

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E
CÁLCIO EM RAÇÕES COM FITASE PARA
FRANGOS DE CORTE DE OITO A 35 DIAS
DE IDADE**

ADIMAR CARDOSO JÚNIOR

2008

ADIMAR CARDOSO JÚNIOR

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E CÁLCIO EM RAÇÕES COM
FITASE PARA FRANGOS DE CORTE DE OITO A 35 DIAS DE IDADE**

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

Orientador
Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

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

Cardoso Júnior, Adimar.

Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte na fase de oito a 35 dias de idade. / Adimar Cardoso Júnior. – Lavras : UFLA, 2008.

56 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Enzima. 2. Exigência nutricional. 3. Minerais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.5285

ADIMAR CARDOSO JÚNIOR

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E CÁLCIO EM RAÇÕES COM
FITASE PARA FRANGOS DE CORTE DE OITO A 35 DIAS DE IDADE**

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

Aprovado em 6 de agosto 2008

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas UFLA

Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

Dedico

A Deus e aos meus pais, Adimar Cardoso e Vera Lúgia Moraes Cardoso, por me darem a vida e, principalmente, pela criação que me foi dada, porque sem ela eu nada seria.

Existe uma pessoa que hoje, mais do que nunca, vive em mim
Pessoa essa que vivo todos os dias intensamente do começo ao fim
Hoje queria fazer essa dedicatória também a ti, mia moxinha
Pessoa que coloriu meus dias, que fez minha vida mais feliz, meu bem querer.

A você que eu amo a cada segundo, a você que me leva desse mundo.
Obrigado por colocar um sorriso no meu rosto em qualquer dificuldade.
Obrigado por existir e fazer parte da minha vida

Ofereço

Ofereço este trabalho a todos aqueles que acreditam que a ousadia e o erro são caminhos para as grandes realizações.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por ter me proporcionado tamanho aprendizado durante a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto.

À DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda., pela doação da enzima fitase para a realização dos experimentos.

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

Aos membros da banca, Antônio Gilberto Bertechini, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas e Renato Ribeiro de Lima, pelas sugestões e ou críticas.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia.

Aos meus amigos de graduação e da pós-graduação, que me incentivaram nesta nova etapa e que dividiram comigo as alegrias e as dificuldades.

Aos estagiários, pelo esforço e dedicação ao trabalho.

A minha família que, mesmo longe, sempre me apoiou e incentivou durante minha jornada.

A minha noiva, que sempre esteve ao meu lado.

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

Algumas pessoas marcam a nossa vida para sempre; umas porque nos vão ajudando na construção, outras porque nos apresentam projetos de sonho e outras ainda porque nos desafiam a construí-los.

A TODOS, meu muito obrigado.

Biografia

ADIMAR CARDOSO JÚNIOR, filho de Adimar Cardoso e Vera Lúcia Moraes Cardoso, nasceu em 24 de janeiro de 1982, em Mogi das Cruzes, SP, logo se mudando para Guarulhos, SP, onde viveu a sua infância.

Estudou no Colégio Progresso – Vila Galvão até a conclusão do ensino fundamental e no Colégio Eniac, até a conclusão do ensino médio, também obtendo o título de Técnico em Processamentos de Dados.

Em agosto de 2001 iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em julho de 2006.

Iniciou a Pós-Graduação pelo Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras em março de 2007, obtendo o título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, em 6 de agosto de 2008.

SUMÁRIO

Resumo Geral	i
General Abstract	iii
Capítulo I	1
Introdução Geral	2
Referencial Teórico	3
Referências Bibliográficas	11
Capítulo II: Níveis de fósforo disponível e cálcio para frangos de corte de oito a 35 dias de idade recebendo rações com fitase	15
Resumo	16
Abstract	18
1 Introdução	20
2 Materiais e Métodos	22
3 Resultados e Discussão	29
4 Conclusão	43
5 Referências bibliográficas	44
Anexos	48

RESUMO GERAL

CARDOSO JÚNIOR, Adimar. **Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações com fitase para frangos de corte de oito a 35 dias de idade.** 2008. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O interesse pelo estudo do fósforo na nutrição animal deve-se à sua essencialidade no metabolismo e ao seu alto preço no mercado, o que contribui para elevar os custos finais das rações. Além do fósforo, o cálcio é de suma importância no metabolismo animal, principalmente na formação óssea. Cálcio e fósforo interagem, de forma que o excesso ou a diminuição de um pode afetar a utilização do outro pelo animal. Dessa forma, foram conduzidos dois experimentos, utilizando pintos de corte da linhagem COBB, no período de 8 a 35 dias de idade, para avaliar o efeito da redução dos níveis de cálcio e fósforo disponível (Pdisp), em rações suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg (Ronozyme P5000[®]) sobre desempenho, teor de cinzas na tíbia, energia metabolizável (EMAn), digestibilidade da matéria seca (CMDS) e da proteína bruta (CMAPB). Foram utilizados 1.404 pintos de corte, em quatro repetições de 27 aves cada (experimento 1 – desempenho) para a avaliação de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e percentagem de cinzas na tíbia. No experimento dois, conduzido simultaneamente ao de desempenho, um total de 390 aves foram transferidas para uma sala de metabolismo, para a determinação da EMAn e dos CDMS e CMAPB, em seis repetições de cinco aves cada. Nos experimentos, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 + 1 e os tratamentos foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,375%, 0,325% e 0,275%) e quatro níveis de cálcio (0,85%, 0,75%, 0,65% e 0,55%), em que as rações foram suplementadas com a fitase, mais uma ração controle, sem fitase, a base de milho e farelo de soja, formulada com 0,425% de Pdisp e 0,85% de Ca e demais níveis nutricionais recomendados pelas tabelas brasileiras. No experimento 1, não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) em nenhuma das características de desempenho avaliadas e na porcentagem de cinzas ósseas, quando comparadas às aves que receberam o tratamento controle. Não houve interação ($P > 0,05$) dos níveis de Pdisp e de cálcio sobre o desempenho e a

*Comitê Orientador: Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Orientador), Antônio Gilberto Bertechini – DZO/UFLA e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA

percentagem de cinzas ósseas. Em relação ao desempenho, é possível a redução dos níveis de cálcio e Pdisp para os menores níveis estudados, 0,55% e 0,275%, respectivamente. Porém, tal redução afeta a mineralização óssea. Portanto, os níveis mais adequados para atender ao desempenho e à mineralização óssea são de 0,65% e 0,325% de cálcio e Pdisp, respectivamente. O segundo experimento seguiu os resultados encontrados em relação à mineralização óssea no experimento 1, em que os níveis de cálcio e Pdisp podem ser reduzidos a até 0,65% e 0,325%, respectivamente, ainda apresentando semelhanças quando comparados ao tratamento controle. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os níveis isolados de cálcio e Pdisp para o CDMS, e interação dos níveis de cálcio e Pdisp das rações para EMAn e CMAPB. Conclui-se que, para essa fase de criação, quando utilizado 500 FTU de fitase/kg de ração, os níveis de cálcio e Pdisp da ração podem ser reduzidos para 0,65 e 0,325%, respectivamente, sem afetar o desempenho e a porcentagem de cinzas ósseas, apresentando bons resultados para a EMAn, o CDMS e o CMAPB.

Palavras-chaves: enzima, exigência nutricional, minerais

GENERAL ABSTRACT

CARDOSO JÚNIOR, Adimar. **Calcium and available phosphorus levels in diets with phytase to broilers of eight to 35 days of age.** 2008. 56 p.
Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The concern by the study of phosphorus in animal nutrition is due to its essentiality in the metabolism and its high market price, which contributes to raise the final cost of diets. Apart from phosphorus, calcium is of great importance in animal metabolism, mainly in the bone formation. Calcium and phosphorus interact, so that the excess or decrease of one of them can affect the use of other by animal. Thereby, it was carried two assays using eight to 35 days old COOB chicken, out to evaluate the effect of reduced calcium and available phosphorus (aP) levels in diets supplemented with 500 FTU of the phytase enzyme/kg (Ronozyme® P5000) on the performance, bone ash, metabolizable energy (AMEn) dry matter (DMDC) and crude protein (ACPDC) digestibility coefficients. In the experiment 1, 1404 broiler chickens were used in four replications of 27 birds each to evaluate the feed intake, weight gain, feed conversion and bone ash percentage. Simultaneously at the performance assay, a total of 390 birds were transferred to a metabolism room (experiment 2) for determining the AMEn, DMDC and ACPDC in six replications of five birds each. An experimental design completely randomized was used, in a factorial schedule 3 x 4 + 1, and the treatments used were three aP levels (0.375; 0.325 e 0.275%) and four calcium levels (0.85; 0.75; 0.65 e 0.55%), in which the diets were supplemented with phytase, plus a control diet, without phytase, based on corn and soybean meal, formulated with 0.425% of AP and 0.85% of calcium and others nutritional levels according to brazilian tables. In experiment 1 was not observed significant difference ($P>0.05$) in the broiler performance characteristics and percentage of bone ash, when compared to birds that received the control diet. There was no interaction ($P>0,05$) levels of calcium and aP on performance and percentage of bone ash. Regarding the performance is possible to reduce the levels of calcium and Pdisp to lower levels studied, 0.55 and 0.275%, respectively, but this reduction affects the bone mineralization. Therefore, the most appropriate to meet the performance and bone mineralization are 0.65 and 0.325% calcium and Pdisp respectively. The second experiment, follows the findings regarding bone mineralization in experiment 1,

*Guidance Committee: Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Major Professor), Antônio Gilberto Bertechini – DZO/UFLA and Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA

where the levels of calcium and Pdisp can be reduced by 0.65 and 0.325%, respectively, still showing similarities when compared to control treatment. In the second experiment the levels could be reduced by 0.65% of calcium and 0.325% of aP still showing similar results when compared to control diet. There was a significant difference ($P < 0.05$) between isolated levels of calcium and of aP for DMDC, and interaction levels of calcium and of aP of diets to AMEn and ACPDC. For this stage of creation, calcium and available phosphorus levels in diets can be reduced to 0.65 and 0.325 respectively, when 500 FTU of phytase/kg diet are used without affect the performance and percentage of bone ash, and show good values to the EMAn, the CDMS and the CDPB, respectively.

Keywords: enzyme, nutritional requirement, minerals

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil encontra-se, atualmente, em posição de destaque, como o primeiro maior exportador e o terceiro maior produtor mundial de carne de frangos. A produção de carne de frango foi de 1,4 milhão de toneladas em 1981; no ano de 2005, foi de aproximadamente 9,35 milhões de toneladas (Avisite, 2008).

Destaca-se, entretanto, um crescimento de, aproximadamente, 600% nos últimos 25 anos. Em contrapartida, esse aumento de produção gera aumento na quantidade de rações a serem fabricadas e, conseqüentemente, maior demanda por alimentos de origem vegetal, principais constituintes das rações para aves, tendo o milho e o farelo de soja como ingredientes básicos. Esses ingredientes apresentam parte do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, cujo fósforo somente é aproveitado pelas aves em pequena proporção do total presente no alimento (aproximadamente 33%).

Atualmente, estratégias nutricionais têm sido estudadas com o objetivo de melhorar a disponibilidade de nutrientes dos alimentos utilizados em rações para os animais, buscando-se reduzir o nível de nutrientes nas rações.

Dentre essas estratégias, tem-se o uso de enzimas como suplementação alimentar, possibilitando melhor aproveitamento dos nutrientes nos ingredientes das rações utilizadas na alimentação de aves. Fitase, uma dessas enzimas, é bastante estudada, e consegue aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes, possibilitando, assim, a redução da inclusão desses mesmos nutrientes.

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar os níveis nutricionais de cálcio e fósforo disponível (Pdisp), quando utilizada a fitase na alimentação de frangos de corte, na fase de 8 a 35 dias de idade.

REFERENCIAL TEÓRICO

Fitato, ou fósforo fítico, é a designação dada ao fósforo, que faz parte da molécula do ácido fítico (hexafosfato de inositol), encontrado nos vegetais. A concentração de fitato varia em função da espécie, da idade e do estágio de maturação, da cultivar, do clima, da disponibilidade de água, do grau de processamento e da quantidade de fósforo no solo, o qual a planta absorve e armazena, complexando-o com o inositol para formar o ácido fítico.

De modo geral, os teores de fósforo nos vegetais são muito pequenos, quando comparados aos ingredientes de origem animal, como é o caso do milho e farelo de soja. Entretanto, devido às grandes quantidades incluídas nas formulações, tanto o milho quanto o farelo de soja podem contribuir muito no aporte de fósforo na ração final. A maior objeção a esta contribuição é relativa à forma orgânica (não disponível) deste fósforo. Ainda que as aves possam ter presente no conteúdo intestinal uma pequena quantidade de fitase endógena, esta é insuficiente para degradar o ácido fítico e ou o fitato dos vegetais. Portanto, o uso da fitase em rações de aves e suínos é uma alternativa eficaz para viabilizar este processo.

Tentativas de hidrólise enzimática do ácido fítico foram realizadas a fim de melhorar o valor nutricional dos alimentos e reduzir a quantidade de fósforo excretado pelos animais, diminuindo, assim, os problemas de poluição com fósforo em áreas de criação intensiva (Simons & Versteegh, 1990). Outros processos, como hidratação, moagem, maltagem, fermentação, tratamento térmico e germinação de sementes, também foram utilizados para redução do fitato (Reddy et al., 1982).

Dessa forma, a fim de melhorar a redução de fitato durante o processamento de alimentos, fitases exógenas poderiam ser adicionadas ou

fitases endógenas poderiam ser ativadas. Greiner et al. (1998) descreveram que o isolamento e a caracterização de fitase, a partir de fontes microbianas ou vegetais, pode contribuir para a obtenção de fitases efetivas para serem aplicadas no processamento de alimentos.

A utilização do fitato depende da espécie, do tipo e da idade do animal, da concentração de fitase, de cálcio e de fósforo inorgânico na ração, de vitamina D₃, de ingredientes da ração e do processamento dos alimentos (Sebastian et al., 1998).

Em virtude da habilidade de formar complexos insolúveis com importantes minerais, como Zn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ e também com proteínas (Figura 1), o ácido fítico é considerado um constituinte antinutricional, que reduz a biodisponibilidade desses minerais (Maga, 1982). A molécula de fitato apresenta teor médio de fósforo de 28,2%, com alto potencial de quelação (Keshavarz, 1999). Assim, o uso da fitase é uma alternativa para aumentar o valor nutricional de muitos alimentos vegetais (Segueilha et al., 1992). A ocorrência do fitato como fator antinutricional para os não-ruminantes provoca a necessidade de suplementação de fósforo como fonte inorgânica que, em geral, é onerosa, além de estar presente nas dietas em quantidades acima das exigências dos animais.

Os animais monogástricos não sintetizam a enzima fitase, tendo como consequência a baixa eficiência no aproveitamento do fósforo de origem vegetal, uma vez que 25% a 30% desse mineral ficam disponíveis para o organismo. Ainda que as aves possam ter presente no conteúdo intestinal uma pequena quantidade de fitase endógena, esta é insuficiente para degradar o ácido fítico e ou fitato dos vegetais. O uso de enzimas já é uma pratica aceita em diferentes realidades ao redor do mundo e, seguramente, a enzima fitase é a mais estudada na nutrição animal.

A fitase foi uma das primeiras enzimas descritas com capacidade de liberar o fosfato inorgânico a partir de fosfato orgânico, ou seja, hidrolisar o ácido fítico em inositol e ácido fosfórico. A enzima fitase, quando adicionada nas rações, atua nas ligações do grupo fosfato (Figura 1), liberando o fósforo e outros minerais, que fazem parte desta molécula (Cromwell, 1991).

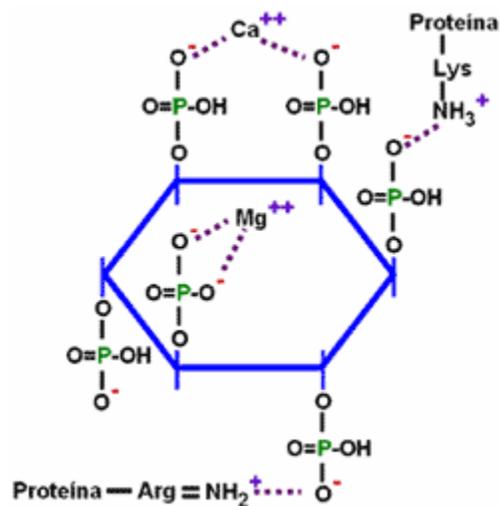


FIGURA 1. Fitato

Fonte: www.engormix.com

Mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase (EC 3.1.3.8) é o nome sistemático da fitase, que é produzida por muitos fungos, bactérias e leveduras e cataliza a clivagem hidrolítica dos ésteres de ácido fosfórico do inositol, liberando fósforo que pode, então, ser absorvido pelas aves. Assim, outros minerais e aminoácidos que também estão ligados ao complexo podem tornar-se disponíveis para absorção.

Uma unidade de fitase (UF ou FTU) é definida, segundo Engelen et al. (1994) como sendo a quantidade de enzima que libera 1 micromol (μmol) de

fósforo inorgânico por minuto, proveniente de 5,1 μmol de fitato de sódio, a pH 5,5 e temperatura de 37°C.

A utilização da fitase não só reduz a necessidade de suplementação com fósforo, mas também de outros minerais que podem ser liberados para a absorção (Sebastian et al., 1996). O efeito da fitase sobre a disponibilidade do fósforo já é bastante estudado e bem estabelecido (Borges et al., 1997), o que não ocorre com os outros minerais complexados com o fitato, principalmente o cálcio.

São inúmeros os trabalhos de pesquisa que relatam que a fitase aumenta a biodisponibilidade do fósforo dos vegetais e o ganho de peso das aves. Dentre eles, Leske & Coon (1999) mostraram que a adição de 600 FTU na ração de frangos de corte aumenta a hidrólise do fitato do milho de 30,80% para 59% e do farelo de soja de 34,90% para 72,40%, e a retenção total de fósforo de 34,80% para 40,90%, no milho e de 27% para 58%, no farelo de soja.

Trabalhos recentes mostraram ser possível reduzir níveis de nutrientes nas rações, mantendo satisfatoriamente o desempenho das aves e minimizando a excreção de alguns elementos minerais (Silva et al., 2006, 2008; Gomide et al., 2007; Nagata, 2007). Indiscutivelmente, um melhor aproveitamento dos nutrientes dos alimentos implica na possibilidade de formulação de rações com menores quantidades de fontes inorgânicas de fósforo e também de outros nutrientes.

O uso da fitase em dietas pode resultar em melhora dos resultados zootécnicos, tais como: melhor formação da estrutura óssea, menor incidência de problemas locomotores e, conseqüentemente, melhor uniformidade dos lotes. Isso é possível pelo fato de, aproximadamente, 30% do requerimento de fósforo dos animais ser garantido pela fitase (Leczniwski, 2006).

Recentemente, a revisão feita por Choct (2006) destacou que a fitase aumenta a disponibilidade do fitato entre 25% a 50%-70%. Além do fósforo,

pesquisas recentes vêm mostrando efeito positivo da enzima fitase em disponibilizar outros minerais, como cálcio, cobre e zinco, além de aminoácidos e também uma maior disponibilização de energia.

É importante realçar que cada 0,1% de fósforo disponível liberado pela fitase equivale a, aproximadamente, 6,5 kg de fosfato bicálcico, por tonelada de ração, possibilitando a redução de custos da ração.

O fósforo é indicado como o terceiro nutriente mais caro em uma ração para monogástricos, ficando atrás somente da energia e da proteína, particularmente dos aminoácidos sulfurados e da lisina (Bolling et al., 2000). O fósforo, entre suas principais funções, é considerado elemento essencial para a formação da estrutura óssea. Também participa da formação de membranas celulares, é componente dos ácidos nucléicos envolvidos no crescimento e na diferenciação celular, participa na manutenção do equilíbrio osmótico e eletrolítico, essencial para utilização e transferência de energia (ATP). Também é necessário para a formação dos fosfolipídeos, o transporte de gorduras e a síntese de aminoácidos e proteínas, e, ainda, participa no controle do apetite e na eficiência alimentar (Runho et al., 2001).

O interesse pelo estudo do fósforo na nutrição animal deve-se à sua essencialidade no metabolismo e ao seu alto preço no mercado, o que contribui para elevar os custos finais das rações. Para aves, a dieta é baseada em alimentos de origem vegetal, em que mais da metade do fósforo presente encontra-se sob a forma de fitatos, pouco utilizáveis por esses animais (Peeler, 1972). Conseqüentemente, a deficiência de fósforo deve ser suprida por outras fontes. As fontes de fósforo de origem animal, como farinha de osso e a farinha de carne e osso, além de serem insuficientes para abastecer o mercado, apresentam alto custo. Para os fosfatos elaborados, como fosfato bicálcico, a situação não difere em função da necessidade de importar insumos, como o ácido fosfórico,

além dos custos envolvidos no processamento da matéria-prima (fosfatos naturais).

O autor ainda afirma que vários fatores influenciam a utilização do fósforo, tais como ingredientes da dieta, forma química do elemento, relação cálcio:fósforo, idade e sexo do animal, níveis de energia e de gordura na dieta, manejo alimentar, doenças e parasitas, interações com outros nutrientes e minerais, processamento, entre outros.

Vários autores, como Libal et al. (1969), Koch et al. (1984) e Gomes et al. (1993), relataram que o requerimento de fósforo para otimizar o desempenho é inferior àquele requerido para maximizar o desenvolvimento dos ossos. O mesmo foi verificado por Gomes et al. (1994) que, trabalhando com frangos de corte nas fases de crescimento e terminação, encontraram maior valor de exigência de fósforo disponível para maximizar o desenvolvimento dos ossos do que para otimizar o ganho de peso, na fase de crescimento. Para a fase de terminação, os valores de exigência de fósforo disponível foram semelhantes, quando estimados por meio de variáveis como ganho de peso e cinza e fósforo no osso.

Segundo Dale (1983), citado por Runho et al. (2001) e Furtado (1991), a absorção adequada de fósforo só ocorre se a concentração de cálcio na dieta for ideal. A deficiência de cálcio limita o aproveitamento do fósforo absorvido e o excesso tende a reagir com o fósforo, complexando-o no intestino, tornando-o, assim, menos disponível.

Cálcio e fósforo interagem-se, de forma que o excesso ou a diminuição de um deles podem afetar a utilização do outro pelo corpo animal. Assim, a relação cálcio e fósforo é em torno de 2:1 e varia pouco (Scott et al., 1982), e esta relação influencia a atividade da fitase, que é reduzida com a elevação do nível de cálcio da ração (Qian et al., 1997). Em rações práticas suplementadas com fitase, essa relação parece mais crítica do que quantidades individuais

desses minerais. A elevação da proporção de cálcio:Pdisp reduz significativamente o desempenho de frangos alimentados com rações à base de milho e farelo de soja, suplementadas com fitase (Leeson, 1999), provavelmente por causa da reação do cálcio com o ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que precipita e não pode ser atacado pela fitase.

Segundo McKnight (1997), níveis de cálcio acima de 0,70% em pH 6,0 permitem a reação do cálcio e ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que é um complexo inacessível à fitase pela competição do cálcio pelos sítios ativos da enzima (Wise, 1983). Assim, para o desarranjo máximo do fitato, é necessário que os níveis de cálcio mantenham uma relação de cálcio:Pdisp de 1,71:1 a 3:1 (Beers & Jongbloed, 1992), embora Kornegay & Yi (1996) mencionem que não é conhecido se o fósforo disponível influencia a atividade da fitase.

O conhecimento dos níveis ideais de cálcio para cada fase do desenvolvimento da ave é de suma importância. Isso porque esse macromineral é essencial para a formação e a manutenção do esqueleto, e seu excesso na dieta pode interferir na disponibilidade de outros minerais, como fósforo, magnésio, manganês e zinco, além de tornar a dieta menos palatável e diluir outros componentes presentes, quando altos níveis da fonte carbonato de cálcio (calcário) são utilizados.

Segundo Hamilton & Ciperia (1981), as aves têm capacidade de se adaptar a dietas contendo baixo nível de cálcio, aumentando a capacidade de absorção intestinal. Além disso, as aves jovens têm melhor capacidade de absorver cálcio do que aves velhas (Leeson et al., 1986). Entretanto, segundo Classen & Scott (1982), citados por Vargas Júnior et al. (2003), as aves, em geral, têm a capacidade de regular o consumo de cálcio de forma a atender às necessidades nutricionais.

O estado nutricional do animal tem influência na absorção de cálcio. Animais alimentados com dieta deficiente desse mineral aumentam sua taxa de

absorção, enquanto altos níveis dietéticos de cálcio levam à redução da absorção. O cálcio, possivelmente, parece agir no hipotálamo, e ainda não é conhecido se sua ação é direta ou indireta, pois ele induz a liberação de norepinefrina, mediador que atua no sistema nervoso central, propiciando aumento no consumo de ração (Borges, 1999).

A deposição de Ca no esqueleto é mais intensa na fase de crescimento. Assim, o conteúdo de Ca no organismo dos pintinhos aumenta de maneira rápida na fase inicial, chegando, ao final do primeiro mês de vida, a 80% do total de Ca da ave adulta. Uma má nutrição óssea durante a fase de crescimento terá como consequência um desenvolvimento inadequado da ave.

Visto a importância da fitase e o fator anti-nutricional do fitato, é importante avaliar os níveis adequados de cálcio e Pdisp para as aves, nas diferentes fases de criação, quando se utiliza fitase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVISITE. **Estatísticas e preços**. Disponível em:
<<http://www.avisite.com.br/economia/prodfran.asp>>. Acesso em: 10 maio 2008.
- BEERS, S.; JONGBLOED, A. W. Effect Aspergillus niger phytase on their performance and apparent digestibility of phosphorus. **Animal Production**, Edinburgh, v. 55, n. 3, p. 425-430, 1992.
- BOLLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; WANG, X. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 2, p. 224-230, 2000.
- BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 27, p. 67-79, 1999.
- BORGES, F. M. O.; VELOSO, J. A. F.; BAIÃO, N. C.; CARNEIRO, M. I. F. Avaliação de fontes de fósforo para frangos de corte em crescimento, considerando-se o fósforo disponível. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 5, p. 629-638, out. 1997.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **Word's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 62, n. 1, p. 5-15, Mar. 2006.
- CROMWELL, G. L. Phytase appears to reduce phosphorus in feed, manure. **Feedstuffs**, v. 63, p. 41, 1991.
- ENGELLEN, A. J.; HEEFT, F. C. V. D.; RANDOSDORP, P. H. G.; SMITH, L. C. Simple and rapid determination of phytase activity. **Journal of AOAC International**, Washington, v. 77, n. 3, p. 760-764, 1994.
- FURTADO, M. A. O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos**. 1991. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; ALBINO, L. F. T. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 615-622, 1994.

GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; LIMA, G. J. M. M. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcico para frangos de corte até 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 755-763, 1993.

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, T. F. de; FIALHO, E. T. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1769-1774, 2007.

GREINER, R.; KONIETZNY, U.; JANY, K. D. Purification and properties of a phytase from rye. **Journal of Food Biochemistry**, v. 22, p. 143-161, 1998.

HAMILTON, R. M. G.; CIPERA, J. D. Effects dietary calcium levels during the brooding, rearing, and early laying period on feed intake, egg production, and shell quality of White Leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p. 349-357, 1981.

KESHAVARZ, K. Por que es necesario emplear la fitasa en la dieta de las ponedoras? **Industria Avicola**, v. 46, n. 10, p. 13-14, 1999.

KOCH, M. E.; MAHAN, D. C.; CORLEY, J. R. An evaluation of various biological characteristics in assessing low phosphorus intake in weanling swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 59, n. 6, p. 1546-1556, 1984.

KORNEGAY, E. T.; YI, Z. Sites of phytase activity in gastrointestinal tract of swine and poultry. In: _____. **Phytase in animal nutrition and waste management**. New Jersey: BASF, 1996. p. 241-248.

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

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

LEESON, S.; JULIAN, R. J.; SUMMERS, J. D. Influence of prelay and early-lay dietary calcium concentration on performance and bone integrity of leghorn pullets. **Canadian Journal Animal Science**, Toronto, v. 66, p. 1087-1095, 1986.

LESKE, K. L.; COON, C. N. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 8, p. 1151-1157, Aug. 1999.

LIBAL, G. W.; PEO, E. R.; ANDREWS, R. P. Levels of calcium and phosphorus for growing- finishing swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 28, n. 1, p. 331-335, 1969.

MAGA, J. A. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 30, p. 1-9, 1982.

McKNIGHT, W. F. Technical specifications and properties of phytase. In: COELHO, M. C.; KORNEGAY, E. T. **Phytase in animal nutrition and waste management: a BASF reference manual 1996**. New Jersey: BASF, 1996. p. 1-15.

NAGATA, A. K. **Níveis de energia em rações formuladas com o conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para frangos de corte**. 2007. 215 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEELER, H. T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 35, p. 695-712, 1972.

QIAN, H.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 37-46, Jan. 1997.

REDDY, N. R.; SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Phytates in legumes and cereals. **Advances in Food Research**, v. 28, p. 1-92, 1982.

RUNHO, R. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; LOPES, P. S.; POZZA, P. C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 187-196, jan./fev. 2001.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Essential inorganic elements: nutrition of the chicken**. 3. ed. New York: M.L. Scott, 1982.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybeans diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 729-736, 1996.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wageningen, v. 54, n. 1, p. 27-47, Mar. 1998.

SEGUEILHA, L.; LAMBRECHTS, C.; BOZE, H.; MOULIN, G.; GALZY, P. Purification and properties of the phytase from *Schwanniomyces castellii*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, v. 74, p. 7-11, 1992.

SILVA, Y. L. da; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. de; 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, 2006.

SILVA, Y. L. da; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. de; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade. 2. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 469-477, 2008.

SIMONS, P. C. M.; VERSTEEGH, H. A. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. **British Journal of Nutrition**, London, v. 64, n. 3, p. 525-540, Nov. 1990.

VARGAS JÚNIOR, J. G. de; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; CUPERTINO, E. S.; CARVALHO, D. C. O.; NASCIMENTO, A. H. do. Níveis nutricionais de cálcio de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 0 a 6 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1919-1926, 2003. Suplemento 2.

WISE, A. Dietary factors determining the biological activities of phytase. **Nutrition Abstract Review**, v. 53, n. 9, p. 791-806, 1983.

CAPÍTULO II - NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E CÁLCIO PARA
FRANGOS DE CORTE DE OITO A 35 DIAS DE IDADE RECEBENDO
RAÇÕES COM FITASE

RESUMO

CARDOSO JÚNIOR, Adimar. **Níveis de fósforo disponível e cálcio para frangos de corte de oito a 35 dias de idade recebendo rações com fitase.** 2008. cap. 2, p. 15-56. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Dois experimentos utilizando pintos de corte da linhagem COBB, com 8 a 35 dias de idade, foram conduzidos para avaliar o efeito da redução dos níveis de cálcio e de fósforo disponível (Pdisp), em rações suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg (Ronozyme P5000[®]) sobre desempenho, teor de cinzas na tíbia, energia metabolizável (EMAn) e digestibilidade da matéria seca (CDMS) e da proteína bruta (CMAPB). Foram utilizados 1.404 pintos de corte, em 4 repetições de 27 aves cada (experimento 1 – desempenho) para avaliação de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e percentagem de cinzas na tíbia. No experimento dois, conduzido simultaneamente ao desempenho, um total de 390 aves foram transferidas para uma sala de metabolismo para a determinação da EMAn e dos CDMS e CMAPB. Nos experimentos foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 + 1 e os tratamentos foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,375%, 0,325% e 0,275%) e quatro níveis de cálcio (0,85%, 0,75%, 0,65% e 0,55%), em que as rações foram suplementadas com a fitase, mais uma ração controle, sem fitase, à base de milho e de farelo de soja, formulada com 0,425% de Pdisp e 0,85% de Ca e demais níveis nutricionais recomendados pelas tabelas brasileiras. No experimento 1, não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) em nenhuma das características de desempenho avaliadas e na porcentagem de cinzas ósseas, quando comparadas às aves que receberam o tratamento controle. Não houve interação ($P>0,05$) dos níveis de Pdisp e cálcio sobre o desempenho e a porcentagem de cinzas ósseas. No segundo experimento, os níveis de cálcio e Pdisp podem ser reduzidos até 0,65% e 0,325%, respectivamente, ainda apresentando semelhanças quando comparados ao tratamento controle. Houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os níveis isolados de cálcio e Pdisp para o CDMS, e interação dos níveis de cálcio e Pdisp das rações para EMAn e CMAPB.

*Comitê Orientador: Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Orientador), Antônio Gilberto Bertechini – DZO/UFLA e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA

Conclui-se que, para essa fase de criação, quando utilizados 500 FTU de fitase/kg de ração, os níveis de cálcio e Pdisp da ração podem ser reduzidos para 0,65 e 0,325, respectivamente, sem afetar o desempenho e a porcentagem de cinzas ósseas, apresentando bons resultados para a EMAn, o CDMS e o CMAPB.

Palavras-chaves: enzima, exigência nutricional, minerais

ABSTRACT

CARDOSO JÚNIOR, Adimar. **Calcium and available phosphorus levels for broilers of eight to 35 days of age fed diets with phytase**. 2008. chap. 2, p. 15-56. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Two assays using eight to 35 days old COOB chicken, were carried out to evaluate the effect of reduced calcium and available phosphorus (aP) levels in diets supplemented with 500 FTU of the phytase enzyme/kg (Ronozyme[®] P5000) on the performance, bone ash, metabolizable energy (AMEn) dry matter (ADMD) and crude protein (ACPD) digestibility. In the experiment 1, 1404 broiler chickens were used in four repetitions of 27 birds each (to evaluate the feed intake, weight gain, feed conversion and percentage of bone ash. Simultaneously to performance assay, a total of 390 birds were transferred to a metabolism room (experiment 2) for determining the AMEn, ADMD and ACPD. An experimental design completely randomized was used, in a factorial schedule 3 x 4 + 1, with four replications of 27 birds each and the treatments used were three aP levels (0.375; 0.325 e 0.275%) and four calcium levels (0.85; 0.75; 0.65 e 0.55%), in which the diets were supplemented with phytase, plus a control diet, without phytase, based on corn and soybean meal, formulated with 0.425% of AP and 0.85% of calcium and others nutritional levels according to brazilian tables. In experiment 1 was not observed significant difference (P>0.05) in any of the broiler performance and percentage of bone ash, when compared to birds that received the control diet. There was no interaction (P>0.05) levels of calcium and aP on performance and percentage of bone ash. In the second experiment the levels could be reduced by 0.65% of calcium and 0.325% of aP still showing similar results when compared to control diet. There was a significant difference (P<0.05) between isolated levels of calcium and of aP for ADMD, and interaction levels of calcium and of aP of diets to AMEn and ACPD.

*Guidance Committee: Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Major Professor), Antônio Gilberto Bertechini – DZO/UFLA and Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA

For this stage of creation, calcium and available phosphorus levels in diets can be reduced to 0.65 and 0.325 respectively, when 500 FTU of phytase/kg diet are used without affect the performance and percentage of bone ash, and show good values to the EMAn, the CDMS and the CDPB, respectively.

Keywords: enzyme, nutritional requirement, minerals

INTRODUÇÃO

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, cujo fósforo somente é aproveitado pelas aves em pequena proporção do total presente no alimento (aproximadamente 33%). É, portanto, considerado um fator antinutricional, que diminui significativamente a disponibilidade de fósforo (Maga, 1982). No entanto, Segueilha et al. (1992) demonstraram que a adição exógena da enzima fitase nas rações deixa claro sua eficácia em liberar o fósforo presente nos ingredientes de origem vegetal, na forma de fitato, além de disponibilizar outros minerais, como cálcio, de aminoácidos e também maior disponibilização de energia. É considerada, então, uma alternativa para aumentar o valor nutricional de muitos alimentos vegetais.

A utilização da fitase depende da espécie, do tipo e da idade do animal, da concentração de fitase, cálcio e fósforo inorgânico na ração, vitamina D₃, ingredientes da ração e processamento dos alimentos (Sebastian et al., 1998). Não só reduz a necessidade de suplementação com fósforo inorgânico, mas também de outros minerais que podem ser liberados para a absorção (Sebastian et al., 1996). O efeito da fitase sobre a disponibilidade do fósforo já é bastante estudado e relativamente bem estabelecido (Borges et al., 1997), o que não ocorre com os outros minerais complexados com o fitato, principalmente o cálcio.

Relacionando-se ao fósforo, Leske & Coon (1999) mostraram que a fitase aumenta a biodisponibilidade do fósforo dos vegetais e o ganho de peso das aves, diminuindo a excreção de fósforo.

Além de ótimo desempenho, uma adequada mineralização óssea é de fundamental importância na avicultura de corte, já que o desenvolvimento

muscular é dependente de um bom suporte ósseo e é necessário para o bom funcionamento do sistema locomotor. Aves com deficiências no desenvolvimento ósseo podem sofrer fraturas durante a operação de apanha, transporte e abate, acarretando grandes prejuízos em virtude de condenações de carcaças no abatedouro.

O cálcio tem sido alvo de vários trabalhos de pesquisa, os quais foram realizados para determinar a exigência nutricional desse elemento, considerando as diferentes linhagens, sexo, consumo de ração e suas relações com outros minerais da ração, principalmente o fósforo (Schoultens et al., 2002).

Diante do exposto, dois experimentos (desempenho e metabolismo) foram conduzidos. Avaliaram-se as características de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), cinzas ósseas na tíbia das aves, valores energéticos das rações e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta das rações experimentais. O objetivo foi determinar níveis de fósforo disponível e cálcio, em rações com a enzima fitase, para frangos de corte de 8 a 35 dias de criação.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, situado 910 metros de altitude, Na coordenadas 24°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, no período de agosto a setembro de 2007.

Inicialmente, pintos de um dia, machos, da linhagem comercial Cobb 500, vacinados contra doença de Marek e boubá aviária, foram criados em galpão convencional até a idade de sete dias. Nesse período, receberam uma ração pré-inicial de frangos de corte, tendo como ingredientes básicos milho e farelo de soja, formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com os tratamentos em esquema fatorial 4 x 3 + 1, sendo 4 níveis de cálcio (0,85%, 0,75%, 0,65% e 0,55%) x 3 níveis de Pdisp (0,375%, 0,325% e 0,275%), suplementados com 500 FTU fitase/kg de ração (Ronozyme P5000[®]), mais a ração controle, sem fitase, com 0,425% de Pdisp e 0,85% de cálcio. A composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. Composição dos ingredientes protéicos, energéticos e fontes de cálcio e fósforo utilizados nas rações¹

Ingredientes	EM	MS	PB	Ca	Pdisp	Lisina dig ³	Met+Cis dig ³
	kcal/kg	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Milho ²	3381	89,51	8,39	0,03	0,08	0,21	0,33
Farelo de soja ²	2256	89,75	46,1	0,24	0,18	2,55	1,11
L-lisina HCl ³	3762	98,5	85,8	-	-	78,8	-
DL-metionina 99% ³	4858	99,8	59,4	-	-	-	98,2
Óleo de soja ³	8790	99,6	-	-	-	-	-
Calcário calcítico ²	-	-	-	38,57	-	-	-
Fosfato bicálcico ²	-	-	-	22,06	18,32	-	-

¹EM – energia metabolizável; MS – matéria seca; PB – proteína bruta; Ca – cálcio; Pdisp – fósforo disponível; Lisina dig – Lisina digestível; Met+Cis dig – Metionina + cistina digestível

²Valores obtidos no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA.

³Valores obtidos em Rostagno et al. (2005).

As rações foram isonutritivas (Tabela 2), constituídas, principalmente, de milho e farelo de soja, utilizando-se um material inerte (caulim) para ajuste das fórmulas. A enzima foi adicionada nas rações, seguindo as recomendações do fabricante (0,100 kg de fitase/tonelada de ração), de forma a suplementar 500FTU de enzima/kg de ração.

Realizou-se análise de variância, com todos os tratamentos, a fim de se obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e realizar o teste de Dunnett, a 5%, comparando-se o tratamento controle com cada um dos tratamentos do fatorial.

Em caso de interação significativa entre os níveis de cálcio e fósforo disponível, procederam-se os devidos desdobramentos e também foram realizados estudos de regressão para determinar, dentro do intervalo estudado, os níveis adequados de cálcio e, para o fósforo disponível, utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade, para a comparação das médias, quando significativo, por serem utilizados apenas três níveis de Pdisp nas rações.

TABELA 2. Composição percentual e nutritiva das rações experimentais utilizadas

Ingredientes (kg)	Controle	Nível de cálcio (%)			
		0,85	0,75	0,65	0,55
		Nível de fósforo disponível (%)			
		0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275
Milho	61,000	61,000	61,000	61,000	61,000
Farelo de soja	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000
Óleo de soja	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
Sal	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410
L-lisina HCl 99%	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
DL-metionina 99%	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
Premix minerais ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina 20%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Bacitracina Zn	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Fitase	0,000	0,100	0,100	0,100	0,100
Calcário calcítico	0,830	0,93/1,10/1,26	0,68/0,84/1,01	0,43/0,59/0,76	0,175/0,34/0,50
Fosfato bicálcico	1,710	1,44/1,17/0,90	1,44/1,17/0,90	1,44/1,17/0,90	1,44/1,17/0,90
Inerte	0,600	0,76/0,86/0,97	1,01/1,12/1,22	1,26/1,37/1,47	1,515/1,62/1,73
“...Continua...”					

TABELA 2. Continuação¹

Ingredientes (kg)	Controle	Nível de cálcio (%)			
		0,85	0,75	0,65	0,55
		Nível de fósforo disponível (%)			
		0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275
Composição nutritiva					
Energia metab. (kcal/kg)	3053	3053	3053	3053	3053
Proteína bruta (%)	20,25	20,25	20,25	20,25	20,25
P disponível (%)	0,425	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275	0,375/0,325/0,275
Cálcio (%)	0,85	0,852/0,854/0,853	0,753/0,751/0,753	0,653/0,651/0,654	0,552/0,552/0,550
Sódio (%)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Lisina digestível (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Lisina digestível (%)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

¹Conteúdo/kg de ração: vit. A - 13.000UI; vit. D3, - 2.200 UI; vit. E - 30 mg; vit. K3 - 2,50 mg; vit. B1 - 2,20 mg; vit. B2 - 6 mg; vit. B6 - 3,30 mg; vit. B12 - 16 mg; biotina - 110 mg; ácido nicotínico - 53 mg; ácido pantotênico - 13 mg; ácido fólico - 1 mg; antioxidante - 120 mg.

²Conteúdo/kg de ração: Mn 75 mg; Zn - 50 mg; Fe - 20 mg; Cu - 4 mg; I - 1,50 mg; Co - 0,20 mg; Se - 0,30 mg

Experimento 1 – Desempenho

Foram utilizadas 1.404 aves (peso médio inicial de $141,8 \pm 12,8$ g), com oito dias de idade, as quais foram distribuídas nos boxes de um galpão experimental para frangos de corte, com orientação Leste-Oeste, preparados com cama de maravalha, uma campânula elétrica com lâmpada incandescente de 100 Watts, um bebedouro e um comedouro pendular. As aves receberam os tratamentos durante o período de 8 a 35 dias de idade e luz natural e ou artificial, por 24 horas.

As aves foram distribuídas aleatoriamente nos boxes e nos tratamentos experimentais, em grupos de 27 aves por parcela e cada tratamento constou de 4 parcelas (repetições). A partir do alojamento, as aves tiveram livre acesso à água e às dietas experimentais. Os bebedouros foram lavados diariamente e os comedouros observados quanto ao conteúdo de ração, sendo abastecidos sempre que necessário.

As aves e o consumo de ração no período experimental foram pesados, para avaliação de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Aos 35 dias de idade, duas aves com peso médio de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, sendo retirada a tíbia esquerda para análise da matéria mineral (cinzas) nos ossos.

Experimento 2 – Metabolismo

Simultaneamente ao experimento de desempenho, um total de 390 aves (mesmo peso médio do experimento 1) foi transferido para uma sala de metabolismo com controle parcial de temperatura, recebendo luz artificial por 24 horas. As aves foram distribuídas aleatoriamente nas gaiolas das baterias que continham bandejas sob o piso, revestidas com plástico, a fim de se proceder a coleta de excretas e evitarem perdas. As aves receberam os tratamentos experimentais durante o período pré-experimental (oito a 31 dias de idade) e o

de coleta total de excretas (32 a 34 dias de idade) realizada duas vezes ao dia (9 e 16h) para evitar fermentações, seguindo recomendações de Rodrigues et al. (2005), em seis repetições de cinco aves por tratamento.

Água e ração foram fornecidas à vontade durante o período experimental, sendo os comedouros supridos de ração duas vezes ao dia para evitar desperdícios. O consumo de ração de cada unidade experimental durante o período de coleta foi registrado e as excretas coletadas foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Então, as amostras foram pesadas, homogêneas e coletadas alíquotas de 400 g para análises. Após pré-secagem em estufa ventilada a 65°C, por um período mínimo de 72 horas, foram feitas análises de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo a metodologia da AOAC (1990).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e da proteína bruta (CMAPB), e os valores energéticos das rações (energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio - EMAn) por intermédio das fórmulas apresentadas a seguir (Matterson et al., 1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio. Os resultados foram analisados utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genética (SAEG), versão 5.0 (Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1992).

$$(1) \text{ CDMS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}} \times 100$$

$$(2) \text{ CMAPB} = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada}}{\text{PB ingerida}} \times 100$$

$$(3) \text{ EMAn} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

BN = N ingerido - N excretado

EB = energia bruta

PB = proteína bruta

BN = balanço de nitrogênio

N = nitrogênio

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 - Desempenho

O desempenho médio dos frangos de corte, no período de 8 a 35 dias de idade, de acordo com os tratamentos estudados, está representado nos dados da Tabela 3.

Quando comparado ao tratamento controle, observou-se maior consumo ($P < 0,05$) de ração pelas aves que receberam as rações com 0,325% de Pdisp e níveis de cálcio de 0,85%, 0,75% e 0,65%, assim como aquelas que receberam 0,65% de cálcio com 0,275% de Pdisp. Também as aves que receberam os menores níveis estudados, 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, apresentaram maior consumo de ração. O maior CR foi apresentado pelas aves que consumiram a ração, com relação de 2:1 de cálcio:Pdisp, 0,65% e 0,325% de cálcio e Pdisp, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente trabalho em relação ao CR estão em desacordo com os obtidos por Qian et al. (1997) que afirmaram que quanto mais amplo a relação cálcio:Pdisp, menor o CR. O tratamento com 0,65% e 0,325% de cálcio e Pdisp, respectivamente, apresentou aumento de 6,01% de CR em relação ao tratamento controle. Este, assim como os demais tratamentos que apresentaram CR superior ao controle, apresenta relação cálcio:Pdisp igual ou superior a 2:1 (Tabela 8A do Anexo).

Embora tenham apresentado diferença no consumo de ração nos níveis de cálcio e Pdisp destacados, observou-se que o ganho de peso foi superior apenas para as aves que receberam as rações com 0,65% e 0,325% ou 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, observando-se aumentos de 4,23% e 3,39%, respectivamente, com relação ao tratamento controle. Entretanto, a

conversão alimentar não apresentou diferença significativa ($P>0,05$), quando comparada à ração com níveis normais, sem suplementação de fitase.

TABELA 3. Desempenho de frangos de corte, no período de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

Consumo de ração – CR (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375	3172	3114	3160	3192	3160
0,325	3222*	3240*	3285*	3130	3219
0,275	3067	3123	3231*	3234*	3164
Média	3154	3159	3225	3185	
Controle					3096
Coefficiente de variação (%)			2,82		
Ganho de peso – GP (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375	1938	1928	1926	1930	1931
0,325	1955	1956	1993*	1959	1966
0,275	1926	1921	1942	1977*	1941
Média	1939	1935	1954	1955	
Controle					1912
Coefficiente de variação (%)			2,30		
Conversão alimentar – CA					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375	1,638	1,615	1,641	1,654	1,637
0,325	1,648	1,656	1,648	1,599	1,638
0,275	1,593	1,626	1,664	1,636	1,630
Média	1,627	1,633	1,651	1,630	
Controle					1,619
Coefficiente de variação (%)			2,39		

*/ Difere do tratamento controle, pelo teste de Dunnett ($P<0,05$)

Ao avaliar o fatorial (Tabelas 1A, 2A e 3A do anexo) isoladamente, notou-se que não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e Pdisp utilizados nas rações experimentais, demonstrando ser possível a redução dos

minerais estudados, quando se utiliza fitase e, conseqüentemente, redução dos ingredientes a serem utilizados para o fornecimento destes minerais, como o calcário calcítico e o fosfato bicálcico.

Como se observa pelos dados da Tabela 1, a redução dos níveis de cálcio e Pdisp, quando se utiliza fitase na ração, não alterou ($P>0,05$) o desempenho médio das aves no período estudado, avaliado pelo consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e pela conversão alimentar (CA), independentemente dos níveis de cálcio e Pdisp utilizados na ração.

Os resultados obtidos no presente trabalho está, em parte, de acordo com aqueles obtidos por Lan et al. (2002), os quais encontraram CR superior nas rações suplementadas com fitase em relação àquelas sem adição da enzima, e com os de Silva et al. (2006) que, em rações com 0,35% de Pdisp, utilizando 500 FTU de fitase/kg de ração, encontraram CR e GP semelhante a rações sem fitase e com 0,45% de Pdisp. Esses resultados também corroboram os obtidos por Santos et al. (2004), os quais observaram que a redução dos níveis de cálcio e Pdisp nas dietas suplementadas com fitase não prejudicou o desempenho das aves.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com Namkung & Leeson (1999), mostrando que, mesmo com a redução dos níveis de cálcio e Pdisp nas rações contendo fitase, CR, GP e CA são semelhantes aos obtidos para aves alimentadas com uma dieta controle. Os referidos autores utilizaram 0,79% e 0,35% de cálcio e Pdisp, respectivamente, com fitase na ração para aves de um a 14 dias de idade. De acordo com Viveros et al. (2002), o desenvolvimento das aves que receberam ração suplementada com fitase com 0,35% (um a 21 dias) e 0,27% (22 a 42 dias) de Pdisp foi semelhante àquelas aves que receberam ração controle, sem adição de fitase.

Quando relacionado ao desempenho (CR, GP e CA), o uso de fitase nas rações proporcionou resultados semelhantes entre os diferentes níveis de cálcio e

Pdisp avaliados, mostrando que a relação cálcio:Pdisp, de 2:1, foi adequado. Rações com 0,65% e 0,325% ou 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, proporcionaram maior GP, em relação ao tratamento controle, formulado com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005). Assim, há a possibilidade de se reduzir fontes inorgânicas desses elementos na formulação da ração. Esses resultados confirmam as colocações de Choct (2006) de que a fitase exógena permite disponibilizar até 70% do fósforo fítico das rações.

A porcentagem média de cinzas ósseas nas tíbias das aves, aos 35 dias de idade, está apresentada na Tabela 4. Notou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) na porcentagem de cinzas ósseas entre o tratamento contendo 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, e aquela formulada com níveis nutricionais normais recomendados por Rostagno et al. (2005), sem adição de fitase (controle). A ração com os níveis mais baixos de cálcio e Pdisp apresentou menor porcentagem de cinzas na tíbia das aves. Apesar da relação de Ca:Pdisp ser de 2:1, a ração que apresentou diferença significativa demonstrou possuir quantidade insuficiente dos minerais estudados para uma mineralização óssea adequada e semelhante à da ração controle.

TABELA 4. Porcentagem média das cinzas nas tíbias de frangos de corte, aos 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

Cinzas ósseas – (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375	50,70	51,18	50,00	49,88	50,44
0,325	50,77	50,51	50,01	51,08	50,59
0,275	50,62	50,58	50,83	48,78*	50,20
Média	50,70	50,75	50,28	49,91	
Controle					51,37
Coefficiente de variação (%)			2,31		

*/ Difere do tratamento controle, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$)

Analisando-se o fatorial (Tabela 4A do anexo), observou-se que não houve interação ($P>0,05$) dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta. A redução dos níveis de fósforo disponível, bem como do cálcio, não influenciou ($P>0,05$) a porcentagem de cinzas ósseas, quando a ração foi suplementada com fitase.

Embora o desempenho das aves que receberam a ração com 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, tenha sido satisfatório, nota-se que a redução desses níveis, quando a ração é suplementada com 500FTU/kg de ração, não é suficiente para uma boa mineralização óssea da tíbia. Esses resultados contradizem, de certa forma, as informações de Choct (2006), tendo como possível consequência malformação óssea e quebra de osso no momento da apanha.

De acordo com os resultados de Persia & Saylor (2006), a adição de fitase na ração permite aumentar as cinzas ósseas de 0,44% para 0,48%, para aves de cinco a 23 dias de idade. Fukayama et al. (2008) verificaram aumento nas cinzas ósseas das tíbias de frangos de corte de 1 a 20 dias de idade, decorrente da suplementação com fitase. Estes autores reforçam os resultados aqui obtidos de que, de certa forma, o uso da enzima fitase responde de forma satisfatória quando os níveis de cálcio e Pdisp na dieta são reduzidos. Isso porque os valores observados em relação ao percentual de cinzas ósseas das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível na ração se assemelharam àqueles com níveis mais elevados desses elementos, embora, quando foram utilizados 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, houve pior mineralização óssea da tíbia em relação ao controle.

A ausência de interação significativa dos níveis de cálcio e Pdisp nas rações suplementadas com fitase, neste estudo, indica que a influência da fitase sobre o desempenho independe dos níveis de cálcio e Pdisp utilizados na ração.

Experimento 2 - Metabolismo

Na Tabela 5 são mostrados os resultados médios referentes aos valores de EMAn das rações. Observam-se, nos dados da Tabela 5, em comparação com o tratamento controle, maior valor da EMAn para as aves que receberam a ração com 0,325% de Pdisp e 0,75% ou 0,65% de cálcio e menor valor energético nas rações com 0,55% de cálcio, independentemente do nível de Pdisp utilizado, e 0,65% e 0,275% de cálcio e Pdisp, respectivamente, embora este menor valor energético não tenha influenciado o desempenho das aves. Ressalta-se, ainda, que a melhora da AMAn na ração com 0,65% de cálcio e 0,325% de Pdisp foi de, aproximadamente, 2,4%.

TABELA 5. Médias de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), em rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

EMAn (kcal/kg de MS)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375¹	3209a	3148b	3166b	3064*	3147
0,325²	3150b	3233*a	3248*a	3099*	3182
0,275²	3156b	3192a	3109*c	3076*	3133
Média	3172	3191	3174	3080	
Controle					3172
Coefficiente de variação (%)			1,34		

*/ Difere do tratamento controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

Médias com letras distintas na coluna diferem (P<0,05), pelo teste SNK.

¹/ Efeito linear

²/ Efeito quadrático

Houve interação (P<0,05) dos níveis de cálcio e Pdisp utilizados nas rações experimentais (Tabela 5A do Anexo). Com o emprego de 0,375% (Figura 2) de Pdisp na ração houve redução linear na EMAn e efeito quadrático quando se reduziu o nível de Pdisp para 0,325% (Figura 3) ou 0,275% (Figura 4) na ração. Os melhores valores energéticos foram obtidos nos níveis ótimos de

inclusão de cálcio de 0,71% e 0,79%, respectivamente para as rações com 0,325% e 0,275% de Pdisp.

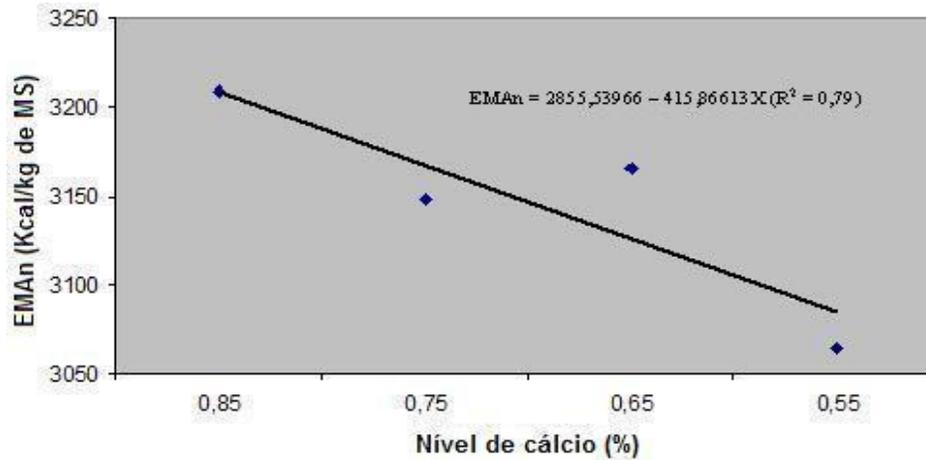


FIGURA 2. Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração com 0,375% de Pdisp.

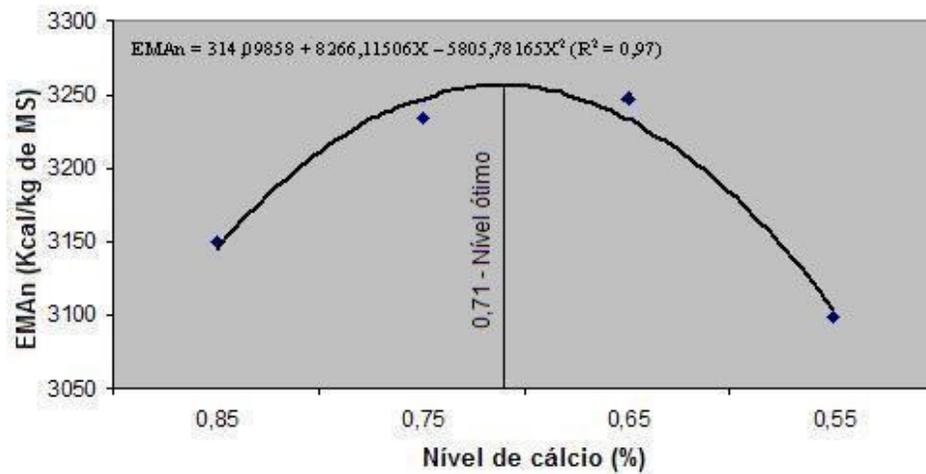


FIGURA 3. Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração com 0,325% de Pdisp.

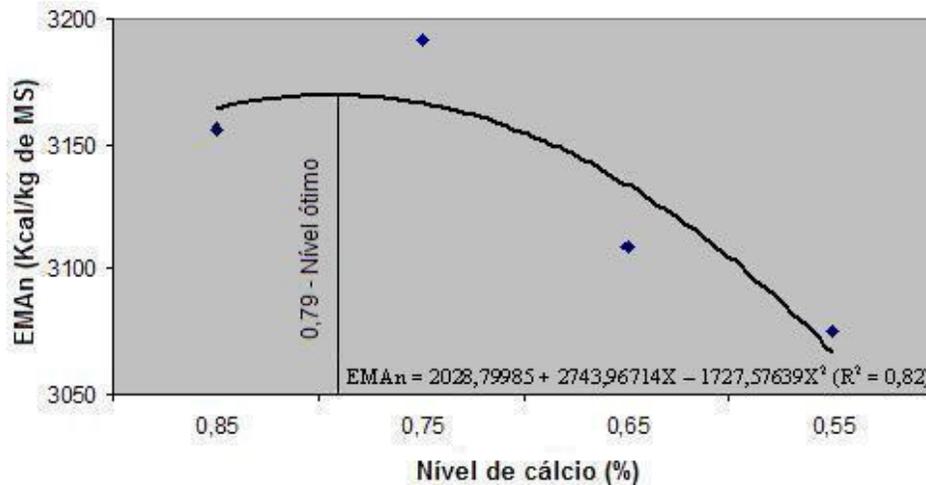


FIGURA 4. Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração com 0,375% de Pdisp.

Por outro lado, obteve-se maior EMAn quando a ração com 0,375% de Pdisp continha 0,85% de cálcio ou 0,325% de Pdisp e 0,75% ou 0,65% de cálcio, embora semelhante ao valor de EMAn na ração com 0,275% de Pdisp e 0,75% de cálcio.

Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com os obtidos por Namkung & Leeson (1999) e Ravindran et al. (2001) que, trabalhando com aves de 1 a 15 e de 1 a 28 dias de idade, encontraram melhora de 1,0% e 2,3% nos valores de EMAn, respectivamente, nas rações com a adição de fitase, em relação às rações sem adição da enzima. No presente trabalho, a ração com 0,325% de Pdisp e 0,65% de cálcio apresentou melhora de 2,38% na EMAn em relação à ração controle, sem enzima, representando uma variação de 76 kcal de EMAn/kg de ração. Juanpere et al. (2004) avaliaram os níveis de

0,45% e 0,27% de Pdisp, também com e sem fitase, e verificaram que a EMA diminuiu com a redução do Pdisp.

Os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) estão apresentados na Tabela 6, em que se observa que as médias do CDMS dos tratamentos experimentais foram semelhantes ao tratamento controle, com exceção do tratamento com 0,65% de cálcio e 0,375% de Pdisp, bem como aqueles com 0,55% de cálcio em todos os níveis de Pdisp estudados. Assim estão, em parte, de acordo com Tejedor et al. (2001), que encontraram melhora no CDMS quando se adicionou fitase na ração com níveis mais baixos de cálcio e Pdisp. Entretanto, os resultados do presente trabalho mostram que a redução do cálcio, em aproximadamente 35% do nível recomendado, afeta o CDMS, mesmo quando se suplementa com a fitase em 500FTU/kg de ração, semelhante ao observado para os valores de EMAn.

TABELA 6. Médias do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), em rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

		(CDMS) (%)				
		Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55		
0,375	73,92	72,61	72,07*	71,56*		72,54b
0,325	74,05	74,59	74,26	71,83*		73,68a
0,275	74,20	75,07	72,23	70,34*		72,96b
Média¹	74,06	74,09	72,85	71,24		
Controle						74,02
Coefficiente de variação (%)		2,14				

*/ Difere do tratamento controle pelo teste de Dunnett (P<0,05)

Médias com letras distintas na coluna diferem (P<0,05), pelo teste SNK.

¹/ Efeito linear

Não houve interação (P>0,05) dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta para o CDMS (Tabela 6A do Anexo). Porém, observou-se efeito linear (Figura 5) dos níveis de cálcio, com diminuição do CDMS quando se reduz o

nível de cálcio na ração. Por outro lado, obteve-se maior CDMS quando a ração continha 0,325% de Pdisp, independente do nível de cálcio utilizado.

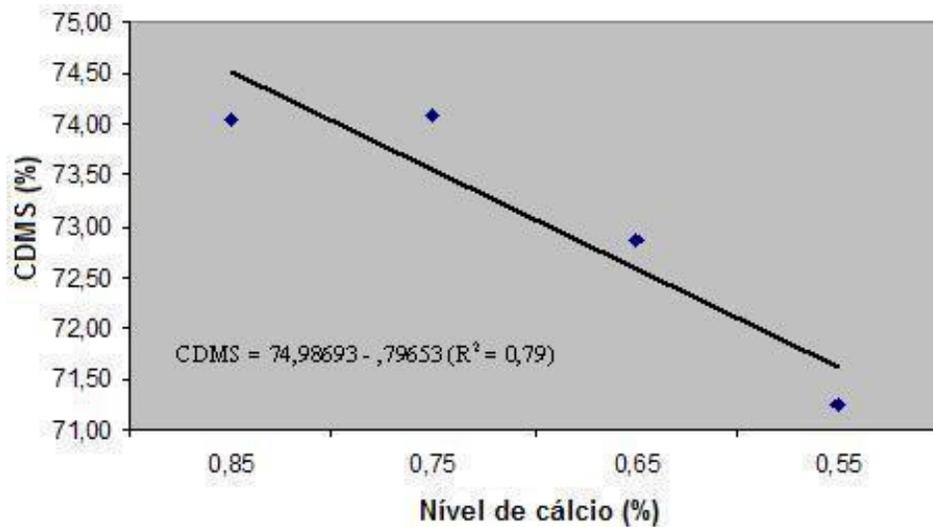


FIGURA 5. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração pela média de Pdisp.

Os resultados referentes às médias do coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB) são apresentados na Tabela 7. Observa-se que houve pior ($P < 0,05$) CMAPB nas aves que receberam rações com o nível mais baixo de cálcio, independente do nível de Pdisp utilizado, e da ração com 0,75% e 0,325% e 0,85% ou 0,375% de cálcio e Pdisp, respectivamente, comparado ao CMAPB das aves que receberam a ração normal, sem suplementação de fitase.

TABELA 7. Médias dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB), em rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

(CMAPB) (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375¹	57,37* ^b	61,30a	62,10ab	57,51*	59,57
0,325²	60,58a	58,21* ^b	64,57* ^a	57,77*	60,28
0,275¹	62,78a	62,30a	60,70b	56,40*	60,55
Média	60,25	60,60	62,46	57,22	
Controle					61,58
Coeficiente de variação (%)			3,54		

*/ Difere do tratamento controle, pelo teste de Dunnett (P<0,05)

Médias com letras distintas na coluna diferem (P<0,05), pelo teste SNK.

¹/ Efeito quadrático

²/ Efeito cúbico

Houve interação (P<0,05) dos níveis de cálcio e Pdisp utilizados nas rações experimentais (Tabela 7A do Anexo). Observa-se que, com o uso de 0,325% (Figura 6) de Pdisp na ração, houve efeito cúbico e efeito quadrático quando elevou-se o nível de Pdisp para 0,375% (Figura 7) ou reduziu-se para 0,275% (Figura 8) na ração, obtendo-se melhores CMAPB nos níveis ótimos de inclusão de cálcio de 0,70% e 0,81%, respectivamente, para as rações com 0,375% e 0,275% de Pdisp.

Por outro lado, quando se manteve a relação cálcio:Pdisp de 2:1 (Tabela 8A do anexo), na ração com 0,65% de cálcio e 0,325% de Pdisp, suplementada com fitase, observou-se CMAPB superior ao da ração controle, semelhante ao observado para a EMAn e GP das aves, embora o GP das aves recebendo 0,55% e 0,275% de cálcio e Pdisp também não tenha diferido do controle.

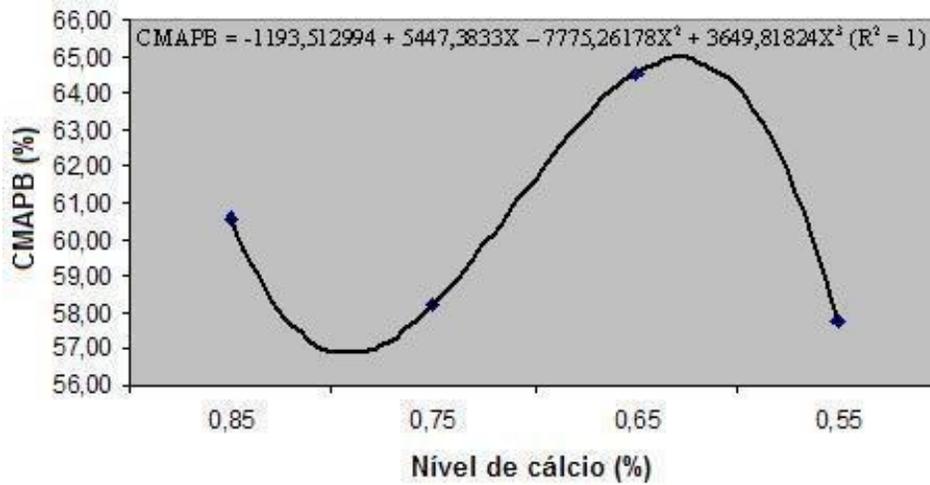


FIGURA 6. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração com 0,325% de Pdisp.

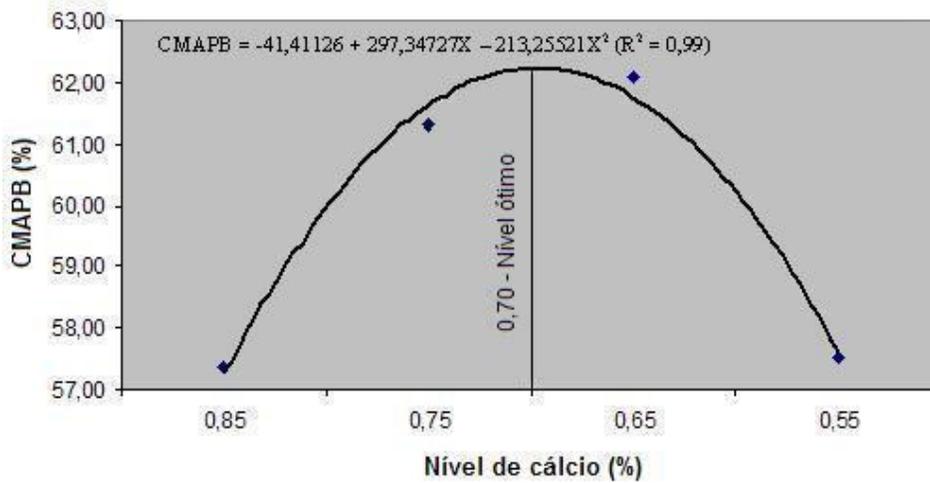


FIGURA 7. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração com 0,375% de Pdisp.

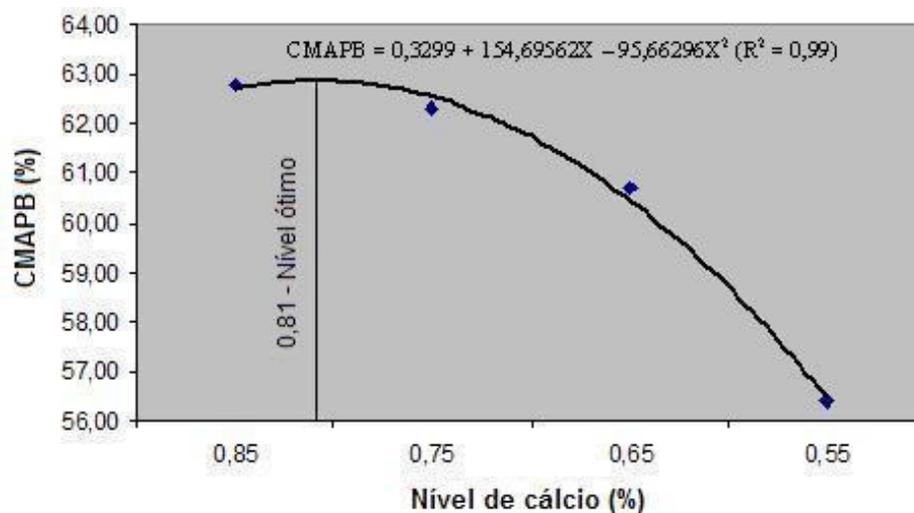


FIGURA 8. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMAPB) no período de oito a 35 dias de idade, segundo níveis de cálcio na ração com 0,275% de Pdisp.

Os resultados apresentados na Tabela 7 estão de acordo com os reportados por Santos et al. (2008) que encontraram melhora de 2,1% no CMAPB de aves com 35 dias de idade, recebendo ração com 500 FTU/kg de fitase. Isso confirma que a fitase, além de liberar minerais presos na molécula de fitato, também pode liberar proteínas e aminoácidos para serem absorvidos.

A semelhança deste CMAPB indica que, pela adição de fitase, maiores complexos de nutriente-fitato foram hidrolisados. O efeito da fitase microbiana sobre a digestibilidade da proteína e dos minerais deve ser quantificado, para permitir sua inclusão na formulação das dietas, visando reduzir os custos com alimentação. A digestibilidade da proteína e a concentração do ácido fítico dos alimentos são os dois fatores que determinam a magnitude desse efeito (Tejedor et al., 2001).

De acordo com Oliveira et al. (2008), a inclusão de fitase nas dietas foi suficiente para aumentar a retenção de PB em 7,46% dessas dietas e o CMAPB melhorou em 2%, com a inclusão de fitase, independente dos níveis de Pdisp. No presente trabalho, a suplementação da fitase, em 500FTU/kg, na ração com 0,65% de cálcio e 0,325% de Pdisp, possibilitou melhorar o CMAPB em 4,85%.

Os resultados observados no presente experimento são semelhantes aos relatados por Lan et al. (2002) e Wu et al. (2004) que, ao avaliarem dietas com baixo nível de Pdisp em 0,34% e 0,30%, respectivamente, constataram melhores coeficientes de digestibilidade da PB e MS atribuídos à suplementação das dietas com fitase.

Assim, apesar das diferenças observadas em cada um dos parâmetros avaliados no ensaio de metabolismo, não houve influência entre os parâmetros avaliados no ensaio de desempenho. Isso mostra que, mesmo sendo reduzidos os níveis de cálcio e Pdisp para os mais baixos utilizados, as aves de 8 a 35 dias apresentaram desenvolvimento satisfatório, quando suplementadas com 500 FTU fitase/kg de ração.

Observou-se também que os melhores resultados de EMAn, CDMS e CMAPB foram obtidos na ração com uma relação de cálcio:Pdisp de 2:1, (0,65% de cálcio e 0,325% de Pdisp), mostrando que, com a utilização de fitase suplementar, podem-se reduzir os níveis de cálcio e Pdisp, desde que mantenha-se a relação de 2:1, sem que influencie o desempenho.

A utilização de 500 FTU de fitase/kg de ração não foi suficiente para disponibilizar 70% do Pfítico, conforme Choct (2006). No entanto, estes resultados mostram que a adição de 500 FTU fitase/kg de ração possibilita reduzir 0,10% do nível de Pdisp e 0,20% de cálcio dietético na ração, sem que se tenha alteração do desenvolvimento das aves, conforme observado na ração com 0,65% e 0,325% de cálcio e Pdisp, respectivamente, mantendo a relação de cálcio:Pdisp de 2:1.

CONCLUSÕES

A redução dos níveis de cálcio e fósforo disponível da ração para 0,55% e 0,275%, respectivamente, não afeta o desempenho das aves, porém, compromete a porcentagem de cinzas ósseas. Conclui-se que 0,65% de cálcio e 0,325% de Pdisp na ração, quando suplementada com 500 FTU de fitase/kg, é adequada para o desempenho, a mineralização óssea e o metabolismo de aves na fase de 8 a 35 dias de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**: agricultural chemicals, contaminants and drugs. 15. ed. Washington, DC, 1990.

BORGES, F. M. O.; VELOSO, J. A. F.; BAIÃO, N. C.; CARNEIRO, M. I. F. Avaliação de fontes de fósforo para frangos de corte em crescimento, considerando-se o fósforo disponível. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 5, p. 629-638, out. 1997.

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

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; NEME, R.; FERNANDES, J. B. K.; MARCATO, S. M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 629-635, 2008.

JUANPERE, J.; PÉREZ-VENDRELL, A. M.; BRUFAU, J. Effect of microbial phytase on broilers fed barley-based diets in the presence or not of endogenous phytase. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 115, p. 265-279, 2004.

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, p. 1522-1533, 2002.

LESKE, K. L.; COON, C. N. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 8, p. 1151-1157, Aug. 1999.

MAGA, J. A. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 30, p. 1-9, 1982.

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

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 1317-1319, 1999.

OLIVEIRA, M. C.; GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; GUANDOLINI, G. C.; MORAES, V. M. B. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 2, p. 436-441, 2008.

PERSIA, M. E.; SAYLOR, W. W. Effects of broiler strain, dietary nonphytate phosphorus, and phytase supplementation on chick performance and tibia ash. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 15, p. 72-81, 2006.

QIAN, H.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 37-46, Jan. 1997.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, 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, p. 338-344, 2001.

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

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

SANTOS, R. dos; ZANELLA, I.; BONATO, E. L.; MAGON, A. P. R. L.; GASPARINI, S. P.; BRITTES, L. B. P. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 517-521, mar./abr. 2004.

SANTOS, F. R.; HRUBY, 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 Applied Poultry Research**, Athens, v. 17, p. 191-201, 2008. doi:10.3382/japr.2007-00028.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; SILVA, H. O.; CONTE, A. J.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Efeitos dos níveis de cálcio da ração suplementada com fitase sobre a absorção de minerais em frangos de corte de 22 a 42 dia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 31-37, jan./jun. 2002.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybeans diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 729-736, 1996.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, Wageningen, v. 54, n. 1, p. 27-47, Mar. 1998.

SEGUEILHA, L.; LAMBRECHTS, C.; BOZE, H.; MOULIN, G.; GALZY, P. Purification and properties of the phytase from *Schwanniomyces castellii*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, v. 74, p. 7-11, 1992.

SILVA, Y. L. da; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. de; 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, v. 35, n. 3, p. 840-848, 2006.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Manual de utilização do programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. Viçosa, MG, 1992. 59 p.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I. Effects of microbial phytate supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different level of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1172-1183, 2002.

WU, Y. B.; RAVINDRAN, V.; HENDRIKS, W. H. Evaluation of a microbial phytase, produced by solid state fermentation, in broiler diets: II. influence on phytate hydrolysis, apparent metabolizable energy, and nutrient utilization. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 13, p. 561-569, 2004.

ANEXOS

TABELA 1A.	Análise de variância do consumo de ração de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	50
TABELA 2A.	Análise de variância do ganho de peso de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	50
TABELA 3A.	Análise de variância da conversão alimentar de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	50
TABELA 4A.	Análise de variância das cinzas ósseas de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	51
TABELA 5A.	Análise de variância da energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de variação de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	52
TABELA 6A.	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e coeficiente de variação de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	53
TABELA 7A.	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e coeficiente de variação de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	54

TABELA 8A.	Relação de cálcio:Pdisp das rações	54
TABELA 9A.	Temperatura máxima e mínima no interior do galpão, durante a fase experimental (8 a 35 dias de idade) - Experimento 1	55
TABELA 10A.	Temperatura máxima e mínima no interior da sala de metabolismo durante a fase experimental (8 a 35 dias de idade) - Experimento 2	56

TABELA 1A. Análise de variância do consumo de ração de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	38196,1228	12732,0409	1,58	0,2087
<i>P</i>	2	35135,7261	17567,8631	2,19	0,1260
<i>Ca x P</i>	6	107535,9136	17922,6523	2,23	0,0605
<i>Fat x Adic</i>	1	26322,4617	26322,4617	3,27	0,0781
<i>Erro</i>	39	313484,6931	8038,0691		
<i>CV (%)</i>		2,82			

TABELA 2A. Análise de variância do ganho de peso de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	3712,3844	1237,4615	0,62	0,6082
<i>P</i>	2	10321,3390	5160,6695	2,57	0,0892
<i>Ca x P</i>	6	8399,2191	1399,8699	0,70	0,6528
<i>Fat x Adic</i>	1	4295,9775	4295,9445	2,14	0,1513
<i>Erro</i>	39	78,223,9275	2005,7417		
<i>CV (%)</i>		2,30			

TABELA 3A. Análise de variância da conversão alimentar de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	0,00429671	0,00143224	0,94	0,4325
<i>P</i>	2	0,00062382	0,00031191	0,20	0,8165
<i>Ca x P</i>	6	0,01744644	0,00290774	1,90	0,1053
<i>Fat x Adic</i>	1	0,00090722	0,00090722	0,59	0,4459
<i>Erro</i>	39	0,05967494	0,00153013		
<i>CV (%)</i>		2,39			

TABELA 4A. Análise de variância das cinzas ósseas de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	5,58517099	1,86172366	1,37	0,2657
<i>P</i>	2	1,24486673	0,62243336	0,46	0,6355
<i>Ca x P</i>	6	12,28127681	2,04687947	1,51	0,2011
<i>Fat x Adic</i>	1	3,36371235	3,36371235	2,48	0,1235
<i>Erro</i>	39	52,93326502	1,35726321		
<i>CV (%)</i>		2,31			

TABELA 5A. Análise de variância da energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de variação de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	137040,054	45680,0181	25,62	<,0001
		4			
<i>P</i>	2	31172,4916	15586,2458	8,74	0,0004
<i>Ca x P</i>	6	65600,2238	10933,3706	6,13	<,0001
<i>Ca (P 0,375)</i>	3	65957,3440	21986,1147	12,33	<,0001
<i>Linear</i>	1	51883,3911	51883,3911	29,09	<,0001
<i>Quadrática</i>	1	2469,6994	2469,6994	1,38	0,2436
<i>Cúbica</i>	1	11605,2535	11605,2535	6,51	0,0131
<i>Ca (P 0,325)</i>	3	89233,2666	29744,4222	16,68	<,0001
<i>Linear</i>	1	5599,5693	5599,5693	3,14	0,0811
<i>Quadrática</i>	1	80924,9114	80924,9114	45,38	<,0001
<i>Cúbica</i>	1	2708,7859	2708,7859	1,52	0,2222
<i>Ca (P 0,275)</i>	3	47448,6676	15816,2250	8,87	<,0001
<i>Linear</i>	1	31755,8777	31755,8777	17,81	<,0001
<i>Quadrática</i>	1	7162,8484	7162,8484	4,02	0,0492
<i>Cúbica</i>	1	8529,9415	8529,9415	4,78	0,0323
<i>P (Ca 0,85)</i>	2	12569,1330	6284,5665	3,52	0,0352
<i>P (Ca 0,75)</i>	2	217000,970	10850,4853	6,08	0,0038
		6			
<i>P (Ca 0,65)</i>	2	58700,4362	29350,2181	16,46	<,0001
<i>P (Ca 0,55)</i>	2	3802,1756	1901,0878	1,07	0,3503
<i>Fat x Adic</i>	1	1850,3417	1850,3417	1,04	0,3122
<i>Erro</i>	65	115914,241	1783,2960		
		5			
<i>CV (%)</i>		1,34			

TABELA 6A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e coeficiente de variação de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	72,0054	24,0018	9,78	<,0001
<i>Linear</i>	1	57,1019	57,1019	23,27	<,0001
<i>Quadrática</i>	1	13,6075	13,6075	5,54	0,0216
<i>Cúbica</i>	1	1,2960	1,2960	0,53	0,4700
<i>P</i>	2	27,0213	13,5107	5,50	0,0062
<i>Ca x P</i>	6	18,7324	3,1221	1,27	0,2825
<i>Fat x Adic</i>	1	5,8258	5,8258	2,37	0,1282
<i>Erro</i>	65	159,5318	2,4543		
<i>CV (%)</i>		2,14			

TABELA 7A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e coeficiente de variação de frangos de corte, de 8 a 35 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>Fc</i>	<i>Pr > Fc</i>
<i>Ca</i>	3	253,8877404	84,6292	18,50	<,0001
<i>P</i>	2	12,2118815	6,1059	1,33	0,2703
<i>Ca x P</i>	6	183,8735754	30,6456	6,70	<,0001
<i>Ca (P 0,375)</i>	3	111,12145100	37,04048370	8,1000	<,0001
<i>Linear</i>	1	0,4392456	0,4392456	0,10	0,7576
<i>Quadrática</i>	1	109,1466794	109,1466794	23,86	<,0001
<i>Cúbica</i>	1	1,5355259	1,5355259	0,34	0,5643
<i>Ca (P 0,325)</i>	3	174,53572540	58,17857551	12,72	<,0001
<i>Linear</i>	1	1,2834378	1,2834378	0,28	0,5981
<i>Quadrática</i>	1	29,3836185	29,3836185	6,42	0,0137
<i>Cúbica</i>	1	143,8686692	143,8686692	31,45	<,0001
<i>Ca (P 0,275)</i>	3	152,10413940	50,70137980	11,08	<,0001
<i>Linear</i>	1	129,3864178	129,3864178	28,29	<,0001
<i>Quadrática</i>	1	21,9633649	21,9633649	4,80	0,0320
<i>Cúbica</i>	1	0,7543567	0,7543567	0,16	0,6860
<i>P (Ca 0,85)</i>	2	88,9450	44,4725	9,7200	0,0002
<i>P (Ca 0,75)</i>	2	54,7213	27,3607	5,98	0,0041
<i>P (Ca 0,65)</i>	2	46,0228	23,0114	5,03	0,0093
<i>P (Ca 0,55)</i>	2	6,3963	3,1981	0,70	0,5007
<i>Fat x Adic</i>	1	11,6155117	11,6155	2,54	0,1159
<i>Erro</i>	65	297,3026203	4,5739		
<i>CV (%)</i>		3,55			

TABELA 8A. Relação de cálcio:Pdisp das rações

Pdisp (%)	Ca (%)				Média
	0,85	0,75	0,65	0,55	
0,375	2,26:1	2:1	1,73:1	1,46:1	
0,325	2,61:1	2,3:1	2:1	1,69:1	
0,275	3,09:1	2,72:1	2,36:1	2:1	
Controle					2:1

TABELA 9A. Temperatura máxima e mínima no interior do galpão, durante a fase experimental (8 a 35 dias de idade) - Experimento 1

Dia	Data	Temperatura (°C)			
		Galpão		Boxe	
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
8	8/8/2007	17	29	18	32
9	9/8/2007	16	28	19	31
10	10/8/2007	15	29	17	30
11	11/8/2007	15	29	20	30
12	12/8/2007	18	27	19	29
13	13/8/2007	15	28	20	30
14	14/8/2007	15	27	17	29
15	15/8/2007	18	28	17	29
16	16/8/2007	14	26	16	27
17	17/8/2007	15	27	18	29
18	18/8/2007	16	27	18	28
19	19/8/2007	17	26	18	27
20	20/8/2007	14	28	18	27
21	21/8/2007	17	28	18	30
22	22/8/2007	19	27	19	28
23	23/8/2007	16	28	19	28
24	24/8/2007	18	27	19	29
25	25/8/2007	18	27	19	29
26	26/8/2007	19	29	29	31
27	27/8/2007	18	31	29	31
28	28/8/2007	19	29	19	30
29	29/8/2007	19	29	28	29
30	30/8/2007	18	25	19	28
31	31/8/2007	19	26	20	27
32	1/9/2007	16	29	17	30
33	2/9/2007	18	30	19	30
34	3/9/2007	19	28	19	30
35	4/9/2007	19	28	19	28
	Média	17	28	20	29

TABELA 10. Temperatura máxima e mínima no interior da sala de metabolismo durante a fase experimental (8 a 35 dias de idade) - Experimento 2

Dia	Data	Temperatura (°C)	
		Mínima	Máxima
8	8/8/2007	26	27
9	9/8/2007	26	27
10	10/8/2007	23	25
11	11/8/2007	23	27
12	12/8/2007	25	25
13	13/8/2007	20	26
14	14/8/2007	23	25
15	15/8/2007	20	26
16	16/8/2007	21	25
17	17/8/2007	24	27
18	18/8/2007	24	27
19	19/8/2007	23	26
20	20/8/2007	23	28
21	21/8/2007	24	28
22	22/8/2007	23	27
23	23/8/2007	22	26
24	24/8/2007	23	29
25	25/8/2007	25	27
26	26/8/2007	25	29
27	27/8/2007	25	28
28	28/8/2007	25	29
29	29/8/2007	24	28
30	30/8/2007	24	27
31	31/8/2007	24	26
32	1/9/2007	22	29
33	2/9/2007	25	31
34	3/9/2007	26	29
35	4/9/2007	21	26
Média		24	27