o peito, a coxa + sobrecoxa e a gordura abdominal.

Para a 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 porcentagem de gordura abdominal foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada. Como gordura abdominal considerou-se aquela depositada na região abdominal, próxima à Bursa de Fabricius e à cloaca.

4.5 Análise estatística

Em todas as etapas, os parâmetros avaliados foram analisados utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Quando a análise de variância apresentou resultados significativos, foi aplicado o teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade para comparação entre médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimentos I e II - Desempenho (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade)

Os resultados de desempenho das aves nas fases de 22 a 35 (experimento 1) e 36 a 42 dias de idade (experimento 2) encontram-se na Tabela 15.

TABELA 15 Desempenho de frangos de corte de 22 a 35 (experimento 1) e 36 a 42 dias de idade (experimento 2), alimentados com rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível, suplementadas com fitase e aminoácidos¹

Experimento 1			
Tratamentos experimentais	Consumo ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
19% PB – sem fitase	2160	1248	1,73
19 %PB – com fitase	2174	1258	1,73
18%PB – com fitase	2206	1273	1,74
17%PB – com fitase	2186	1230	1,78
16%PB – com fitase	2179	1230	1,77
CV(%)	3,39	4,20	3,07

Experimento 2			
Tratamentos experimentais	Consumo ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
18% PB – sem fitase	1297	664	1,96
18 %PB – com fitase	1300	686	1,90
17%PB – com fitase	1308	652	2,01
16%PB – com fitase	1296	676	1,92
15%PB – com fitase	1296	650	2,00
CV(%)	2,89	4,77	3,50

¹Não Houve diferença ($P>0,05$) pelo teste F.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da redução do nível de proteína bruta, cálcio e fósforo das rações sobre o desempenho dos frangos (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), em ambas as fases estudadas. As aves que receberam rações formuladas com níveis reduzidos de nutrientes,

suplementadas com fitase e aminoácidos apresentaram desempenho semelhante ao das aves que receberam a ração controle.

Os resultados indicam que o desempenho dos frangos não é prejudicado quando alimentados com rações formuladas com níveis reduzidos de proteína bruta devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais e glicina. Além disso, também não há prejuízo no desempenho quando se reduz o nível de P_{disp} em 0,15 e do Ca em 0,30 ponto porcentual em relação à ração controle, quando as rações são suplementadas com fitase.

Pelos resultados de desempenho, pode-se inferir que houve liberação do fósforo fítico dos alimentos de origem vegetal quando as rações são suplementadas com fitase, suprindo as exigências nutricionais de Ca e P, quando as rações foram formuladas com níveis reduzidos desses minerais. As afirmações de Choct (2006) são confirmadas por esses resultados, em que o autor descreve ter obtido um aumento na disponibilidade do fósforo fítico dos alimentos em até 70% com a presença de fitase nas dietas.

A melhora no aproveitamento do fósforo fítico com a utilização de fitase, também foi comprovada por outros estudos. A hidrólise do fósforo fítico e a conseqüente liberação do fósforo é propiciada através da presença dessa enzima (Lan et al., 2002; Rutherford et al., 2004; Viveiros et al., 2002).

O desempenho das aves não foi prejudicado pela redução do nível protéico em até 3 pontos porcentuais, o que demonstra que dietas com baixos níveis protéicos e com adição de aminoácidos essenciais e glicina, de acordo com as exigências das aves, aproximando-se do perfil ideal recomendado, proporcionam desempenho semelhante aos das aves que receberam a dieta com o nível de proteína bruta mais elevado (controle).

Esses resultados corroboram aos obtidos por Oliveira et al. (2007) os quais concluíram que o nível de PB da ração formulada utilizando o conceito de proteína ideal, pode ser reduzido de 21,6 até 17,6% sem influenciar

negativamente o desempenho dos frangos no período de 22 a 42 dias, mesmo esses submetidos ao estresse por calor.

Ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo, Vidal et al. (2009), verificaram perdas no desempenho das aves, na fase de 21 a 42 dias, com a redução protéica (21, 19, 17 e 15%) das dietas, 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).

A diferença no equilíbrio eletrolítico das rações com níveis reduzidos de proteína bruta é um dos fatores que cooperam para o baixo desempenho dos frangos, segundo Aftab (2006). De acordo com o autor, a suplementação de dietas com aminoácidos cristalinos e sua formulação com menos farelo de soja faz com que dietas com baixa proteína bruta resultem em rações com menor quantidade de potássio, uma vez que o farelo de soja é rico em potássio. Assim, dietas com menor equilíbrio eletrolítico são possivelmente uma das causas do baixo desempenho dos frangos. Entretanto, no presente trabalho as rações com níveis reduzidos de PB tiveram o balanço eletrolítico corrigido pela adição de carbonato de potássio, e essas rações apresentaram o mesmo balanço eletrolítico da ração controle.

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, observa-se que o uso de rações formuladas com níveis de proteína bruta reduzidos, ou seja, 3 pontos percentuais abaixo do recomendado, com a adição de aminoácidos e carbonato de potássio permite um desempenho semelhante ao das aves que receberam rações com o nível de proteína bruta mais alta (controle).

5.2 Características de carcaça aos 35 e 42 dias de idade

Na Tabela 16, estão apresentados os resultados referentes às características de carcaça das aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de nutrientes no período de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade, em que se observa

que os rendimentos de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa não foram influenciados pela redução do teor protéico das rações ($P < 0,05$). Em ambos experimentos, contudo, maior porcentagem de gordura na cavidade abdominal foi observada nas aves que receberam a ração com menor nível protéico, em ambas as fases.

Semelhantemente, não foi observado por Dari et al. (2005) nenhuma diferença no rendimento de carcaça dos frangos. Entretanto, rações contendo 18,2% de PB proporcionaram maior porcentagem de gordura abdominal em relação às rações com 20% PB.

Outros autores como Faria Filho et al. (2005) e Gomide et al. (2006) também observaram aumento de gordura na cavidade abdominal das aves quando receberam rações com níveis reduzidos de PB, suplementadas com aminoácidos.

Isso pode ser explicado pelo fato de que quando as rações possuem níveis reduzidos de proteína bruta e são suplementadas adequadamente com aminoácidos essenciais passam a possuir um perfil de aminoácidos mais adequado às necessidades dos animais, o que reduz os possíveis excessos de aminoácidos. Levando-se em consideração que o catabolismo de aminoácidos é um processo que demanda energia, haverá uma economia de energia quando não se tem excesso de aminoácidos, disponibilizando mais energia para o metabolismo e possivelmente para a síntese da gordura abdominal.

TABELA 16 Rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase

Tratamentos experimentais	Rendimento (%) – 35 dias de idade			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
19% PB – sem fitase	72,1	36,7	29,4	1,23 b
19 %PB – com fitase	71,5	37,4	29,7	1,20 b
18%PB – com fitase	71,5	37,5	29,0	1,20 b
17%PB – com fitase	70,0	37,0	29,1	1,22 b
16%PB – com fitase	71,0	36,8	29,4	1,69 a
CV(%)	1,63	3,38	3,17	11,03
Tratamentos experimentais	Rendimento (%) – 42 dias de idade			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
18% PB – sem fitase	73,3	37,2	29,2	1,57 a
18 %PB – com fitase	72,4	37,0	29,5	1,68 a
17%PB – com fitase	73,2	37,4	29,7	1,92 b
16%PB – com fitase	72,5	37,9	29,8	2,12 b
15%PB – com fitase	73,2	38,0	29,2	1,94 b
CV(%)	1,58	2,82	2,75	14,90

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Outro fato que pode explicar o aumento de gordura na cavidade abdominal das aves que consumiram ração com o menor nível de proteína bruta é a quantidade de energia gasta no processo metabólico dos nutrientes. Ao comparar a proteína com o carboidrato e a gordura, Musharaf & Latshaw (1999) constataram que a proteína é o nutriente que proporciona maior incremento calórico durante seu metabolismo. A definição de incremento calórico é compreendida como a energia gasta durante o processo de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes e a energia líquida é a diferença entre a energia metabolizável e o incremento calórico. Assim, quanto menor a quantidade de

proteína em uma ração, maior será a energia líquida e portanto mais energia estará disponível para as aves se manterem, produzirem ou estocarem na forma de gordura.

5.3 Experimentos III e IV - Metabolismo (22 a 35 e 36 a 42 dias de idade)

5.3.1 Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)

Encontram-se na Tabela 17, os resultados obtidos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais das fases de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Observou-se que as rações com níveis reduzidos de proteína bruta suplementadas com aminoácidos apresentaram valores de EMAn e CMMS superiores àquelas que não tiveram redução de proteína na fase de 22 a 35 dias de idade. Possivelmente, os valores de EMAn variam de acordo com a composição das rações, demonstrando que os diferentes nutrientes não são usados com a mesma eficiência.

TABELA 17 Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), das rações experimentais

Tratamentos	Experimento 3 - 28 a 35 dias de idade	
	EMAn(kcal/kg)	CMMS(%)
19% PB – sem fitase (controle)	3358 b	75,50 b
19% PB – com fitase	3391 b	75,00 b
18% PB – com fitase	3455 a	76,85 a
17% PB – com fitase	3475 a	77,93 a
16% PB – com fitase	3507 a	78,53 a
CV(%)	2,09	1,75
Tratamentos	Experimento 4 - 36 a 42 dias de idade	
	EMAn(kcal/kg)	CMMS(%)
18% PB – sem fitase (controle)	3252 a	78,08 b
18% PB – com fitase	3251 a	77,45 b
17% PB – com fitase	3230 a	76,14 b
16% PB – com fitase	3292 a	79,50 a
15% PB – com fitase	3367 a	80,93 a
CV(%)	2,76	3,00

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Segundo Noblet & Van Milgen (2004), as variações no conteúdo de energia metabolizável são devido às diferenças da eficiência de utilização entre os nutrientes, com valores mais altos para a gordura e carboidratos, aproximadamente 90 e 82% respectivamente, e mais baixos para proteína e fibras, aproximadamente 60%.

Com base nos resultados obtidos, pode-se inferir que rações formuladas com aminoácidos sintéticos são mais eficientes energeticamente. Também Silva et al. (2008) observaram aumento nos valores de EMAn e CDMS das rações com baixa proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Além disso, a maior quantidade de farelo de soja e de PNAs nas rações com maior nível protéico, pode ter sido responsável pelo diferencial nos valores de energia metabolizável aparente corrigida e o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca das rações experimentais. O milho contém

8% de PNAs enquanto que o farelo de soja, contém em torno de 27% de PNAs. Os PNAs, aumentam a viscosidade intestinal, dificultando a ação das enzimas endógenas e a absorção dos nutrientes.

Efeito negativo do conteúdo de PNAs do farelo de soja foi observado por Refstie et al. (1999), o qual avaliou o efeito dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) sobre a digestibilidade das dietas. Os autores observaram redução na digestibilidade da matéria seca e aumento da viscosidade no conteúdo intestinal com o aumento da inclusão de farelo de soja nas rações.

Os valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) das rações estudadas não apresentaram diferença ($P < 0,05$), no período de 36 a 42 dias de idade (experimento 4). Houve diferença entre os tratamentos para os valores de CMMS. Acredita-se que, além dos fatores citados acima, a maior quantidade de aminoácidos prontamente disponíveis proporcionaram valores mais altos de CMMS para as rações com os menores níveis de PB (16 e 17%).

A adição de fitase, provavelmente não contribuiu para a diferença apresentada nos valores de EMAn e CMMS das rações experimentais, pois não houve diferença ($P > 0,05$) entre as rações com o mesmo nível protéico, suplementadas ou não com fitase, em ambas as fases.

5.3.2 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio

Encontram-se na Tabela 18, o balanço e a retenção de nitrogênio dos frangos de corte de 28 a 35 e 36 a 42 dias de idade.

TABELA 18 Balanço e retenção de nitrogênio de frangos de corte alimentados com rações com níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase

Experimento 3 - 28 a 35 dias de idade			
Tratamentos	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
19% PB – sem fitase (controle)	5029 a	1551 a	69,08 b
19% PB – com fitase	4951 a	1578 a	68,00 b
18% PB – com fitase	4794 a	1396 b	70,89 a
17% PB – com fitase	4769 a	1288 b	72,99 a
16% PB – com fitase	4439 b	1250 b	71,84 a
CV(%)	6,44	9,01	2,88
Experimento 4 - 36 a 42 dias de idade			
Tratamentos	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
18% PB – sem fitase (controle)	5696 a	1899 a	66,63 b
18% PB – com fitase	5617 a	1827 a	67,46 b
17% PB – com fitase	5364 b	1628 b	69,61 a
16% PB – com fitase	5077 c	1553 b	69,48 a
15% PB – com fitase	4871 c	1343 c	72,26 a
CV(%)	4,34	8,04	3,63

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Houve diferença (P<0,05) entre os tratamentos para o consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio (N), na fase de 28 a 35 dias de idade. Observou-se redução no consumo de N em 11,7% quando as aves foram alimentadas com ração com nível reduzido de proteína em 3 pontos porcentuais quando comparadas àquelas que receberam a ração controle.

Menor excreção de N foi observada pelas aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de PB. Em média, 15% menos nitrogênio foi excretado pelas aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de PB.

Ao comparar as aves que receberam rações com níveis reduzidos de PB com aquelas que consumiram a ração controle, observou-se que as primeiras apresentaram maior coeficiente de retenção de nitrogênio.

Kerr & Kidd (1999) avaliaram o efeito de quatro dietas com diferentes níveis de proteína bruta (19,4%, 18,2%, 18,2% + treonina, 16,7% e 16,7% + treonina, isoleucina, triptofano e valina) e encontraram resultados semelhantes. Os autores relataram uma menor eficiência na retenção de nitrogênio dietético (64,27%) pelas aves que consumiram a dieta controle com relação às aves que receberam a dieta com 18,2% de PB (74,69%).

Pelo fato de não haver diferença significativa entre as duas rações com 19% de proteína com e sem fitase, possivelmente, não houve contribuição da enzima fitase para o aumento da retenção e balanço de nitrogênio. Esses resultados corroboram com os de Ibrahim et al. (1999) que não observaram melhoria da utilização de nitrogênio por frangos de corte pela suplementação de fitase.

O aumento da disponibilidade do fósforo fítico de ingredientes de origem vegetal em rações com fitase para aves foi relatado por diversos pesquisadores (Gomide et al., 2006, Santos et al., 2008, Silva et al., 2008). Contudo, há ainda uma necessidade maior de investigação sobre a atividade da fitase sobre a disponibilidade de outros nutrientes.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para o consumo, excreção e retenção de nitrogênio no período de 36 a 42 dias. Observou-se um consumo menor de nitrogênio pelas aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de proteína bruta em comparação àquelas que receberam ração controle (18% PB).

A redução da PB em 2 pontos percentuais propiciou uma redução de nitrogênio de 16%. Já ao se reduzir 3 pontos percentuais houve uma excreção de 29% menos N. Desta forma, a redução da proteína bruta da dieta com a adição

de aminoácidos sintéticos demonstra ser uma maneira efetiva em reduzir a excreção de nitrogênio sem afetar o desempenho das aves.

Um maior coeficiente de retenção de nitrogênio foi apresentado pelas aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de PB em relação àquelas que consumiram a ração controle. Isso indica que a utilização do nitrogênio é melhorada quando se utilizam dietas com baixos níveis de proteína bruta.

As duas rações com 18% de proteína com e sem fitase não apresentaram diferença significativa. Semelhantemente à fase anterior, a presença da enzima fitase possivelmente não contribuiu para o aumento da retenção de nitrogênio.

5.3.3 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo

Encontram-se na Tabela 19, o balanço e a retenção de fósforo dos frangos de corte de 28 a 35 e 36 a 42 dias de idade.

TABELA 19 Balanço e retenção de fósforo de frangos de corte alimentados com rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase

Tratamentos	Experimento 3 - 28 a 35 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
19% PB – sem fitase (controle)	853 a	565 a	33,57 c
19% PB – com fitase	680 b	320 b	52,95 b
18% PB – com fitase	708 b	307 b	56,58 a
17% PB – com fitase	739 b	301 b	59,28 a
16% PB – com fitase	704 b	281 b	60,12 a
CV(%)	6,20	8,31	5,39

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tratamentos	Experimento 4 - 36 a 42 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
18% PB – sem fitase (controle)	1276 a	710 a	44,24 b
18% PB – com fitase	867 b	439 b	49,31 a
17% PB – com fitase	896 b	444 b	50,27 a
16% PB – com fitase	880 b	424 b	51,68 a
15% PB – com fitase	833 b	400 b	51,83 a
CV(%)	6,47	9,80	9,83

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$)

Houve redução no consumo de fósforo, em ambas as fases, quando as aves foram alimentadas com rações formuladas com níveis reduzidos de fósforo disponível ($P < 0,05$). Levando-se em consideração que as rações foram formuladas com menor nível de Pdisp e menor quantidade de fosfato bicálcico, esse fato já era esperado. Observou-se maior excreção de fósforo quando as aves receberam ração com maior nível desse elemento. Acredita-se que a maior parte do fósforo excretado estava na forma de fósforo fítico, isso é, o fósforo dos ingredientes da ração que pode ser plenamente aproveitado pelas aves.

Silva et al. (2008) e Gomide et al. (2006) encontraram resultados semelhantes aos do presente trabalho, ao observarem que aves alimentadas com rações formuladas com menores níveis de fósforo disponível e suplementadas com fitase, consomem e excretam menos fósforo.

As rações suplementadas com fitase e com nível reduzido de Pdisp propiciou às aves um coeficiente de retenção maior ($P < 0,05$). As aves alimentadas com rações suplementadas com fitase tiveram um aproveitamento maior do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal das rações, quando comparadas às aves que receberam ração sem fitase. Segundo Wu et al. (2006) e Plumstead et al. (2007), as dietas suplementadas com fitase permitem a redução dos níveis de fósforo, aumentam o fósforo retido e reduzem sua excreção para o meio ambiente.

Santos et al. (2001); Lan et al. (2002); Gomide et al. (2006) relataram em suas pesquisas o aumento da disponibilidade do fósforo fítico de ingredientes de origem vegetal para aves quando utiliza-se fitase nas rações.

Como a fitase hidrolisa o complexo fitato-mineral, deixando o fósforo livre para absorção diminuindo a sua excreção, espera-se uma melhora na digestibilidade e no aproveitamento do fósforo.

Um grande benefício ao meio ambiente pode-se conseguir com a redução dos níveis de fósforo das excretas e com a melhor utilização do fósforo dos alimentos de origem vegetal, principalmente em regiões com intensa atividade avícola.

5.3.4 Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio

Encontram-se na Tabela 20 o balanço e a retenção de cálcio dos frangos de corte, nas fases de 28 a 35 e 36 a 42 dias de idade.

TABELA 20 Balanço e retenção de cálcio de frangos de corte alimentados com rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase

Tratamentos	Experimento 3 - 28 a 35 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
19% PB – sem fitase (controle)	11,61 a	708 a	38,96 c
19% PB – com fitase	888 b	426 b	51,96 b
18% PB – com fitase	905 b	427 b	52,70 b
17% PB – com fitase	943 b	433 b	54,08 b
16% PB – com fitase	979 b	398 b	59,41 a
CV(%)	6,14	8,39	5,89
Tratamentos	Experimento 4 - 36 a 42 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coefficiente retenção (%)
18% PB – sem fitase (controle)	1581 a	731 a	53,95 b
18% PB – com fitase	1012 b	330 b	67,27 a
17% PB – com fitase	1043 b	348 b	66,59 a
16% PB – com fitase	1093 b	348 b	68,16 a
15% PB – com fitase	1030 b	323 b	68,38 a
CV(%)	6,14	14,62	7,52

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Observa-se que, quando as aves foram alimentadas com rações com níveis reduzidos de cálcio, houve redução no consumo desse mineral ($P < 0,05$), tanto na fase de 28 a 35 dias, como na fase de 36 a 42 dias de idade. O que já era de se esperar, pois houve também uma redução no nível de Ca das rações suplementadas com fitase. A excreção de cálcio também foi reduzida ($P < 0,05$) em ambas as fases. As aves alimentadas com rações com o nível reduzido de Ca (na fase de 28 a 35 dias) excretaram em média 40% menos cálcio do que aquelas alimentadas com a ração controle, na fase de 36 a 42 dias de idade, a excreção de cálcio foi em média 53% menor.

Em ambas as fases, houve um aumento no coeficiente de retenção ($P < 0,05$) quando as aves foram alimentadas com rações com nível reduzido de Ca suplementadas com fitase, quando comparadas à ração controle. O coeficiente de retenção foi em média 28% e 20% maior nas fases de 28 a 35 e 36 a 42 dias, respectivamente. Confirmando as afirmações de Um & Paik, (1999) e Ravindran et al. (2000) de que à medida que os níveis de minerais necessários para manter as funções fisiológicas são reduzidos nas dietas, as aves apresentam a capacidade de aumentar a retenção desses minerais.

Esses resultados estão de acordo com os de Viveros et al. (2002), ao registrarem que a suplementação de rações com fitase e níveis de fósforo disponível reduzidos, propiciaram uma maior retenção de cálcio pelas aves.

Como a fitase quebra o complexo fitato-mineral, espera-se uma melhora na digestibilidade dos minerais, o que deixa os minerais livres para absorção, aumenta sua digestibilidade e tem como consequência a diminuição de sua excreção (Sebastiam et al., 1996).

Pelo fato da redução do cálcio das rações não ter prejudicado o desempenho das aves, pode-se inferir que a fitase foi eficiente em hidrolisar prováveis quelatos formados entre o ácido fítico e o cálcio, o que disponibilizou o cálcio dos alimentos de origem vegetal para o metabolismo dos frangos.

5.3.5 Porcentagem de cinzas na tíbia

As porcentagens de cinzas na tíbia dos corte com 35 e 42 dias de idade encontram-se Tabela 21.

TABELA 21 Porcentagem de cinzas na tíbia de frangos com 35 e 42 dias de idade alimentados com ração com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e proteína bruta, suplementada com fitase e aminoácidos¹

Tratamentos	Experimento 1 - 22-35 dias
	Cinzas na tíbia (%)
19% PB - sem fitase (controle)	50,92 a
19% PB - com fitase	50,74 a
18% PB - com fitase	50,24 a
17% PB - com fitase	49,00 a
16% PB - com fitase	49,31 a
CV(%)	2,81
Tratamentos	Experimento 2 - 36-42 dias
	Cinzas na tíbia (%)
18% PB - sem fitase (controle)	43,97 a
18% PB - com fitase	43,46 a
17% PB - com fitase	43,80 a
16% PB - com fitase	43,84 a
15% PB - com fitase	43,41 a
CV(%)	6,49

¹Não houve diferença ($P>0,05$) pelo teste F.

Aos 35 dias bem como aos 42 dias de idade não houve influência dos tratamentos na porcentagem de cinzas na tíbia ($P>0,05$). Como os tratamentos não influenciaram a deposição de cinzas na tíbia, possivelmente, não houve prejuízo na mineralização óssea das aves pela redução de fósforo e de cálcio das rações. Infere-se, então, a efetiva disponibilização da quantidade de P e Ca dos alimentos pela enzima fitase, suprimindo as necessidades das aves para esses minerais, sem prejudicar a mineralização óssea.

Cardoso Júnior et al., (2008b) demonstraram a possibilidade da redução do nível de fósforo disponível em 0,15 e o de cálcio em 0,30 ponto porcentual, em relação a ração controle, mantendo a relação Ca:Pdisp em 2:1 em rações suplementadas com fitase, sem alterar a porcentagem de cinzas na tíbia.

Um aumento significativo das cinzas na tíbia em 5,1% pela suplementação de fitase em dietas com baixo fósforo disponível foi constatado por Viveros et al. (2002). Vários autores observaram esse aumento e o consideram uma boa indicação de mineralização óssea (Sebastian et al., 1996; Ahmad et al., 2000; Leeson et al., 2000). Relaciona-se o melhoramento na porcentagem de cinzas na tíbia ao aumento da retenção de Ca, P, Mg e Zn do complexo fítico-mineral pela adição de fitase.

Assim, considerando a porcentagem de cinzas na tíbia como um bom indicador de mineralização óssea, os resultados do presente estudo indicam que a formulação de rações com níveis reduzidos de Pdisp e Ca não prejudica essa variável quando as rações são suplementadas com fitase. A hidrólise do ácido fítico possivelmente foi propiciada pela adição de fitase nas rações, o que disponibilizou o fósforo e o cálcio dos alimentos para a mineralização óssea.

6 CONCLUSÃO

É possível reduzir o nível protéico das rações em até 3 pontos percentuais e o nível de fósforo disponível e cálcio em 0,15 e 0,30 ponto percentual, respectivamente, sem causar prejuízos ao desempenho e mineralização óssea dos frangos de corte nas fases de 22 a 35 dias e 36 a 42 dias de idade, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase. Entretanto, a redução de 3 pontos percentuais no nível protéico das rações promove aumento de gordura na cavidade abdominal dos frangos aos 35 e 42 dias de idade.

Rações formuladas com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível são eficientes em reduzir a excreção de nitrogênio, cálcio e fósforo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, Wyton, v. 62, n. 4, p. 688-701, Dec. 2006.

AHMAD, T.; RASOOL, S.; SARWAR, M.; HAQ, A. U.; HASAN, Z. U. Effect of microbial phytase produced from fungus *Aspergillus* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 103-114, Feb. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington, 1990. v. 1, 1990.

CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; HESPAHOL, R.; LARA, M. C. C., LIMA, G. F. R. Desempenho de frangos de corte no período de oito a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível e cálcio, suplementadas com fitase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ/UFLA, 2008b. 1 CD ROM.

CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P. B.; SANTOS, L. M.; ALVARENGA, R. R.; SILVA, L. R.; LIMA, G. F. R. Efeito da fitase sobre a mineralização óssea de frangos de corte alimentados de oito a 35 dias de idade com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível e cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ/UFLA, 2008. 1 CD ROM.

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

DARI, R. L.; PENZ, A. M.; KESSLER, A. M.; JOST, H. C. 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.

FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; VIEIRA, B. S.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. 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.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; SANTOS, L. M.; FREITAS, R. T. F.; REIS, M. P. Desempenho, características de carcaça e composição centesimal da carne de peito de frangos de corte submetidos a rações com níveis reduzidos de proteína bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD ROM.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, T.; DIAS, J. S. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD ROM.

IBRAHIM, S.; JACOB, J. P.; BLAIR, R. Phytase supplementation to reduce phosphorus excretion of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 4, p. 414-425, Winter 1999.

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, 1999.

LAN, G. Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S.; HO, Y. W. 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.

LEESON, S.; NAMKUNG, H.; COTTRILL, M.; FORSBERG, C. W. Efficacy of new bacterial phytase in poultry diets. **Canadian Journal Animal Science**, Ontario, v. 80, n. 3, p. 527–528, Sept. 2000.

LI, Y. C.; LEDOUX, D. R.; VEUM, T. L. ; RABOY, V. ; ERTL, D. S. Effects of low phytic corn on phosphorus utilization, performance, and bone mineralization in broiler chicks. **Poultry Science**, Madison, v.79, n. 10, p. 1444-1450, Oct. 2000.

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, 1965. p. 3-11. (Research Report, 7).

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

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, J. D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 55, n. 3, p.233-240, Sept. 1999.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; LOPES, D. C. Níveis de proteína bruta com suplementação de aminoácidos na ração de frangos de corte submetidos ao estresse por calor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

PLUMSTEAD, P. W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; MAGUIRE, R. O.; GERNAT, A. G.; BRAKE, J. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 225-231, Feb. 2007

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAM, G.; SELLE, P. H.; BRYDEN, W. L. 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**, Edinburg, v. 41, n. 2, p. 193-200, May 2000.

REFSTIE, S.; SVIHUS, B.; SHEARER, K. D.; STOREBAKKEN, T. Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soyabean products. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 331-345, June 1999.

RODRIGUES, P. B.; MARTINEZ, R. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINE, 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, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2005.

RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOREL, P. C. H.; MOUGHAN, P. J. 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, R.; ZANELLA, I.; BONATO, E. L.; ROSA, A. P. Efeito da diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, n. 3, p. 31, 2001. Suplemento.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. 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.

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

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSANI, E. J.; PEREIRA, C. R. 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.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; ZANGERÔNIMO, 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, MG, v. 37, n. 3, p. 469-477, maio/jun. 2008.

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**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 75-79, Jan. 1999.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; VIDAL, T. Z. B.; MACHADO, A. C.; FERNANDES, I. S. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta 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.

VIDAL, T. Z. B.; VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; MACHADO, A. L. C.; FERNANDES, I. S. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta e suplementação de L-glicina sobre o desempenho de frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD-ROM.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. 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.

WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M.M. ;ROLLAN, D.A. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, Chamapign, v.85, n. 1, p.64-79, Jan. 2006.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, no período de 1 a 7 dias de idade..... 110
TABELA 2A	Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, no período de 8 a 21 dias de idade..... 110
TABELA 3A	Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, no período de 8 a 35 dias de idade..... 110
TABELA 4A	Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte , aos 35 dias de idade..... 110
TABELA 5A	Resumo das análises de variância para rendimento de Coxa+sobre coxa (RCSC) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de cort, aos 35 dias de idade.. 111
TABELA 6A	Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 1 a 7 dias idade..... 111
TABELA 7A	Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 8 a 21 dias idade..... 111
TABELA 8A	Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 8 a 35 dias idade..... 112

TABELA 9A	Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 1 a 7 de idade.....	112
TABELA 10A	Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 8 a 21 dias de idade.....	112
TABELA 11A	Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.....	112
TABELA 12A	Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade.....	113
TABELA 13A	Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 8 a 21 dias de idade.....	113
TABELA 14A	Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.....	113
TABELA 15A	Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade.....	113
TABELA 16A	Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 8 a 21 dias de idade.	114
TABELA 17A	Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.....	114
TABELA 18A	Resumo das análises de variância para porcentagem de cinzas na tíbia (CT) aos 35 e 42 dias de idade.....	114
TABELA 19A	Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, no período de 22 a 35 dias de idade.....	114
TABELA 20A	Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, no período de 36 a 42 dias de idade.....	115

TABELA 21A	Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte ,aos 35 dias de idade.....	115
TABELA 22A	Resumo das análises de variância para rendimento de Coxa+sobrecoxa (RCSC) e porcentagem de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte, aos 35 dias de idade..	115
TABELA 23A	Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte ,aos 42 dias de idade.....	115
TABELA 24A	Resumo das análises de variância para rendimento de Coxa+sobrecoxa (RCSC) e porcentagem de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte, aos 42 dias de idade..	116
TABELA 25A	Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 22 a 35 dias de idade.	116
TABELA 26A	Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 36 a 42 dias de idade.	116
TABELA 27A	Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.....	116
TABELA 28A	Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.....	117
TABELA 29A	Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.....	117
TABELA 30A	Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.....	117

TABELA 31A	Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.....	117
TABELA 32A	Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.....	118
TABELA 33A	Resumo das análises de variância para porcentagem de cinzas na tíbia (CT) aos 35 e 42 dias de idade.....	118

TABELA 1A Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	14,5285	0,1557	13,3666	0,3381	0,0002	0,0553
Erro	15	6,8829		11,4560		0,0005	
CV (%)		2,07		2,53		2,17	

TABELA 2A Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, na fase de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	367232	0,9345	447,5833	0,6119	0,0015	0,1376
Erro	25	181,1051		657,6133		0,0008	
CV (%)		1,86		2,53		2,05	

TABELA 3A Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	83,2378	0,9901	4485,8833	0,1667	0,0071	0,3004
Erro	25	1166,5370		2535,8333		0,0005	
CV (%)		1,64		1,49		1,45	

TABELA 4A Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	RC		RP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	2,9016	0,2079	0,7744	0,6514
Erro	25	1,8246		1,2460	
CV (%)		1,83		3,04	

TABELA 5A Resumo das análises de variância para rendimento de coxa+sobre coxa (RCSC) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	RCSC		RGA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	0,2438	0,8279	0,2092	0,0080
Erro	25	0,6594		0,0476	
CV (%)		2,81		15,91	

TABELA 6A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 1 a 7 dias de idade.

FV	GL	EMAn		CDMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	3877,4164	0,0642	1,1550	0,1799
Erro	15	1169,4994		0,5993	
CV (%)		1,12		1,02	

TABELA 7A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	EMAn		CDMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	28116,0713	0,0000	11,8335	0,0001
Erro	25	1782,5703		1,1927	
CV (%)		1,36		1,43	

TABELA 8A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	EMAn		CMMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	8534,6720	0,2810	6,7216	0,0381
Erro	25	6344,3453		2,2485	
CV (%)		2,30		1,99	

TABELA 9A Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade.

FV	GL	CN		EN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	6392,2820	0,1502	4994,1572	0,0062	22,2626	0,0017
Erro	15	2963,4480		685,5125		2,2150	
CV (%)		4,90		7,42		2,17	

TABELA 10A Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte na fase, de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	CN		EN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	265853,6518	0,0003	116679,9025	0,0000	43,3410	0,0000
Erro	25	34263,1049		3066,2366		3,2510	
CV (%)		5,51		5,45		2,49	

TABELA 11A Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	CN		EN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	878471,7510	0,0087	317613,1380	0,0001	24,1256	0,0021
Erro	25	203966,0918		34602,2303		4,2144	
CV (%)		9,11		10,85		3,13	

TABELA 12A Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade.

FV	GL	CP		EP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	55776,4649	0,0000	4791,6880	0,0000	366,3120	0,0000
Erro	15	138,5685		36,0189		4,4192	
CV (%)		5,75		8,13		3,24	

TABELA 13A Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	CP		EP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	26268,9535	0,0000	29887,0011	0,0000	275,1297	0,0000
Erro	25	1079,1527		191,3764		5,3949	
CV (%)		5,81		5,76		4,00	

TABELA 14A Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	CP		EP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	71565,5429	0,0000	62423,3039	0,0000	107,1865	0,0000
Erro	25	6580,5913		3403,6096		9,5315	
CV (%)		9,08		11,86		6,80	

TABELA 15A Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (ECa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 1 a 7 dias de idade.

FV	GL	CCa		ECa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	13292,8760	0,0000	8337,3725	0,0000	440,6777	0,0000
Erro	15	149,3043		71,5767		6,8363	
CV (%)		5,54		10,74		3,99	

TABELA 16A Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (ECa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 8 a 21 dias de idade.

FV	GL	CCa		ECa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	72287,2056	0,0000	57970,6972	0,0000	450,6585	0,0000
Erro	25	1366,9419		285,3617		5,5641	
CV (%)		6,02		8,38		3,45	

TABELA 17A Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (ECa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	CCa		ECa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	178866,6499	0,0000	135596,3571	0,0000	199,5698	0,0000
Erro	25	1823,5302		935,8189		4,9031	
CV (%)		3,85		6,43		3,83	

TABELA 18A Resumo das análises de variância para porcentagem de cinzas (CT) na tibia de frangos de corte, na fase de 8 a 21 e 8 a 35 dias de idade.

FV	GL	CT-21 dias		CT-35 dias	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	1,7861	0,0603	0,2718	0,9623
Erro	25	0,6864		1,8400	
CV (%)		1,63		2,68	

TABELA 19A Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	2107,3024	0,5573	1715,3833	0,08660	0,0035	0,3215
Erro	25	2750,2102		5466,7133		0,0028	
CV (%)		4,20		3,39		3,07	

TABELA 20A Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	1384,8381	0,2718	153,7986	0,9784	0,0135	0,0431
Erro	25	1008,9348		1415,2000		0,0046	
CV (%)		4,77		2,89		3,50	

TABELA 21A Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	RC		RP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	3,5081	0,1791	0,7701	0,7427
Erro	25	1,3415		1,5704	
CV (%)		1,63		3,38	

TABELA 22A Resumo das análises de variância para rendimento de Coxa+sobre coxa (RCSC) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	RCSC		RGA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	0,5419	0,6462	0,2755	0,0000
Erro	25	0,8612		0,0208	
CV (%)		3,17		11,03	

TABELA 23A Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	RC		RP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	1,0082	0,5633	1,1426	0,4146
Erro	25	1,3327		1,1167	
CV (%)		1,58		2,82	

TABELA 24A Resumo das análises de variância para rendimento de coxa+sobre coxa (RCSC) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	RCSC		RGA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	0,5376	0,5268	0,2934	0,0138
Erro	25	0,6586		0,0755	
CV (%)		2,75		14,90	

TABELA 25A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	EMAn		CDMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	22501,9705	0,0000	13,8400	0,0004
Erro	25	5164,4359		1,8018	
CV (%)		2,09		1,75	

TABELA 26A Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das rações experimentais, utilizadas na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	EMAn		CDMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	17653,8760	0,1031	20,5729	0,0165
Erro	25	8176,8279		5,5254	
CV (%)		2,76		3,00	

TABELA 27A Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	CN		EN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	305194,1763	0,0299	133248,0817	0,0002	24,5897	0,0017
Erro	25	95410,9431		16224,8155		4,1371	
CV (%)		6,44		9,01		2,88	

TABELA 28A Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção (EN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	CN		EN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	738415,2343	0,0000	295893,0558	0,0000	28,7827	0,0065
Erro	25	53465,5011		17628,4093		6,2744	
CV (%)		4,34		8,04		3,63	

TABELA 29A Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte na fase, de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	CP		EP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	27399,6267	0,0000	85005,8133	0,0000	719,1977	0,0000
Erro	25	2090,4338		872,0210		8,0209	
CV (%)		6,20		8,31		5,39	

TABELA 30A Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção (EP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	CP		EP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	201865,1288	0,0000	97650,2683	0,0000	57,8040	0,0731
Erro	25	3783,0568		2250,0650		23,6712	
CV (%)		6,47		9,80		9,83	

TABELA 31A Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (ECa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.

FV	GL	CCa		ECa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	72595,8889	0,0000	100037,0099	0,0000	341,9585	0,0000
Erro	25	3588,6493		1613,9503		9,1783	
CV (%)		6,14		8,39		5,89	

TABELA 32A Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção (ECa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio de frangos de corte, na fase de 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	CCa		ECa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	350261,3898	0,0000	186426,3116	0,0000	236,6329	0,0001
Erro	25	5012,9354		3705,1087		23,7775	
CV (%)		6,14		14,62		7,52	

TABELA 33A Resumo das análises de variância para porcentagem de cinzas (CT) na tíbia de frangos de corte, na fase de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade.

FV	GL	CT-35 dias		CT-42 dias	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	4,4096	0,0942	0,3673	0,9958
Erro	25	1,9746		8,0490	
CV (%)		2,81		6,49	