



**NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO
DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE
RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE EM
DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO.**

LUZIANE MOREIRA DOS SANTOS

2008

LUZIANE MOREIRA DOS SANTOS

**NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA
FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE
EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO.**

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

Orientador
Prof. Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

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

Santos, Luziane Moreira dos.

Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase em diferentes fases de criação / Luziane Moreira dos Santos. – Lavras:

UFLA, 2008.

105 p. : il.

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

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Cinzas ósseas. 2. Desempenho. 3. Enzima. 4. Exigência nutricional. 5. Metabolismo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.508557

LUZIANE MOREIRA DOS SANTOS

**NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA
FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE
EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO.**

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

Aprovada em 07 de julho de 2008

Prof. Antônio Gilberto Bertechini – DZO/UFLA

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA

Prof. Raimundo Vicente de Sousa – DMV/UFLA

**Prof. Paulo Borges Rodrigues
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

A Deus, pela Sua infinita bondade e misericórdia.

Aos meus pais, Iraci (*in memoriam*) e Terezinha por
seus exemplos, ensinamentos e confiança.

OFEREÇO

Aos meus familiares, irmãos, irmãs, sobrinhos,
cunhados e a meu namorado, Lawrence,
que foram meu apoio e encorajaram-me nos
momentos em que pensei em desistir.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao colegiado do Curso de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo período de concessão de bolsa de estudos.

Ao orientador, Prof. Paulo Borges Rodrigues, pela valiosa orientação, ensinamentos, confiança, incentivo, as quais possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos professores Rilke Tadeu Fonseca de Freitas (UFLA), Antônio Gilberto Bertechini (UFLA) e Raimundo Vicente de Sousa (UFLA), pela colaboração e participação na banca examinadora.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFLA, pelos ensinamentos e amizade.

À DSM, pela doação da enzima fitase, para a realização dos experimentos.

Aos bolsistas de iniciação científica, Aline, Maria Cecília, Gustavo, Leonardo e Renato, também à Elisângela, Renata, Luis Eduardo, Adimar, Jefferson e à minha amiga Daniella, que foram fundamentais durante a condução dos experimentos e análises laboratoriais.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pela colaboração durante a condução dos experimentos e realizações das análises laboratoriais, e pela amizade, carinho e atenção.

Aos amigos da Pós-graduação, com os quais tive oportunidade de conviver durante o curso, especialmente Ana Paula, Lívy, Edvânia, Renata, Elisângela e João Fernando.

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

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO.I	1
1-INTRODUÇÃO	2
2- REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Fitato.....	4
2.2 Fitase.....	5
2.3 Fósforo.....	8
2.4 Cálcio.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO II - NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE NAS FASES PRÉ-INICIAL E INICIAL.....	17
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1- INTRODUÇÃO	20
2- MATERIAL E MÉTODOS	22
3-.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4-.CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
CAPÍTULO II - NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE NAS FASES DE CRESCIMENTO E FINAL.....	48

RESUMO	49
ABSTRACT	50
1- INTRODUÇÃO	51
2- MATERIAL E MÉTODOS	54
3-.RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4-.CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXO	82

RESUMO

Santos, Luziane Moreira dos. **Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase em diferentes fases de criação.** 2008. 105 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Foram realizados quatro ensaios de desempenho e quatro de metabolismo no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras para determinar os níveis de cálcio e fósforo disponível (Pdisp) em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias de idade). Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 + 1, em que os tratamentos na fase pré-inicial, inicial, crescimento e final foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,42; 0,37 e 0,32%), (0,39; 0,34 e 0,29%), (0,36; 0,21 e 0,26%) e (0,33; 0,28 e 0,23%) e quatro níveis de cálcio (0,94; 0,84; 0,74 e 0,64%), (0,88; 0,78; 0,68 e 0,58%), (0,82; 0,72; 0,62 e 0,52%) e (0,76; 0,66; 0,56 e 0,46%), respectivamente, e as rações foram suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®), mais uma ração controle, sem fitase, formulada com níveis nutricionais recomendados para cada fase, segundo as tabelas brasileiras. Nos ensaios de desempenho, conduzidos isoladamente, avaliaram-se o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o teor de cinzas nas túbias das aves. Nos ensaios de metabolismo, simultaneamente a cada ensaio de desempenho, determinaram-se os valores energéticos das rações e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS). Quando comparados ao tratamento controle, houve diferença no consumo de ração na fase pré-inicial; a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e o CDMS diferiram do controle nas fases pré-inicial e inicial; o CDMS, na fase final, teor de cinzas ósseas, EMAn, nas fases de crescimento e final. Houve interação dos níveis de cálcio e Pdisp para o teor de cinzas ósseas, na fase inicial, para a EMAn e o CDMS, na fase pré-inicial; nas características de desempenho e teor de cinzas ósseas, na fase final; e EMAn e CDMS, nas fases de crescimento e final. Os níveis de cálcio influenciaram o consumo de ração, a EMAn e o CDMS na fase pré-inicial; o teor de cinzas ósseas e a EMAn, na fase inicial; as características de desempenho, teor de cinzas ósseas, a EMAn e o CDMS, nas

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

fases de crescimento e final. Os níveis de Pdisp influenciaram a EMAn e o CDMS, na fase pré-inicial; o CDMS, na fase inicial; e o teor de cinzas ósseas, nas fases pré-inicial e inicial; as características de desempenho e o teor de cinzas ósseas, na fase final; a EMAn e o CDMS, nas fases de crescimento e final. Conclui-se que os níveis nutricionais de cálcio e Pdisp podem ser reduzidos para 0,64 e 0,32 na fase pré-inicial, para 0,58 e 0,29 na fase inicial, 0,52 e 0,26% na fase de crescimento e para 0,56 e 0,28% na fase final, respectivamente, sem afetar o desempenho e o teor de cinzas ósseas de aves que receberam rações suplementadas com 500 FTU de fitase/kg de ração.

ABSTRACT

Santos, Luziane Moreira dos. **Calcium and available phosphorus levels for broilers fed diets with phytase in different phases.** 2008. 105 p. Dissertation (Master in Zootecnia) – Federal University of Lavras, Lavras.¹

It was carried out four performance and four metabolism assays in the Poultry Farming Sector at the Animal Science of the Federal University of Lavras to determinate the calcium and available phosphorus (AP) in diets supplemented with phytase for broilers in the pré-initial (1 a 7 days), initial (8 a 35 days), growing (22 to 35 days) and finishing phases (36 to 42 days of age). All the assay were carried in an experimental design completely randomized, in a factorial schedule 3 x 4 + 1, and the treatments in the pré-initial, initial, growing and finishing phases were three AP levels (0.42; 0.37 and 0.32%), (0.39; 0.34 and 0.29%), (0.36; 0.31 and 0.26%) and (0.33; 0.28 and 0.23%) and four calcium levels (0.94; 0.84; 0.74 and 0.74%), (0.88; 0.78; 0.68 e 0.58%), (0.82; 0.72; 0.62 and 0.52%) and (0.76; 0.66; 0.56 e 0.46%), respectively, and the diets were supplemented with 500 phytase units/kg of diet (Ronozyme P5000®), plus a control diet, without phytase, formulated with nutritional levels for each phase according to brazilian tables. In the performance assay, carried isolately, feed intake, weight gain, feed conversion and bone ash were evaluated. In the metabolism assay, simultaneously at each performance assay, the corrected apparent metabolizable energy values (AMEn) of the diets and the dry matter digestibility coefficients (DMDC) were determinated. When compared with controls treatments, it was observed significative difference in the feed intake in pré-initial phase; the AMEn and the DMDC differed in the pré-initial and initial phases, DMDC in the finishing phase, bone ash and AMEn in the growing and finishing phases. It was observed interaction among AP and calcium levels to bone ash in the initial phase, AMEn and DMDC in the pré-initial phase, performance characteristics and bone ash in the finishing phase, AMEn and DMDC in the growing and finishing phases. The calcium levels influenced the feed intake, AMEn and DMDC in the pré-initial phase, bone ash and AMEn in the initial phase, the performance characteristics, bone ash, AMEn and DMDC in the growing and finishing phases. The AP levels influenced the AMEn and

¹ **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA.

DMDC in the pré-initial phase, the DMDC in the initial phase and bone ash in the pré-initial and initial phases, the performance characteristics and bone ash in the finishing phase, AMEn and DMDC in the growing and finishing phases. It was concluded that nutritional levels of calcium and AP can be reduced to 0.64 and 0.32% in the pré-initial, 0.58 and 0.29% in the initial, 0.52 and 0.26% in the growing and to 0.56 and 0.28% in the finishing phase, respectively, maintaining the performance and bone ash of broilers fed diets supplemented with phytase.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A alimentação de aves baseia-se em ingredientes de origem vegetal, em especial o milho e o farelo de soja. Muitos estudos têm sido realizados para determinar as exigências nutricionais das aves, visando a obter uma alimentação que proporcione o máximo desempenho e que tenha menor custo. Entre os minerais, destaca-se o fósforo (P), pela sua participação em inúmeras funções do organismo animal e pelo seu elevado custo na suplementação nas rações das aves. Nos alimentos de origem vegetal, que constituem mais de 90% das dietas de frangos, o P está, em grande parte, complexado e indisponível. Esses ingredientes apresentam cerca de dois terços do seu fósforo complexado na molécula de ácido fítico, não podendo, portanto, ser utilizado pelos animais monogástricos, porque esses não sintetizam a enzima fitase, necessária para hidrolisar o referido complexo.

A molécula de fitato, além do fósforo, contém em sua constituição outros minerais, como o cálcio, zinco, cobre, ferro, potássio, magnésio e manganês. Em virtude dessa complexação, esses minerais, indispensáveis para os animais monogástricos, não podem ser disponibilizados sem o uso de enzimas exógenas para hidrolisar o complexo.

Assim, o fitato é um fator antinutricional de grande importância, presente nos alimentos de origem vegetal utilizados nas rações avícolas, pois afeta diretamente a disponibilidade de cálcio e fósforo, além de outros minerais e, possivelmente, nutrientes, como aminoácidos. Esse fator antinutricional, além de elevar sensivelmente o custo das rações, aumenta a concentração de minerais nas fezes, causando poluição ambiental e contaminação do solo e das águas subterrâneas.

A fitase é comprovadamente uma das enzimas exógenas que possibilita a formulação de rações com menores inclusões de fósforo inorgânico. Para aproveitar os benefícios que o uso da fitase pode trazer para a avicultura, torna-se necessária a revisão dos níveis de inclusão de nutrientes que, além do fósforo, são comprovadamente afetados com o uso da fitase, entre eles, um de grande importância é o cálcio.

Assim, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de determinar os níveis de cálcio e fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte nas diferentes fases de criação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fitato

O ácido fítico ocorre naturalmente em complexos orgânicos de plantas (Sebastian et al., 1998), constitui a maior parte do fósforo total, por volta de dois terços em ingredientes de origem vegetal (Simons & Versteegh, 1990). Nos grãos, está presente fundamentalmente sob a forma de fitatos (Nelson, 1967). A concentração de fitato varia em função da espécie, idade e estágio de maturação, cultivar, clima, disponibilidade de água, grau de processamento, quantidade de fósforo no solo, o qual a planta absorve e armazena, complexando-o com o inositol para formar o ácido fítico.

O fitato ou fósforo fítico é a designação dada ao fósforo, que faz parte da molécula do ácido fítico (hexafosfato de inositol) - encontrado nos vegetais. Por causa do seu grupo ortofosfato, altamente ionizado, esse complexa-se com uma variedade de cátions (Ca, Fe, Cu, Zn, entre outros), o grupo amina de alguns aminoácidos (lisina, arginina, histidina) e, ainda, moléculas conjugadas de glicose, especialmente no amido. Esse complexo categoriza o fitato como um fator antinutricional, por diminuir a disponibilidade de minerais, além de proteínas e energia (Morris, 1986). A molécula de fitato apresenta alto teor de fósforo (28,2%), com alto potencial de quelação (Keshavarz, 1999), constitui a maior parte do fósforo total, por volta de dois terços em ingredientes de origem vegetal (Simons & Versteegh, 1990).

A disponibilidade do fósforo vegetal para as aves depende do teor de ácido fítico presente e, segundo o National Research Council (1994), em média apenas 30% do fósforo de origem vegetal é disponível. Segundo Rostagno

(1998), a porcentagem de fósforo fítico pode variar de 45% a 86% do total de fósforo do alimento.

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

2.2 Fitase

Na busca de alternativas para melhorar o valor nutricional dos alimentos, a biotecnologia tem, como objetivo, fornecer enzimas exógenas industrialmente produzidas que, suplementadas às dietas, buscam melhorar a eficiência alimentar e produtividade das aves. As enzimas exógenas atuam da mesma forma que as endógenas, apresentando um sítio ativo com capacidade de atuar sobre um substrato específico, hidrolizando-o. Qualquer alteração na estabilidade das enzimas provoca uma alteração na estrutura dessas proteínas, e isso pode promover a perda de sua capacidade catalítica (Penz Junior, 1998).

Mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase (EC 3.1.3.8) é o nome sistemático da fitase. A fitase 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. A enzima fitase produzida pelo *Aspergillus niger* tem sido utilizada com sucesso nas rações de aves, com a função de liberar parte do fósforo complexado na forma de fitato e melhorar a digestibilidade da proteína bruta e dos aminoácidos e a absorção de minerais (Schoulten et al., 2003).

Segundo Schoultens et al. (2003), a adição de fitase nas rações para aves certamente melhora a utilização do fósforo fítico e diminui a quantidade de fósforo e nitrogênio excretado; portanto, tem um impacto positivo também no aspecto ambiental. Em pesquisas recentes, verifica-se seu efeito positivo também na disponibilidade de aminoácidos e energia dos alimentos.

São inúmeros os trabalhos de pesquisa nos quais se relatam que a fitase melhora marcadamente a biodisponibilidade do fósforo dos vegetais e o ganho de peso das aves, diminuindo a excreção de fósforo, como os de Nelson et al. (1971), Simons & Versteegh (1990), Perney et al. (1993), Broz et al. (1994), Roberson & Edwards Jr. (1994), Denbow et al. (1995), Biehl et al. (1995), Kornegay et al. (1996), Sebastian et al. (1996), Munaro et al. (1996), Huff et al. (1998) e Leske & Coon (1999).

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.

Recentemente, em revisão realizada por Choct (2006), destacou-se que a fitase aumenta a disponibilidade do fitato entre 25 a 50-70%. Segundo Borges (1997), a fitase aumenta a biodisponibilidade do P em cerca de 50%, e reduz a sua excreção fecal e urinária em proporções semelhantes. Sebastian et al. (1996) afirmam que a fitase não somente reduz a necessidade de fósforo na ração, mas também a de outros minerais, inferindo-se que é necessária uma reavaliação das exigências de minerais, em rações para aves, quando suplementadas com fitase.

Variáveis como ganho de peso, consumo de ração, cinzas dos dedos, taxa de retenção aparente de cálcio e fósforo, retenção total de matéria seca, cálcio e fósforo são critérios sensíveis para a determinação da eficiência da fitase (Kornegay et al., 1996). Em trabalho de avaliação dos efeitos da fitase na

nutrição de frangos, Ravindran et al. (2000) utilizaram variáveis, como energia metabolizável, digestibilidade e retenção de nutrientes, além das variáveis normalmente adotadas, como desempenho e mineralização óssea.

A atividade da fitase é influenciada por diversos fatores, entre eles o substrato ou matérias-primas vegetais utilizadas nas formulações de rações, níveis de cálcio e fósforo inorgânico da dieta (Ballam et al., 1984). O início de sua atividade ocorre no Inglúvio, após a ingestão do alimento, e ainda mantém atividade no fundo do estômago, mesmo em pH abaixo 3,0. Sua atividade máxima, segundo Jongbloed et al. (1992), ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado.

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 (Leske & Coon, 1999).

Em rações para frangos que contém níveis reduzidos de fósforo não-fítico e cálcio (0,325% e 0,75%), a adição de 300 a 600 FTU/kg de ração pode prevenir a deficiência desses minerais (Sohail & Roland, 1999).

As características histológicas dos ossos de frangos são afetadas pela adição de fitase à ração (Quian et al., 1996). Ração com baixo fósforo não-fítico, suplementada com fitase, proporciona desenvolvimento ósseo similar aos obtidos com a ração suplementada com fósforo inorgânico.

Uma das maiores mudanças a serem impostas à indústria avícola é o manejo de excretas para a redução dos prejuízos causados ao meio ambiente. A adição de fitase é uma estratégia efetiva na redução do impacto negativo que o fósforo das excretas causa; foi utilizada inicialmente em países da Europa e agora também está sendo utilizada em outros países. Segundo Khan (1996), somente os EUA produzem, anualmente, quase dois milhões de toneladas de

fósforo nas excretas de animais domésticos, o que é percebido pelo público como sendo prejudicial ao meio ambiente.

2.3 Fósforo

Na criação comercial de aves, o fósforo é o suplemento mineral mais dispendioso da ração. Adicionalmente, suplementação acima das necessidades resulta em excreção de níveis elevados, poluindo fluxos de água e rios. Por essas razões, em muitos países existem, atualmente, sérias preocupações a respeito da presença do fósforo nas excretas e do impacto que isso causa no ambiente.

A biodisponibilidade estimada de fósforo no milho e farelo de soja alcança 10 a 30%, causando dois problemas: a necessidade de se adicionar um suplemento de fósforo inorgânico às dietas e a excreção de grande quantidade de fósforo na natureza.

Os frangos de corte obtêm o fósforo necessário em alimentos que consomem e em compostos inorgânicos de origem geológica ou industrial, que são adicionados às rações para completar a exigência. As fontes de fósforo inorgânico para alimentação animal são os ortofosfatos produzidos pela indústria química a partir do ácido ortofosfórico. Uma das fontes mais empregadas para a suplementação das rações para animais é o fosfato bicálcico, que tem um custo elevado, 2,5 a 3% do custo total de uma ração (Borges, 1997). A suplementação de fósforo representa o terceiro maior custo nas rações de frangos, ficando atrás apenas da proteína e energia (Teichmann et al., 1998).

A disponibilidade do fósforo contido nos vegetais depende do teor de ácido fítico presente. Vegetais contêm quantidades variáveis de ácido fítico, variando, portanto, a disponibilidade do fósforo presente, que normalmente é baixa, em média 30% (NRC, 1994). O teor de fósforo fítico pode variar de 45 a 86% do fósforo total do alimento (Rostagno, 1998).

Os animais monogástricos não são capazes de hidrolisar os grupos ortofosfatos da molécula do fitato, pois não possuem a enzima fitase (Peeler, 1972). Assim, considera-se que todo o fósforo ligado à molécula de fitato é indisponível, embora haja citações de que os animais monogástricos e os próprios vegetais produzem pequena quantidade de fósforo fítico possa ser hidrolisada. No entanto, essa atividade fitásica é tão pequena e limitada, o que a torna insignificante (Nelson, 1967; Simons & Versteegh, 1990).

2.4 Cálcio

Normalmente, os nutricionistas não se preocupam com o excesso de cálcio na ração devido à baixa toxicidade e ao baixo custo que ele representa. No entanto, em trabalhos de pesquisa verifica-se que o desempenho de frangos de corte é adversamente afetado pelo excesso de cálcio na ração, que provoca um desequilíbrio com outros minerais da ração, principalmente o fósforo, elevando sua exigência.

É necessário cuidado com o nível de cálcio na ração, pois níveis elevados afetam adversamente a eficiência da fitase, podendo até, dependendo do nível de cálcio, anular o efeito da fitase e, em conseqüência, causar deficiência de fósforo em rações formuladas com suplementação de fitase. Em recente trabalho de pesquisa, Schoulten et al. (2003) verificou que os níveis de cálcio da ração devem ser reduzidos proporcionalmente aos de fósforo na formulação da ração suplementada com fitase, sugerindo que 0,62% de cálcio é suficiente quando a ração contém 0,54% de fósforo total e 600 FTU/ kg para aves de um a 21 dias de idade.

Segundo Lantzasch, citado por 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 se precipita e não pode ser atacado pela fitase. Segundo

Mitchel & Edwards Junior (1996), para uma maior solubilização do fitato no trato digestivo da ave, é necessário manter os níveis de fósforo e cálcio inorgânicos nos limites mínimos necessários.

O cálcio parece ser o fator-chave que influencia a atividade da fitase na mucosa intestinal de frangos, e o efeito provável mais importante é a repressão direta da atividade da fitase, pela competição do cálcio pelos sítios ativos da enzima (Wise, 1983).

Tanto o nível de cálcio como o de fósforo na ração para frangos influenciam a utilização do fósforo fítico (Edwards Junior & Veltmann, 1983; Ballam et al., 1984). Aves que consomem rações com baixos níveis de fósforo e cálcio inorgânicos possuem maior capacidade para hidrolisar o fitato do que aquelas que recebem níveis altos (Denbow et al., 1995). Quian et al. (1997), em experimento com frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, alimentados com ração à base de milho e farelo de soja com 0,51% de fósforo total e suplementada com 600 unidades de fitase por kg, verificaram que a elevação da relação Ca:P da ração de 1,1:1 a 2,0:1 (elevação do nível de cálcio de 0,56% a 1,02%) reduziu linearmente o ganho de peso, afetou de forma quadrática a deposição de cinzas e reduziu a absorção de fósforo e cálcio.

A mineralização óssea de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, submetidos à ração à base de milho e farelo de soja, com 0,51% de fósforo total, suplementada com 66 µg de vitamina D e 600 FTU/kg de ração, foi afetada pelos níveis de cálcio da ração com resposta quadrática, com redução dos teores de cinza dos ossos à medida que o nível de cálcio foi elevado de 0,56 para 1,02% (Quian et al., 1997).

Assim, para o desarranjo máximo do fitato, é necessário que os níveis de cálcio mantenham uma relação de Ca:P total de 1,71:1 e 3:1 (Beers &

Jongbloed, 1992), embora Kornegay & Yi (1996) mencionem que não há registro se o fósforo disponível influencia a atividade da fitase.

Também a atividade da fitase foi reduzida linearmente, à medida que se elevou o nível de cálcio da ração com o mesmo nível de P total. Os níveis de fósforo e cálcio devem ser incluídos em níveis inferiores quando a fitase for empregada durante a formulação, para que não ocorra uma redução acentuada do efeito da fitase (Leeson, 1999).

Segundo Shafey et al. (1991), após a alimentação de frangos com ração com alto nível de cálcio (acima de 1,53%), 70% a 92% do cálcio do conteúdo gastrointestinal estavam na forma insolúvel.

Assim, torna-se importante determinar os níveis de fósforo disponível e cálcio em rações para frangos de corte suplementadas com fitase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLAM, G. C.; NELSON, T. S.; KIRBY, L. K. Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 333-338, Feb. 1984.
- BEERS, S.; JONGBLOED, A.W. Effect *Aspergillus niger* phytase on their performance and apparent digestibility of phosphorus. **Animal Production**, East Lothian, v. 55, n. 3, p. 425-430, Dec. 1992.
- BIEHL, R. R.; BAKER, D. H.; DeLUCA H. F. Hydroxilated cholecalciferol compounds act additively with microbial fitase to improve phosphorus, zinc and manganese utilization in chicks fed soy-based diets. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 125, n. 12, p. 2407-2416, Dec. 1995.
- 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.
- BROZ, J.; OLDALE, P.; PERIN-VOLTZ, A.H.; RYCHEN, G.; SCHULZE, J.; SIMOES NUNES, C. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **British Poultry Science**, London, v. 35, n. 2, p. 273-280, May 1994.
- 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.
- DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY; YI, Z.; HULET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1831-1842, Nov. 1995.
- EDWARDS JÚNIOR, H. M.; VELTMANN, J. R. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyscondroplasia in young chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 113, n. 8, p. 1568-1575, Aug.1983.
- ENGELEN, 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, 1994.

HUFF, W. E.; MOORE JÚNIOR, P. A.; WALDROUP, P. W.; BALOG, J. M.; HUFF, G. R.; RATH, N. C.; DANIEL, T. C.; RABOY, V. Effect of dietary phytase and high available phosphorus corn on broiler chicken performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 12, p. 1899-1904, Oct.1998.

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

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

KHAN, N. Tackling the phosphate burden. **Feed Mix**, Doetinchen, v. 4, n. 3, 1996.

KORNEGAY, E. T.; YI, Z. Sites of phytase activity in gastrointestinal tract of swine and poultry. In: COELHO, M.; KORNEGAY, E. T. (Ed.). **Phytase in animal nutrition and waste management**, Mount Olive: BASF, 1996. p. 241-248.

KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M.; YI, Z.; RAVINDRAN, V. Response of broilers to graded levels of microbial phytase added to maize-soybean-meal-based diets containing three levels of non-phytate-phosphorus. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, n. 6, p. 839-852, June 1996.

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

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.

McKNIGHT, W. F. Phytase technical specifications and properties. In: SHORT COURSE ON FEED TECHNOLOGY, 7., 1997, Ansong. **Proceedings...** Ansong: Korean Society of Animal Nutrition and Feedstuffs, 1997.

MITCHEL, R. D.; EDWARDS JUNIOR, H. M. Effects of phytase and 1,25-dihidroxicolecalciferol on phytate utilization and quantitative requirement for

MORRIS, E. R. Phytate and mineral bioavailability. In: GRAF, E. **Phytate Chemistry and Application**, Minneapolis: Pilatus. 1986. p. 57-76.

MUNARO, F. A.; LÓPEZ, J.; TEIXEIRA, A.S.; RUTZ, F. Aumento da disponibilidade do fósforo fítico pela adição de fitase a rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.25, n.5, p.921-931, 1996.

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, Apr. 1967.

NELSON, T. S.; SHIEH, T. R.; WODZINSKI, R. J.; WARE, J. H. Effect of supplemental phytase phosphorus by chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.101, n.9, p.1289-1294, Sept. 1971.

PEELER, H.T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 35, n. 3, p. 695-699, Nov. 1972.

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

PERNEY, M.; CANTOR, A. H.; STRAW, M. L.; HERKELMANN, K. L. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. **Poultry Science**, Campaign, v. 72, n. 11, p. 2106-2114, Nov. 1993.

QUIAN, 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.

QUIAN, H.; VEIT, H. P.; KORNEGAY, E. T.; RAVINDRAN, V.; DENBOW, D. M. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other

tíbia boné characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 618-626, May. 1996.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; SELLE, P.H.; BRYDEN, W.L. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. II. Effects on apparent metabolizable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. **British Poultry Science**, London, v. 41, n. 2, p. 193-200, May 2000.

ROBERSON, K. D.; EDWARDS JUNIOR, H. M. Effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 8, p. 1312-1326, Aug. 1994.

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, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2005.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 1-27.

SCHOULTEN, N. A.; BERTECHINI, A. G.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1190-1197, set./out. 2003.

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-soybeans diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 729-736, June. 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.

SHAFEY, T. M.; McDONALD, M. W.; DINGLE, J. G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of

meat chickens. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 1, p. 185-194, Mar. 1991.

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.

SOHAIL, S. S.; ROLAND D. A. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 3, p. 550-555, Mar. 1999.

WISE, A. Dietary factors determining the biological activities of phytate. **Nutrition Abstract Reviews**, Aberdeen, v. 53, n. 9, p. 791-806, Sept.1983.

TEICHMANN, H. F.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S. E. Efeito da fitase na biodisponibilidade de fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 338-344, mar./abr. 1998.

CAPÍTULO II

NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM FITASE NAS FASES PRÉ- INICIAL E INICIAL

RESUMO

Santos, Luziane Moreira dos. Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase nas fases pré-inicial e inicial. In: _____. **Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase em diferentes fases de criação.** 2008. Cap. 2, p.17-47. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Foram realizados dois ensaios de desempenho e dois de metabolismo para se determinar os níveis de cálcio e fósforo disponível (Pdisp) em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias de idade). Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 + 1. Os tratamentos na fase pré-inicial e inicial foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,42; 0,37 e 0,32%) e (0,39; 0,34 e 0,29%) e quatro níveis de cálcio (0,94; 0,84; 0,74 e 0,64%) e (0,88; 0,78; 0,68 e 0,58%), respectivamente, em que as rações foram suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®), mais uma ração-controle, sem fitase, formulada com 0,47 e 0,44% de Pdisp e 0,94 e 0,88% de cálcio, respectivamente, e demais níveis nutricionais recomendados pelas tabelas brasileiras. Nos ensaios de desempenho, conduzidos isoladamente, aos 7 e 21 dias de idade, avaliaram-se o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o teor de cinzas nas tíbias das aves. Nos ensaios de metabolismo, simultaneamente aos ensaios de desempenho, determinaram-se os valores energéticos das rações e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS). Quando comparados ao tratamento-controle, houve diferença no consumo de ração, na fase pré-inicial, e da energia metabolizável aparente (EMAn) e CDMS, em ambas as fases. Houve interação dos níveis de cálcio e Pdisp, para o teor de cinzas ósseas na fase inicial, e para a EMAn e o CDMS, na fase pré-inicial. Os níveis de cálcio influenciaram o consumo de ração, a EMAn e o CDMS, na fase pré-inicial; o teor de cinzas ósseas e a EMAn, na fase inicial. Os níveis de Pdisp influenciaram a EMAn e o CDMS, na fase pré-inicial; o CDMS, na fase inicial; e o teor de cinzas ósseas, em ambas as fases. Conclui-se que os níveis nutricionais de cálcio e Pdisp podem ser reduzidos para 0,64 e 0,32% na fase pré-inicial e para 0,58 e 0,29% na fase inicial, respectivamente, sem afetar o desempenho e o teor de cinzas ósseas de aves que receberam rações suplementadas com fitase.

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

ABSTRACT

Santos, Luziane Moreira dos. Calcium and available phosphorus levels for broilers fed diets with phytase in the pré-initial and initial phases. In: _____ **Calcium and available phosphorus levels for broilers fed diets with phytase in different phases.** 2008. Chap. 2. p.17-47. Dissertation (Master in Zootecnia) – Federal University of Lavras, Lavras.¹

It was carried out two assays of performance and two of metabolism to determine the calcium and available phosphorus in diets supplemented with phytase for broilers in the pré-initial (1 to 7 days) and initial phases (8 to 21 days of age). An experimental design completely randomized was used, in a factorial schedule 3 x 4 + 1. The treatments in the pré-initial and initial phases were three aP levels (0.42; 0.37 and 0.32%) and (0.39; 0.34 and 0.29%) and four calcium levels (0.94; 0.84; 0.74 and 0.74%) and (0.88; 0.78; 0.68 e 0.58%), respectively, in which the diets were supplemented with 500 FTU of phytase enzyme/kg (Ronozyme P5000®), plus a control diet, without phytase, formulated with 0.47 and 0.44% of aP and 0.94 and 0.88% of calcium, respectively, and others nutritional levels according to Brazilian tables. In the performance assays, carried out separately, at the 7 and 21 days of age feed intake, weight gain, feed conversion and bone ash were evaluated. In the metabolic assay, simultaneously at the performance assay, the energy values and dry matter digestibility (DMDC) coefficients were determined. When compared with control treatments, it was observed significant difference in the feed intake in the pré-initial phase, and of the apparent metabolizable energy corrected by retained nitrogen (AMEn) and DMDC in the two phases. It was observed interaction among aP and calcium levels in the bone ash in the initial phase, AMEn and DMDC in the pré-initial phase. The calcium levels influenced the feed intake, AMEn and DMDC in the pré-initial phase, bone ash and AMEn in the initial phase. The aP levels influenced the AMEn and DMDC in the pré-initial phase, the DMDC in the initial phase and bone ash in the two phases. It was concluded that nutritional levels of calcium and aP can be reduced to 0.64 and 0.32% in the pré-initial phase and to 0.58 and 0.29% in the initial, respectively, maintaining the performance and bone ash of broilers fed diets supplemented with phytase.

¹**Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O fósforo é, atualmente, um dos nutrientes de maior impacto nos custos de formulação de rações para aves e suínos e sua participação é comprovada em diversas funções no organismo, sendo considerado nutriente fundamental, principalmente no período de crescimento. No entanto, as rações formuladas para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal, que apresentam parte do fósforo na forma do complexo orgânico fitato, cujo fósforo é aproveitado em pequena proporção, do total presente no alimento (aproximadamente 33%). O fitato pode, então, ser considerado um fator antinutricional, já que diminui significativamente a disponibilidade de fósforo, formando também complexos insolúveis que prejudicam a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho dos animais.

Recentemente, em sua revisão, Choct (2006) destacou que a fitase exógena permite aumentar entre 25 a 50-70% a disponibilidade do fósforo proveniente do fitato. Em trabalhos recentes, verifica-se que é 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; Nagata, 2006; Gomide et al. 2007; Silva et al. 2008). Indiscutivelmente, um melhor aproveitamento dos nutrientes dos alimentos implica em menor excreção desses, diminuindo, conseqüentemente, os efeitos negativos da excreção no meio ambiente, além da possibilidade de formulação de rações com menores quantidades de fontes inorgânicas de fósforo e também de outros nutrientes.

Segundo Quian et al. (1997), a relação cálcio/fósforo influencia a atividade da fitase, que é reduzida com a elevação do nível de cálcio da ração. Ainda segundo os referidos autores, em rações de frangos de corte suplementadas com fitase, a relação cálcio/fósforo parece mais crítica do que a

quantidade de cálcio ou fósforo isoladamente. Em rações suplementadas com fitase, essa relação parece mais crítica do que quantidades individuais desses minerais. De acordo com Lesson (1999), a elevação da proporção de cálcio/fósforo reduz significativamente o desempenho de frangos alimentados com rações à base de milho e farelo de soja suplementadas com fitase, 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; portanto, a relação cálcio/fósforo da ração influencia a atividade da fitase, que se reduz com a elevação do nível de cálcio da ração.

É necessário cuidado com o nível de cálcio na ração, pois níveis elevados afetam adversamente a eficiência da fitase, podendo até, dependendo do nível de cálcio, anular o efeito da fitase e, em conseqüência, causar deficiência de fósforo. Em recente trabalho de pesquisa, Schoulten et al. (2003) concluíram que os níveis de cálcio devem ser reduzidos proporcionalmente aos níveis de fósforo, na formulação da ração suplementada com fitase. Também, Leeson (1999) constatou que os níveis de cálcio e fósforo devem ser inferiores quando a fitase for incluída durante a formulação, para que não ocorra redução acentuada no efeito da fitase.

De acordo com Quian et al. (1996), as características histológicas dos ossos de frangos são afetadas pela adição de fitase à ração e, segundo Laurentiz (2005), na determinação das exigências de fósforo para aves, as variáveis relacionadas aos ossos são mais sensíveis que as relacionadas ao desempenho. O teor de cinzas nas tíbias reflete melhor as variações de macrominerais nas dietas, tais como cálcio e fósforo, sendo, por isso, bastante utilizado em pesquisa (Ravindran et al., 1995).

Assim, o presente trabalho foi conduzido para determinar os níveis de cálcio e fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte, nas fases pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias de idade).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), constando de quatro ensaios: dois de desempenho e dois de metabolismo, nos períodos de 1 a 7 (pré-inicial) e de 8 a 21 dias de idade (inicial), conduzidos isoladamente para evitar possíveis efeitos residuais de uma fase sobre a outra. Em todos os ensaios, utilizou-se um esquema fatorial $3 \times 4 + 1$ (três níveis de fósforo disponível – Pdisp x quatro níveis de cálcio, em rações suplementadas com a enzima fitase) mais uma ração-controle, com níveis nutricionais normais de Pdisp e cálcio, sem suplementação de fitase, e demais nutrientes com níveis nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, isonutrientes para cada fase experimental, exceto os níveis nutricionais de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, os quais foram reduzidos e as rações suplementadas, na proporção de 500 FTU da enzima fitase/kg. A composição em matéria seca, proteína bruta, cálcio e fósforo total dos ingredientes utilizados nas rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1-Matéria seca e composição em proteína bruta, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados nas rações experimentais¹

Ingredientes	Matéria seca	Proteína bruta	Cálcio	Fósforo
Milho	90,91	8,2	0,05	0,20
Farelo de soja	88,71	47,33	0,32	0,55
Fosfato bicálcico			24,24	18,69
Calcário			39,80	

1/ Valores determinados no Laboratório de Pesquisa Animal- DZO/UFLA

Ensaio I e III – Desempenhos (fases pré-inicial – 1 a 7 dias e inicial – 8 a 21 dias de idade)

Na fase pré-inicial, foram utilizados 1.560 pintos machos, da linhagem Cobb, que receberam os tratamentos no período de 1 a 7 dias de idade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 30 aves cada uma. Os tratamentos foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,42 ;0,37 e 0,32%) e quatro níveis de cálcio (0,94; 0,84; 0,74; 0,64%), em que as rações foram suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®). Os tratamentos foram comparados a uma ração-controle, sem fitase, formulada com 0,47% de Pdisp e 0,94% de Ca, à base de milho e farelo de soja, e com níveis nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2005). Na fase inicial, foram utilizados 1.300 pintos machos, que receberam uma ração padrão até os 7 dias de idade e, posteriormente foram pesados e distribuídos aleatoriamente em 4 repetições de 25 aves cada uma, recebendo os tratamentos no período de 8 a 21 dias de idade. Os tratamentos foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,39; 0,34 e 0,29%), e quatro níveis de cálcio (0,88; 0,78; 0,68 e 0,58%), em que as rações foram suplementadas com

500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®). Os tratamentos também foram comparados a uma ração-controle, sem fitase, formulada com 0,44% de Pdisp e 0,88% de Ca, à base de milho e farelo de soja, e com níveis nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2005). As aves foram pesadas e distribuídas aleatoriamente em boxes, com piso coberto por cama de maravalha; cada boxe continha um comedouros tubular e um bebedouro pendular. Aos 7 e 21 dias de idade, respectivamente em cada ensaio de desempenho, avaliaram-se o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar no período experimental. Ainda, ao final dos experimentos, três aves com peso médio da parcela foram sacrificadas, sendo retiradas as tíbias esquerdas, que foram, então, identificadas com placas de alumínio, para posterior determinação das cinzas ósseas. As tíbias foram descarnadas e fervidas, retirando-se, posteriormente os resíduos de carne, cartilagem proximal e fíbula; em seguida foram acondicionadas em estufas para maior higroscopicidade, desengorduradas com éter no extrator de gorduras e, após evaporação do éter, colocadas novamente na estufa a 105°C por 24 horas. As tíbias foram moídas, homogeneizadas, pesadas e incineradas em mufla por seis horas na temperatura de 600°C e novamente pesadas após o resfriamento em dessecadores.

As rações e a água foram fornecidas à vontade e, a luz, durante 24 horas diárias, entre luz natural e artificial. Diariamente foram anotadas as temperaturas máxima e mínima no galpão, cujos valores estão apresentados nas Tabelas 1B e 3B, do anexo.

Os níveis de cálcio e Pdisponível nas rações foram ajustados por redução/aumento do calcário e fosfato bicálcico e as respectivas substituições, por caulim, conforme demonstrados nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2-Composição percentual e nutritiva das rações experimentais (1 a 7 dias)

Ingredientes (kg)	Níveis de Fósforo disponível (%)												
	Controle	0,42				0,37				0,32			
Níveis de cálcio (%)													
		0,94	0,84	0,74	0,64	0,94	0,84	0,74	0,64	0,94	0,84	0,74	0,64
Milho	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6	57,6
Farelo de soja	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
Óleo de soja	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Sal	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
L-lisina HCL	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-metionina	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Px minerais ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Px vitamínico ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Salinomicina 20%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Calcário	0,83	1,00	0,75	0,50	0,25	1,16	0,91	0,66	0,41	1,32	1,07	0,82	0,57
Fosfato bicálcico	1,93	1,66	1,66	1,66	1,66	1,39	1,39	1,39	1,39	1,12	1,12	1,12	1,12
Caulim	0,88	0,97	1,22	1,47	1,72	1,08	1,33	1,58	1,83	1,91	1,44	1,69	1,94
Fitase	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes ³					Composição calculada								
EM (kcal/kg)	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951	2951
PB (%)	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
Lisina dig (%)	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
Met+Cist dig (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cálcio (%)	0,94	0,94	0,84	0,74	0,64	0,94	0,84	0,74	0,64	0,94	0,84	0,74	0,64
Pdisp (%)	0,47	0,42	0,42	0,42	0,42	0,37	0,37	0,37	0,37	0,32	0,32	0,32	0,32

1. Fornecimento por kg do produto: 110.000 mg Zn; 96.000 mg Fé; 20.000 mg Cu; 156.000 mg Mn; 1.400 mg I; 360 mg Se.

2. Fornecimento por kg do produto: 12.000 mg vit. B2; 30.000.000 UI vit. A; 6.000.000 UI vit. D3; 6.000 mg vit. B1; 12.000 mg vit B6; 60.000 mcg vit. B12; 240 mg Biotina; 3.000 mg ácido fólico; 30.000 mg ácido pantotênico; 8.000 mg vit. K3; 60.000 mg vit. E.

3. Considerando-se a PB e EM dos aminoácidos.

TABELA 3 - Composição percentual e nutritiva das rações experimentais (8 a 21 dias)

Ingredientes (kg)	Níveis de Fósforo disponível (%)												
	Controle	0,39				0,34				0,29			
		Níveis de cálcio (%)											
		0,88	0,78	0,68	0,58	0,88	0,78	0,68	0,58	0,88	0,78	0,68	0,58
Milho	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25	61,25
Farelo de soja	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75
Óleo de soja	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Sal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
L-lisina HCL 99	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
DL-metionina 99	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Px minerais ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Px vitamínico ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Salinomicina 20%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Calcário	0,79	0,96	0,70	0,45	0,2	1,11	0,86	0,61	0,36	1,28	1,03	0,78	0,53
Fosfato bicálcico	1,78	1,50	1,50	1,50	1,50	1,24	1,24	1,24	1,24	0,95	0,95	0,95	0,95
Caulim	0,46	0,56	0,82	1,07	1,32	0,67	0,92	1,17	1,42	0,79	1,04	1,29	1,54
Fitase	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes ³		Composição calculada											
EM (kcal/kg)	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996	2996
PB (%)	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90
Lisina dig (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Met+Cist dig (%)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,78	0,68	0,58	0,88	0,78	0,68	0,58	0,88	0,78	0,68	0,58
Pdisp (%)	0,44	0,39	0,39	0,39	0,39	0,34	0,34	0,34	0,34	0,29	0,29	0,29	0,29

1. Fornecimento por kg do produto: 110.000 mg Zn; 96.000 mg Fé; 20.000 mg Cu; 156.000 mg Mn; 1.400 mg I; 360 mg Se.

2. Fornecimento por kg do produto: 12.000 mg vit. B2; 30.000.000 UI vit. A; 6.000.000 UI vit. D3; 6.000 mg vit. B1; 12.000 mg vit B6; 60.000 mcg vit. B12; 240 mg Biotina; 3.000 mg ácido fólico; 30.000 mg ácido pantotênico; 8.000 mg vit. K3; 60.000 mg vit. E.

3. Considerando-se a PB e EM dos aminoácidos.

Ensaio II e IV – Metabolismo (fases pré-inicial e inicial)

Simultaneamente aos ensaios de desempenho, 780 pintos machos, Cobb-500, receberam os mesmos tratamentos experimentais no período de 1 a 7 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições de 10 aves cada uma, na fase pré-inicial, e 390 pintos machos receberam uma ração padrão até os 7 dias de idade; posteriormente, foram pesados e distribuídos aleatoriamente, recebendo os mesmos tratamentos experimentais no período de 8 a 21 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições de 5 aves cada uma, na fase inicial. As aves foram alojadas em uma sala de metabolismo, com ambiente parcialmente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura. Foram utilizadas gaiolas de metabolismo em arame galvanizado, com dimensões de 50x50x50 cm, providas de bandejas coletoras de excretas. Os bebedouros utilizados foram do tipo infantil e os comedouros tipo calha, com borda para evitar desperdício.

O ensaio de metabolismo compreendeu um período de 4 dias de adaptação e 3 dias de coleta de excretas (Rodrigues et al., 2005), utilizando-se a metodologia de coleta total. A coleta de excretas foi realizada em cada unidade experimental, uma vez por dia. No período de coleta, foram instaladas, sob o piso das gaiolas, bandejas coletoras forradas com plásticos resistentes, para evitar perdas de excretas. O consumo de ração, fornecida à vontade a cada unidade experimental durante o período de coleta, foi registrado e as excretas coletadas diariamente foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Foram, então, descongeladas, homogeneizadas, pesadas e retiradas as alíquotas para secagem em estufas de circulação de ar a 60°C, até peso constante, sendo, em seguida, moídas e acondicionadas para posteriores análises laboratoriais de matéria seca,

nitrogênio e energia bruta. As temperaturas máxima e mínima na sala de metabolismo, durante o período experimental, estão apresentadas nas Tabelas 2B e 4B, do anexo.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO (UFLA). Para determinação da energia bruta das amostras das rações e excretas, foi utilizada a bomba calorimétrica modelo Parr – 1261. O método de Kjeldahl foi utilizado para análise dos teores de nitrogênio das rações e excretas. As análises estatísticas foram realizadas pelo pacote computacional, Sistema para Análises Estatísticas, Saeg (Sistema para Análise Estatística e Genética, 1993). Foi realizada análise global com todos os tratamentos, com o objetivo de obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e para realizar o teste de Dunnett a 5%, comparando-se o tratamento-controle com cada um dos demais tratamentos. Para a comparação dos tratamentos no esquema fatorial, utilizou-se o teste de Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade, para os níveis de Pdisp, e análise de regressão, para os níveis de cálcio, quando significativos.

Para os cálculos dos valores da EMAn das rações foram utilizadas as fórmulas descritas por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMAn da ração (kcal/kg)} = \frac{\text{MS ing} \times \text{EB ração} - \text{MS exc} \times \text{EB exc} - (8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{BN} = \frac{\text{MS ing} \times \% \text{ N da ração}}{100} - \frac{\text{MS exc} \times \% \text{ N exc}}{100}$$

Em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

MS ing = matéria seca ingerida

EB = energia bruta

MS exc = matéria seca excretada

EB exc = energia bruta excretada

BN = balanço de nitrogênio

Para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{CDMS} = \frac{\text{g de matéria seca ingerida} - \text{g de matéria seca excretada} \times 100}{\text{g de matéria seca ingerida}}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de Desempenho – 1 a 7 dias

O desempenho das aves no período de 1 a 7 dias de idade está apresentado na Tabela 4, na qual se observa que, quando comparado ao tratamento-controle, apenas as aves que receberam a ração com 0,94% de cálcio e 0,32% de fósforo disponível apresentaram consumo inferior ($P < 0,05$). Não houve interação ($P > 0,05$) dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta em nenhuma das características de desempenho avaliadas.

No entanto, o consumo de ração pelas aves apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em relação aos níveis de cálcio na dieta, com maior consumo estimado em uma dieta contendo 0,73% de cálcio, não influenciando, porém, o ganho de peso e a conversão alimentar. Entretanto, as exigências de cálcio para essa fase não podem ser estabelecidas apenas com base no melhor ganho de peso, pois, deve-se considerar também a adequada mineralização óssea. Por outro lado, os níveis de fósforo disponível das rações não influenciaram ($P > 0,05$) as características de desempenho avaliadas.

TABELA 4 – Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Consumo de ração – CR (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,94	0,84	0,74	0,64	
0,42	147,0	152,1	155,8	155,9	152,7
0,37	146,4	153,4	155,0	149,9	151,2
0,32	145,2*	151,0	155,8	153,4	151,4
Média (1)	146,2	152,2	155,5	153,1	
Controle					156,2
Coefficiente de variação (%)			3,74		
Ganho de peso - GP (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,94	0,84	0,74	0,64	
0,42	120,3	124,0	127,6	123,7	123,9
0,37	118,8	124,6	121,6	123,3	122,1
0,32	118,9	120,0	125,5	122,9	121,8
Média	119,3	122,8	124,9	123,3	
Controle					125,1
Coefficiente de variação (%)			4,50		
Conversão alimentar – CA (g/g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,94	0,84	0,74	0,64	
0,42	1,22	1,23	1,22	1,26	1,23
0,37	1,23	1,23	1,27	1,22	1,24
0,32	1,22	1,26	1,24	1,25	1,24
Média	1,22	1,24	1,25	1,24	
Controle					1,25
Coefficiente de variação (%)			3,22		

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

(1)/ $Y = 42,21 + 308,2X - 210,18X^2$ ($R^2 = 0,99$)

Pelos resultados obtidos, a fitase mostrou-se eficiente em liberar 0,15% do fósforo fítico, quando utilizada 500 FTU, corroborando com as afirmações de Choct (2006) e, de certa forma, as observações de Quian et al. (1997) são adequadas e o uso da enzima fitase parece responder de forma satisfatória

quando os níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta são reduzidos, mantendo-se a relação cálcio/fósforo disponível em 2:1, uma vez que, pelos resultados do presente trabalho, o desempenho das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível foi adequado, não diferindo do tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005). Esses resultados, de certa forma, estão de acordo com aqueles encontrados por Schoultens et al. (2003), que verificaram que os níveis de cálcio da ração devem ser reduzidos proporcionalmente aos de fósforo na formulação da ração suplementada com fitase.

Conforme pode ser observado na Tabela 5, não houve diferença significativa ($P>0,05$) na porcentagem de cinzas ósseas entre os tratamentos avaliados, quando comparados ao controle, em ração formulada com níveis nutricionais normais recomendados por Rostagno et al. (2005), sem fitase, o que concorda com Quian et al. (1996), os quais afirmam que rações com baixo fósforo não fítico, suplementada com fitase, proporciona desenvolvimento ósseo similar aos obtidos com ração suplementada com fósforo inorgânico.

Analisando o fatorial, observa-se que não houve interação dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta ($P>0,05$), nem efeito dos níveis de cálcio ($P>0,05$) sobre o teor de cinzas nas tíbias das aves.

TABELA 5- Porcentagem de cinzas nas tíbias de frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

Cinzas ósseas (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,94	0,84	0,74	0,64	
0,42	47,19	46,26	46,44	45,64	46,38A
0,37	46,65	46,72	45,68	45,06	46,03A
0,32	45,16	45,15	45,33	45,18	45,21B
Média	46,33	46,043	45,82	45,29	
Controle					46,50
Coefficiente de variação (%)				2,01	

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

Entretanto, os níveis de fósforo disponível influenciaram (P<0,01) a porcentagem de cinzas, já que o menor teor de cinzas óssea ocorreu no menor nível de Pdisp utilizado (0,32%), embora não tenha sido constatada diferença significativa da redução do Pdisp da ração para 0,32% sobre o desempenho das aves no período avaliado. Observou-se que, pelos resultados obtidos para cinzas ósseas, a fitase não foi eficiente em liberar 0,15% do fósforo fítico, liberando somente 0,10%, quando utilizada 500 FTU, contradizendo as afirmações de Choct (2006). Os resultados do presente trabalho corroboram as afirmações de Schoulten et al. (2003), de que a exigência de cálcio para frangos, em rações com baixo fósforo e suplementadas com fitase, é inferior à exigência normalmente recomendada em tabelas de exigências nutricionais, indicando que a redução do nível de cálcio da ração deve ser proporcional à redução do nível

de fósforo, em virtude da utilização da fitase, mantendo-se, dessa forma, uma relação Ca:P adequada.

Ensaio de metabolismo- 1 a 7 dias

Os resultados de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) obtidos na fase pré-inicial estão apresentados na Tabela 6. Observa-se que, quando comparado ao tratamento-controle, as aves que receberam a ração com 0,84% de cálcio e com níveis de 0,42% e 0,37% de fósforo disponível ou aquelas que receberam ração com 0,74% de cálcio, em todos os níveis de fósforo disponível utilizados, apresentaram EMAn inferior àquelas com níveis nutricionais normais e sem fitase ($P<0,05$), não havendo diferença entre os demais tratamentos e o controle, podendo-se observar um incremento de até 0,97% na EMAn. No entanto, somente as aves que receberam ração contendo os menores níveis de cálcio e fósforo disponível utilizados apresentaram menor CDMS ($P<0,05$), enquanto aquelas que receberam rações contendo o nível de 0,94% de cálcio apresentaram CDMS superiores ao tratamento-controle ($P<0,05$), independentemente dos níveis de Pdisp utilizados.

Observando-se o CDMS, apenas o tratamento que possui os níveis de 0,64% de cálcio e 0,32% de Pdisp apresentou CDMS inferior ($P<0,05$). No entanto, os tratamentos contendo o nível 0,94% de cálcio apresentaram CDMS superior ($P<0,05$) ao controle em todos os níveis de fósforo utilizados. Embora tenham sido detectadas tais diferenças nos valores energéticos das rações, bem como nos CDMS, a variação observada não foi suficiente para afetar o desempenho das aves, bem como a mineralização óssea, em relação ao tratamento-controle.

TABELA 6- Energia metabolizável aparente corrigida e coeficiente de digestibilidade da matéria seca de frangos por corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Energia Metabolizável – Kcal/Kg (MS)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,94	0,84	0,74	0,64	
0,42 (1)	2910 a	2688* b	2765*	2825	2797
0,37 (2)	2843 b	2652* b	2707*	2803	2751
0,32 (3)	2831 b	2810 a	2742*	2865	2812
Média	2861	2717	2738	2831	
Controle					2882
Coeficiente de variação (%)				1,76	
Coeficiente de digestibilidade da matéria seca - (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,94	0,84	0,74	0,64	
0,42 (4)	71,56* ab	67,94 b	67,89	67,71 ab	68,78
0,37 (5)	70,50* b	68,68 b	67,96	68,34 a	68,87
0,32 (6)	72,10* a	70,13 a	69,22	66,57* b	69,51
Média	71,39	68,92	68,36	67,54	
Controle					68,65
Coeficiente de variação (%)				1,56	

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

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

(1)/ 0,42% Pdisp: EM= 6967,67-10961,2X+7050,78X² (R²=0,81)

(2)/ 0,37% Pdisp: EM= 7093,98-11289,1X+7187,34X² (R²=0,91)

(3)/ 0,32% Pdisp: EM= 5056,87-5763,46X+3625,96X² (R²=0,65)

(4)/ 0,42% Pdisp: CDMS= 112,223-124,322X+86,0275X² (R²=0,93)

(5)/ 0,37% Pdisp: CDMS= 96,9566-80,0393X+55,2058X² (R²=0,99)

(6)/ 0,32% Pdisp: CDMS= 55,6921+17,4867X (R²=0,97)

Analisando o fatorial, nota-se que houve interação (P<0,01) dos níveis de fósforo disponível e cálcio para EMAn e CDMS, observando-se efeito quadrático (P<0,01) dos níveis de cálcio para EMAn em todos os níveis de Pdisp utilizados, apresentando , em média, menores EMAn no nível 0,785% de Ca. Os níveis de Pdisp influenciaram (P<0,01) a EMAn no nível 0,94 % de cálcio, apresentando maior EMAn quando se utilizou 0,42% de Pdisp na ração.

Por outro lado, quando utilizado 0,84% de cálcio na ração, observou-se aumento da EMAn quando se reduziu o Pdisp para 0,32%.

Observou-se que também o CDMS respondeu de forma quadrática ($P < 0,01$) aos níveis de cálcio da ração, quando foram utilizados os níveis 0,42 e 0,32% de Pdisp, apresentando menores CDMS no nível de 0,72% de cálcio. Por outro lado, observou-se efeito linear ($P < 0,01$) no nível 0,32% Pdisp, ocorrendo aumento do CDMS quando se aumentaram os níveis de cálcio. Os níveis de fósforo disponível influenciaram ($P < 0,05$) o CDMS, apresentando aumento do CDMS quando se reduziu o Pdisp nos níveis 0,94 e 0,84% de cálcio e diminuição do CDMS quando se reduziu o Pdisp no nível 0,64% de cálcio.

De modo geral, a EMAn das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível foi adequado, não diferindo ou até mesmo sendo superiores ao tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005). Para o CDMS, apenas o da ração com menor nível de cálcio e Pdisp diferiu do tratamento-controle, podendo-se, com base no CDMS, não recomendá-los para essa fase. Entretanto, mesmo diferindo do tratamento-controle, esse menor CDMS não foi suficiente para afetar o desempenho das aves, bem como o teor de cinzas ósseas. Os resultados estão de acordo com os obtidos por Rocha et al. (2006), em que não houve diferença entre a energia metabolizável e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca com a suplementação da enzima fitase, em dietas com níveis reduzidos de cálcio e Pdisp, demonstrando efeito positivo da enzima, reduzindo, porém, até 0,35% o nível de Pdisp.

Ensaio desempenho – 8 a 21 dias

Na Tabela 7 observa-se que o desempenho das aves no período de 8 a 21 dias de idade, quando comparado ao tratamento-controle, não diferiu significativamente ($P > 0,05$) em nenhuma das características avaliadas.

TABELA 7 – Desempenho de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Consumo de ração – CR (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,88	0,78	0,68	0,58	
0,39	1108	1141	1144	1154	1137
0,34	1120	1132	1118	1145	1129
0,29	1109	1154	1137	1139	1134
Média	1112	1142	1133	1146	
Controle					1118
Coefficiente de variação (%)				2,80	
Ganho de peso - GP (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,88	0,78	0,68	0,58	
0,39	732	740	738	736	736
0,34	717	707	730	721	719
0,29	691	710	725	729	713
Média	713	719	731	729	
Controle					715
Coefficiente de variação (%)				4,41	
Conversão alimentar – CA (g/g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,88	0,78	0,68	0,58	
0,39	1,51	1,55	1,55	1,57	1,55
0,34	1,56	1,60	1,54	1,59	1,57
0,29	1,61	1,63	1,57	1,56	1,59
Média	1,56	1,59	1,55	1,57	
Controle					1,56
Coefficiente de variação (%)				3,55	

Da mesma forma, não houve interação ($P>0,05$) dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Schoultens et al. (2003) observaram que a redução de cálcio nas rações suplementadas com fitase aumentou o consumo de ração e o ganho de peso das aves; porém, assim como no presente trabalho, não se observou efeito

dos níveis de cálcio sobre a conversão alimentar, o que confirma também os resultados obtidos por Pizzolante (2000). Também, isoladamente, os níveis de fósforo disponível e cálcio, em rações suplementadas com fitase, não influenciaram ($P>0,05$) o desempenho das aves. Viveiros et al. (2002), ao reduzirem os níveis de Pdisp da dieta de 0,40 para 0,20%, na fase de 9 a 21 dias, observaram que a enzima fitase proporcionou resultado similar ao tratamento controle.

Os resultados obtidos com o uso de níveis reduzidos de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase são condizentes, de certa forma, com aqueles obtidos por Schoulten et al. (2003) e Silva et al. (2006), trabalhando com aves no período de um a 21 dias de idade. A fitase mostrou-se eficiente em liberar 0,15% do fósforo fítico, quando utilizada 500 FTU, corroborando as afirmações de Choct (2006) e, de certa forma, as observações de Quian et al. (1997) são adequadas e o uso da enzima fitase parece responder de forma satisfatória, quando os níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta são reduzidos e a relação cálcio/fósforo disponível mantida em 2:1, uma vez que, pelos resultados do presente trabalho, o desempenho das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível, com relação cálcio:Pdisp de 2:1, foi adequado, não diferindo do tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005).

Pela Tabela 8, quando comparado ao tratamento controle, nota-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) na porcentagem de cinzas ósseas entre os tratamentos que continham ração suplementada com fitase e aquela formulada com níveis nutricionais normais recomendados por Rostagno et al. (2005), sem adição da enzima, reafirmando os resultados obtidos por Quian et al. (1996). Porém, analisando o fatorial, observou-se que houve interação ($P<0,05$) dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta.

TABELA 8 - Porcentagem de cinzas nas tíbias de frangos de corte, no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Cinzas ósseas (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,88	0,78	0,68	0,58	
0,39	48,10 a	47,40	48,23	47,35	47,77
0,34	47,14 ab	47,19	48,53	48,19	47,76
0,29 (1)	46,56 b	48,23	48,13	48,63	47,89
Média	47,26	47,61	48,30	48,07	
Controle					47,2
Coefficiente de variação (%)			1,76		

Médias com letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$) (1)/ CZ= 52,3708 -6,14750X ($R^2=0,75$)

Os níveis de Pdisp apenas influenciaram ($P < 0,05$) a porcentagem de cinzas das aves quando se utilizou o nível de 0,88% de cálcio na ração, observando-se menor teor de cinzas ósseas quando se reduziu o Pdisp para 0,29%. Com esse resultado pressupõe-se que a elevação da relação cálcio/Pdisp da ração pode afetar a adequada mineralização óssea das aves, uma vez que, no presente caso, a relação cálcio/fósforo foi de 3:1 (0,88:0,29).

Entretanto, a porcentagem de cinzas ósseas aumentou linearmente ($P < 0,01$), à medida que se reduziram os níveis de cálcio na ração das aves que receberam essa ração com 0,29 % de Pdisp, assemelhando-se aos resultados encontrados por Quian et al. (1997), em que a mineralização óssea de frangos de corte, submetidos à ração à base de milho e farelo de soja, suplementada com

fitase, foi afetada pelos níveis de cálcio da ração, com redução dos teores de cinza dos ossos, à medida que o nível de cálcio foi elevado.

De acordo com os resultados de Schoulten et al. (2003), a deposição máxima de minerais nas tíbias aos 21 dias de idade foi estimada em 51,5%, com 0,55% de cálcio na ração, estando esse nível próximo ao utilizado no presente trabalho (0,58%). Quian et al. (1997) estimaram que o nível de 0,71% de cálcio na ração resultou na melhor mineralização óssea de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com 0,51% de fósforo total e níveis de cálcio variando de 0,56 a 1,02% e suplementada com 600 FTU/kg. Já Mitchell & Edwards Junior (1996) verificaram elevação no teor de cinzas da tíbia em frangos de 1 a 21 dias, quando aumentaram o nível de cálcio da ração de 0,63 a 0,99% em rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,55% de fósforo total e suplementada com 600 FTU/kg, resultados esses contrários aos obtidos neste experimento. De maneira geral, observou-se que os melhores resultados são obtidos quando a relação cálcio:P_{disp} da dieta aproxima-se ou são mantidos em 2:1, e que a mineralização óssea em frangos de corte que recebem rações suplementadas com fitase é afetada pelos níveis de cálcio da ração, estando de acordo com as observações de Quian et al. (1997). Pelos resultados obtidos, verifica-se que, de certa forma, o uso da enzima fitase responde de forma satisfatória, liberando 70% do fósforo fítico, quando os níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta são reduzidos e a relação cálcio/fósforo disponível é mantida em 2:1, uma vez que o percentual de cinzas ósseas das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível na ração, com relação cálcio:P_{disp} de 2:1, foram mais adequados.

Ensaio metabolismo – 8 a 21 dias

Os resultados de EMAn e CDMS da fase inicial (8 a 21 dias de idade) estão apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 - Energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da matéria seca por frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Energia Metabolizável – Kcal/Kg (MS)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,88	0,78	0,68	0,58	
0,39	3460*	3405*	3392	3290	3387
0,34	3455*	3392	3420*	3321	3397
0,29	3475*	3332	3402*	3298	3377
Média (1)	3463	3376	3405	3303	
Controle					3318
Coeficiente de variação (%)					1,41
Coeficiente de digestibilidade da matéria seca - (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,88	0,78	0,68	0,58	
0,39	76,31*	74,14	74,49	73,24	74,55 B
0,34	76,13	75,43	75,14	74,33	75,26 A
0,29	75,37	74,17	74,50	73,80	74,46 B
Média (2)	75,94	74,58	74,71	73,79	
Controle					74,24
Coeficiente de variação (%)					1,59

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

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

(1)/ % Ca: EM= 3056,78+452,445X (R²=0,77)

(2)/ %Ca: CDMS= 69,3241+7,32408X (R²=0,74)

Observa-se que os tratamentos com 0,88% de cálcio, em todos os níveis de P disp utilizados, 0,78% de cálcio com 0,39% de Pdisp e 0,68% de cálcio com 0,34% e 0,39% de P disp apresentaram EMAn superiores ao tratamento-

controle ($P < 0,05$), sendo observado incremento de até 4,73% na EMAn, confirmando os resultados de 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 proporciona valores de energia metabolizável aparente (EMA) superiores aos encontrados em uma ração com nível normal de fósforo e sem suplementação enzimática. Porém, não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio e de Pdisp para EMAn. A EMAn respondeu de forma linear aos níveis de cálcio da dieta ($P < 0,01$), observando-se redução quando se reduz os níveis de cálcio. Por outro lado, os níveis de Pdisp da ração não influenciaram a EMAn ($P > 0,05$).

Apenas o tratamento com os maiores níveis de cálcio e Pdisp utilizados apresentou CDMS superior ao tratamento-controle ($P < 0,05$). No entanto, houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio e de Pdisp para o CDMS, observando-se resposta linear aos níveis de cálcio da dieta ($P < 0,01$), havendo redução do CDMS quando se reduzem os níveis de cálcio, estando de acordo com os resultados obtidos por Schoulten et al. (2003) que, reduzindo os níveis de cálcio (1,30; 1,09; 0,88; 0,67 e 0,46%) em rações suplementadas com 600 FTU de fitase, observou que níveis mais baixos de cálcio na ração prejudicaram a digestibilidade da matéria seca. Por outro lado, os níveis de Pdisp influenciaram o CDMS ($P < 0,05$), apresentando melhor resultado no nível de 0,34% de Pdisp.

Silva et al. (2008), ao reduzir o teor de Pdisp em dietas suplementadas com fitase, observou não haver efeito do nível de Pd sobre os valores de EMAn e CDMS, semelhantemente aos resultados obtidos por Ibrahim et al. (1999). De modo geral, a EMAn e os CDMS das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível foi adequado, não diferindo do tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005), em

rações sem fitase. Embora tenha sido constatada redução linear da EMAn e CDMS em relação aos níveis de cálcio da ração, esse efeito não foi suficiente para afetar o desempenho ou a mineralização óssea das aves no período estudado.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os níveis nutricionais de cálcio e fósforo disponível da ração devem ser de 0,64 e 0,32%, na fase pré-inicial (1 a 7 dias); e de 0,58 e 0,29%, na fase inicial (8 a 21 dias), respectivamente, sem prejudicar o desempenho e a mineralização óssea de aves que recebem rações suplementadas com 500 FTU/kg de fitase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

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

LAURENTIZ, A. C. de. **Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental**. 2005. 131 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

LEESSON, S. Enzimas para aves. In: Simpósio Internacional sobre nutrição para aves. 1999. Campinas. **Anais...Campinas, FACTA**, 1999. p.173-185.

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

MITCHELL, R. D.; EDWARDS Jr., H. M. Effects of phytase and 1,25-Dihydroxicholecalciferol on phytate utilization and quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. **Poultry Science**, v.75, n.1, p.111- 119, 1996.

NAGATA, A. K. **Níveis de energia metabolizável e redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIZZOLANTE, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, C. D. Utilização da fitase na alimentação de frangos de corte: desempenho. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p. 45.

QUIAN, H.; VEIT, H. P.; KORNEGAY, E. T.; RAVINDRAN, V.; DENBOW, D. M. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibia bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 618-626, May. 1996.

QUIAN H.; KORNEGUEY 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. 1, p. 37-46, Jun. 1997.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, 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**, Edinburgh, v. 41, n. 2, p. 193-200, May 2000.

ROCHA, C.; OPALINSKI, M.; CASTRO, O. S.; MAIORKA, A.; FISCHER da SILVA, A. V. Impacto da adição de fitase sobre a digestibilidade de dietas pré-iniciais com diferentes DGMs. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2006 p.105.

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, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 141 p.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1190-1197, 2003.

SCHONER, F. J.; HOPPE, P. P.; SCWARZ, G.; WESCHE, H. Comparasion of microbial phytase and inorganic phosphate in male chickens – the influence on performance data, mineral retention and dietary calcium. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 69, n. 5, p.235-244, July 1993.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; ZANGERÔNIMO M. G. 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.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. ; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSARRI, E. J.; PEREIRA, C. R. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 840-848, maio/jun. 2006.

SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA. **SAEG**: versão 5.0. Viçosa, MG: UFV, 1993.

VIVEIROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activies in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1172-1183, Aug. 2002.

CAPÍTULO III

NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE NAS FASES DE CRESCIMENTO E FINAL.

RESUMO

Santos, Luziane Moreira dos. Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase nas fases de crescimento e final. In: _____. **Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase em diferentes fases de criação.** 2008. Cap. 3, p. 48-81. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Foram conduzidos ensaios de desempenho e metabolismo para se determinar os níveis de cálcio e fósforo disponível (Pdisp) em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). Utilizou-se, em cada ensaio, um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 + 1, em que os tratamentos, na fase de crescimento e final, foram constituídos de três níveis de Pdisp (0,36; 0,21 e 0,26%) e (0,33; 0,28 e 0,23%) e quatro níveis de cálcio (0,82; 0,72; 0,62 e 0,52%) e (0,76; 0,66; 0,56 e 0,46%), respectivamente, sendo as rações suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®), mais uma ração-controle, sem fitase, formulada com 0,41 e 0,38% de Pdisp e 0,82 e 0,76% de Ca, respectivamente, e demais níveis nutricionais recomendados pelas tabelas brasileiras. Nos ensaios de desempenho, conduzidos isoladamente, aos 35 e 42 dias de idade, avaliaram-se o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o teor de cinzas nas tíbias das aves. Nos ensaios de metabolismo, conduzidos simultaneamente aos ensaios de desempenho, determinaram-se os valores energéticos das rações e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS). Quando comparados ao tratamento-controle, houve diferença no CDMS na fase final, teor de cinzas ósseas e energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn) em ambas as fases. Houve interação dos níveis de cálcio e Pdisp nas características de desempenho e teor de cinzas ósseas, na fase final, e EMAn e CDMS, em ambas as fases. Os níveis de cálcio da dieta influenciaram as características de desempenho, o teor de cinzas ósseas, a EMAn e o CDMS, em ambas as fases. Os níveis de Pdisp influenciaram as características de desempenho e o teor de cinzas ósseas na fase final, a EMAn e o CDMS em ambas as fases. Conclui-se que os níveis de cálcio e fósforo disponível da ração podem ser reduzidos para 0,52 e 0,26% na fase de crescimento (22 a 35 dias) e para 0,56 e 0,28% na fase final (36 a 42 dias), respectivamente, sem afetar o desempenho e a mineralização óssea de aves que recebem rações suplementadas com fitase.

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

ABSTRACT

Santos, Luziane Moreira dos. Calcium and available phosphorus levels for broilers fed diets with phytase in the growing and finishing phases. In: _____. **Calcium and available phosphorus levels for broilers fed diets with phytase in different phases.** 2004. Chap. 3, p.48-81. Dissertation (Master in Zootecnia) – Federal University of Lavras, Lavras.¹

Performance and metabolism assays to determine the calcium and available phosphorus (aP) levels in diets supplemented with phytase for broilers in the growing (22 to 35 days) and finishing phases (36 to 42 days of age) were carried. It was used an experimental design completely randomized was used, in a factorial schedule 3 x 4 + 1 and the treatments in the growing and finishing phases were three aP levels (0.36; 0.31 and 0.26%) and (0.33; 0.28 and 0.23%) and four calcium levels (0.82; 0.72; 0.62 and 0.52%) and (0.76; 0.66; 0.56 e 0.46%), respectively, in which the diets were supplemented with 500 FTU of phytase enzyme/kg (Ronozyme P5000®), plus a control diet, whitout phytase, formulated with 0.41 and 0.38% of aP and 0.82 and 0.76% of calcium, respectively, and others nutritional levels according to brazilian tables. In the performance assays, carried isolately, at the 35 and 42 days of age feed intake, weight gain, feed conversion and bone ash were evaluated. In the metabolic assay, simultaneously at the performance assay, the diets energy values and dry matter digestibility coefficients (DMDC) were determinated. When compared with controls treatments, it was observed significative difference in the DMDC in the finishing phase, bone ash and AMEn in the two phases. It was observed interaction among aP and calcium levels in the performance characteristics and bone ash in the finishing phase, AMEn and DMDC in the two phases. The calcium levels influenced the performance characteristics and bone ash, AMEn and DMDC in the two phases. The aP levels influenced the performance characteristics and bone ash in the finishing phase, AMEn and DMDC in the two phases. It was concluded that nutritional levels of calcium and aP can be reduced to 0.52 and 0.26% in the growing phase and to 0.56 and 0.28% in the finishing phase, respectively, maintaining the performance and bone ash of broilers fed diets supplemented with phytase.

¹ **Guidance Committee:** Paulo Borges Rodrigues – UFLA (Adviser), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Antônio Gilberto Bertechini – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O fósforo está presente nas membranas celulares, estrutura óssea, DNA e RNA, além do ATP, além de estar envolvido em várias reações enzimáticas de transporte de oxigênio, e sua deficiência afeta o processo normal de crescimento das aves (Jordão Filho et al., 2006). Contudo, as rações de aves são compostas basicamente de ingredientes de origem vegetal, e a maior parte do fósforo contido nesses ingredientes está na forma de fitato, apresentando uma disponibilidade média de 30%. Assim, o fornecimento de fósforo disponível pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender às exigências nutricionais das aves, havendo necessidade de suplementação do fósforo na forma inorgânica. Segundo Noebauer et al. (2005), a interferência do fitato sobre a disponibilização do cálcio e do fósforo pode levar a um desequilíbrio na relação cálcio/fósforo e comprometer a produção.

Dessa forma, o fitato pode ser considerado fator antinutricional presente nos alimentos de origem vegetal utilizados nas rações avícolas, pois afeta diretamente a disponibilidade de cálcio e fósforo, além de outros minerais e, possivelmente, nutrientes, como aminoácidos. Esse fator antinutricional, além de elevar sensivelmente o custo das rações, aumenta a concentração daqueles minerais nas excretas, causando poluição ambiental e contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Reduzir a suplementação de fósforo inorgânico e aumentar a utilização do fósforo fítico pelo animal, pelo uso da enzima fitase, pode resultar na diminuição da excreção de fósforo, sem prejuízo ao desempenho das aves. A fitase exógena tem sido usada com sucesso nas rações de aves para liberar parte do fósforo, cálcio e outros minerais complexados na forma de fitato e, segundo Choct (2006), a fitase aumenta a disponibilidade do fitato entre 25 a 50-70%.

Portanto, sua utilização permite melhorar o aproveitamento de nutrientes, como o fósforo, os aminoácidos e a energia dos ingredientes. Segundo Borges et al. (1997), a fitase aumenta a biodisponibilidade do P em aproximadamente 50%, e reduz a sua excreção fecal e urinária em proporções semelhantes. Em trabalhos recentes, constatou-se 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; Silva et al ., 2008; Gomide et al., 2007; Nagata, 2006).

As características histológicas dos ossos de frangos são afetadas pela adição de fitase à ração (Quian et al., 1996). Ração com baixo fósforo não-fítico, suplementada com fitase, proporciona desenvolvimento ósseo similar aos obtidos com a ração suplementada com fósforo inorgânico e, segundo Laurentiz (2005), na determinação das exigências de fósforo para aves, as variáveis relacionadas aos ossos são mais sensíveis do que as relacionadas ao desempenho.

A atividade da fitase é influenciada por diversos fatores, entre eles o substrato ou matérias-primas vegetais utilizadas nas formulações de rações, níveis de cálcio e fósforo inorgânico da dieta (Ballam et al., 1984). A fitase é comprovadamente uma das enzimas exógenas que possibilita a formulação de rações com menores inclusões de fósforo inorgânico. Porém, para aproveitar os benefícios que o uso da fitase pode trazer para a avicultura, torna-se necessária a revisão dos níveis de inclusão de nutrientes, que são, sabidamente, afetados com o uso da enzima, dos quais, um de grande importância é o cálcio.

É necessário cuidado com o nível de cálcio na ração, pois níveis elevados afetam adversamente a eficiência da fitase, podendo até, dependendo do nível de cálcio, anular o efeito e, em consequência, causar deficiência de fósforo em rações formuladas com suplementação da enzima. Em recente trabalho de pesquisa, Schoulten et al. (2003) verificaram que os níveis de cálcio

da ração devem ser reduzidos proporcionalmente aos de fósforo na formulação da ração suplementada com fitase. Segundo Mitchel & Edwards Junior (1996), para uma maior solubilização do fitato no trato digestivo da ave, é necessário manter os níveis de fósforo e cálcio inorgânicos nos limites mínimos necessários. Alguns trabalhos indicam que os níveis elevados de cálcio na ração reduzem a absorção de Ca, P, Zn e Mn, mesmo com a adição da enzima fitase na dieta e com o baixo teor de P total. Assim, o presente trabalho foi conduzido objetivando-se avaliar o desempenho, o teor de cinzas nas tíbias das aves e determinar a energia metabolizável aparente corrigida e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias de idade), isoladamente, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível e cálcio, suplementadas com fitase.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), constando de quatro ensaios: dois de desempenho e dois de metabolismo, nos períodos de 22 a 35 (crescimento) e de 36 a 42 dias de idade (final), conduzidos isoladamente para evitar possíveis efeitos residuais de uma fase sobre a outra. Em todos os ensaios, utilizou-se um esquema fatorial $3 \times 4 + 1$ (três níveis de fósforo disponível – Pdisp x quatro níveis de cálcio, em rações suplementadas com a enzima fitase), mais uma ração-controle, com níveis nutricionais normais de Pdisp e cálcio, sem suplementação de fitase, e demais nutrientes com níveis nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, isonutrientes para cada fase experimental, exceto os níveis nutricionais de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, os quais foram reduzidos, e as rações suplementadas na proporção de 500 FTU da enzima fitase/kg. A composição em matéria seca, proteína bruta, cálcio e fósforo total dos ingredientes utilizados nas rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1-Matéria seca e composição em proteína bruta, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados nas rações experimentais¹

Ingredientes	Matéria seca	Proteína bruta	Cálcio	Fósforo
Milho	90,91	8,20	0,05	0,08
Farelo de soja	88,71	47,33	0,32	0,18
Fosfato bicálcico			24,24	18,69
Calcário			39,80	

1/ Valores determinados no Laboratório de Pesquisa Animal- DZO/UFLA

Ensaio I e III – Desempenhos (fases de crescimento – 22 a 35 dias e final – 36 a 42 dias de idade)

Na fase de crescimento, foram utilizados 1.300 pintos machos, da linhagem Cobb, que receberam uma ração padrão até os 21 dias de idade e, posteriormente, foram pesados e distribuídos aleatoriamente em boxes, onde receberam os tratamentos experimentais no período de 22 a 35 dias de idade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 aves cada uma, onde se utilizou um esquema fatorial 3 x 4 + 1, composto de três níveis de fósforo disponível – Pdisp (0,36; 0,31 e 0,26%) x quatro níveis de cálcio (0,82; 0,72; 0,62; 0,52%), em rações suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®) mais uma ração-controle, formulada com 0,41% de Pdisp e 0,82% de cálcio, e com níveis nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2005), sem suplementação de fitase. Na fase final, foram utilizados 1.040 pintos machos, que receberam uma ração padrão até os 35 dias de idade e, posteriormente, foram pesados e distribuídos aleatoriamente aos boxes, onde receberam os tratamentos experimentais no período de 36 a 42 dias de idade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 20 aves cada uma, onde se utilizou um esquema fatorial 3 x 4 + 1 composto de

três níveis de fósforo disponível – Pdisp (0,33; 0,28 e 0,23%) x quatro níveis de cálcio (0,76; 0,66; 0,56 e 0,46%), em rações suplementadas com 500 FTU da enzima fitase/kg de ração (Ronozyme P5000®), mais uma ração-controle, sem fitase, formulada com 0,38% de Pdisp e 0,76% de cálcio e demais níveis nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2005). As aves foram distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria, dividido em boxes, com piso coberto por cama de maravalha, em que cada boxe continha um comedouro tubular e um bebedouro pendular. Aos 35 e 42 dias de idade, respectivamente em cada ensaio de desempenho, avaliaram-se o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar durante o período experimental. Ainda, ao final do experimento, duas aves com peso médio da parcela foram sacrificadas, sendo retiradas as tíbias esquerdas, que foram então identificadas com placas de alumínio, para posterior determinação das cinzas ósseas. As tíbias foram descarnadas e fervidas; em seguida, foram retirados os resíduos de carne, cartilagem proximal e fíbula e acondicionadas em estufas para maior higroscopicidade, sendo desengorduradas com éter no extrator de gorduras e, após evaporação do éter, colocadas novamente na estufa a 105°C por 24 horas. As tíbias foram então moídas, homogeneizadas, pesadas e incineradas em mufla por seis horas na temperatura de 600°C e, novamente, pesadas após o resfriamento em dessecadores.

As rações e água foram fornecidas à vontade e a luz durante 24 horas diárias, entre luz natural e artificial. Diariamente foram anotadas as temperaturas máxima e mínima no galpão, cujos valores estão apresentados nas Tabelas 5B e 7B, do anexo.

Os níveis de cálcio e Pdisponível das rações foram ajustados por redução/aumento do calcário e fosfato bicálcico, e as respectivas substituições, por caulim, conforme demonstrado nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2 - Composição percentual e nutritiva das rações experimentais (22 a 35 dias)

Ingredientes (kg)	Níveis de fósforo disponível (%)												
	Controle	0,36				0,31				0,26			
		Níveis de cálcio (%)											
		0,82	0,72	0,62	0,52	0,82	0,72	0,62	0,52	0,82	0,72	0,62	0,52
Milho	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00
Farelo de soja	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70	31,70
Óleo de soja	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Sal	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
L-lisina HCL 99	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
DL-metionina 99	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Px minerais ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Px vitamínico ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Salinomicina 20%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Calcário	0,8	0,97	0,72	0,47	0,22	1,13	0,88	0,62	0,38	1,29	1,04	0,78	0,54
Fosfato bicálcico	1,63	1,36	1,36	1,36	1,36	1,09	1,09	1,09	1,09	0,82	0,82	0,82	0,82
Caulim	0,47	0,56	0,81	1,06	1,31	0,67	0,92	1,18	1,42	0,78	1,03	1,29	1,52
Fitase	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes³		Composição calculada											
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
PB (%)	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38	20,38
Lisina dig (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Met+Cist dig (%)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cálcio (%)	0,82	0,82	0,72	0,62	0,52	0,82	0,72	0,62	0,52	0,82	0,72	0,62	0,52
Pdisp (%)	0,41	0,36	0,36	0,36	0,36	0,31	0,31	0,31	0,31	0,26	0,26	0,26	0,26

1. Fornecimento por kg do produto: 110.000 mg Zn; 96.000 mg Fe; 20.000 mg Cu; 156.000 mg Mn; 1.400 mg I; 360 mg Se.

2. Fornecimento por kg do produto: 12.000 mg vit. B2; 30.000.000 UI vit. A; 6.000.000 UI vit. D3; 6.000 mg vit. B1; 12.000 mg vit B6; 60.000 mcg vit. B12; 240 mg Biotina; 3.000 mg ácido fólico; 30.000 mg ácido pantotênico; 8.000 mg vit. K3; 60.000 mg vit. E.

3. Considerando-se a PB e EM dos aminoácidos.

TABELA 3 - Composição percentual e nutritiva das rações experimentais (36 a 42 dias)

Ingredientes (kg)	Níveis de Fósforo disponível (%)												
	Controle	0,33				0,28				0,23			
	Níveis de cálcio (%)												
	0,82	0,72	0,62	0,52	0,82	0,72	0,62	0,52	0,82	0,72	0,62	0,52	
Milho	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	
Farelo de soja	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
Óleo de soja	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	
Sal	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	
L-lisina HCL 99	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
DL-metionina 99	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	
Px minerais ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
Px vitamínico ²	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Salinomicina 20%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Calcário	0,75	0,86	0,61	0,36	0,11	1,03	0,78	0,52	0,27	1,19	0,94	0,68	
Fosfato bicálcico	1,50	1,22	1,22	1,22	1,22	0,95	0,95	0,95	0,95	0,69	0,69	0,69	
Caulim	0,39	0,55	0,80	1,05	1,3	0,65	0,90	1,16	1,41	0,75	1,00	1,26	
Fitase	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Nutrientes ³		Composição calculada											
EM (kcal/kg)	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	3145	
PB (%)	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	18,91	
Lisina dig (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	
Met+Cist dig (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,66	0,56	0,46	0,76	0,66	0,56	0,46	0,76	0,66	0,56	
Pdisp (%)	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,28	0,28	0,28	0,28	0,23	0,23	0,23	

1. Fornecimento por kg do produto: 110.000 mg Zn; 96.000 mg Fé; 20.000 mg Cu; 156.000 mg Mn; 1.400 mg I; 360 mg Se.

2. Fornecimento por kg do produto: 12.000 mg vit. B2; 30.000.000 UI vit. A; 6.000.000 UI vit. D3; 6.000 mg vit. B1; 12.000 mg vit B6; 60.000 mcg vit. B12; 240 mg Biotina; 3.000 mg ácido fólico; 30.000 mg ácido pantotênico; 8.000 mg vit. K3; 60.000 mg vit. E.

3. Considerando-se a PB e EM dos aminoácidos.

Ensaio II e IV – Metabolismo (fases de crescimento e final)

Simultaneamente aos ensaios de desempenho, na fase de crescimento (22 a 35 dias de idade), 390 pintos machos, da linhagem Cobb, que também receberam a ração padrão até os 21 dias de idade, foram pesados e distribuídos aleatoriamente em uma sala de metabolismo, com ambiente parcialmente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura, com gaiolas de metabolismo em arame galvanizado, com dimensões de 50x50x50 cm, providas de bandejas coletoras de excretas. As aves receberam os mesmos tratamentos experimentais descritos para o ensaio de desempenho no período de 22 a 35 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições de 5 aves cada uma. Na fase final (36 a 42 dias de idade), 234 pintos machos receberam rações padrão até os 35 dias de idade, foram pesados e distribuídos aleatoriamente, recebendo os mesmos tratamentos experimentais do ensaio de desempenho no período de 36 a 42 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições de 3 aves cada uma. Os bebedouros utilizados foram do tipo infantil e os comedouros do tipo calha com borda para evitar desperdício.

Ao final do ensaio de metabolismo, utilizou-se um período de 3 dias de coleta de excretas (Rodrigues et al., 2005), utilizando-se a metodologia de coleta total. A coleta de excretas foi realizada em cada unidade experimental uma vez por dia. No período de coleta, foram instaladas, sob o piso das gaiolas, bandejas coletoras forradas com plásticos resistentes, para evitar perdas de excretas. O consumo de ração, fornecida à vontade a cada unidade experimental durante o período de coleta, foi registrado e as excretas coletadas diariamente foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Foram, então, descongeladas, homogeneizadas, pesadas e retiradas as alíquotas para secagem em estufas de circulação de ar a 60°C até peso constante, sendo, em seguida, moídas e acondicionadas para posteriores

análises laboratoriais de matéria seca, nitrogênio e energia bruta. As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO (UFLA). Para determinação da energia bruta das amostras das rações e excretas, foi utilizada a bomba calorimétrica modelo Parr – 1261. O método de Kjeldahl foi utilizado para análise dos teores de nitrogênio das rações e excretas. As temperaturas máxima e mínima no galpão durante o período experimental estão nas Tabelas 6B e 8B, do anexo.

Para os cálculos dos valores da EMAn das rações, foram utilizadas as fórmulas descritas por Matterson et al. (1965), conforme se descreve:

$$\text{EMAn da ração (kcal/kg)} = \frac{\text{MSing} \times \text{EBração} - \text{MSexc} \times \text{EBexc} - (8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{BN} = \frac{\text{MS ing} \times \% \text{ N da ração}}{100} - \frac{\text{MS exc} \times \% \text{ N exc}}{100}$$

Em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

MS ing = matéria seca ingerida

EB = energia bruta

MS exc = matéria seca excretada

EB exc = energia bruta excretada

BN = balanço de nitrogênio

Para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{CDMS} = \frac{\text{g de matéria seca ingerida} - \text{g de matéria seca excretada} \times 100}{\text{g de matéria seca ingerida}}$$

Em todos os ensaios, as análises estatísticas foram realizadas pelo pacote computacional, Sistema para Análises Estatísticas, Saeg (Sistema para Análise Estatística e Genética, 1993). Foi realizada análise global com todos os tratamentos, com o objetivo de se obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e para realizar o teste de Dunnet a 5%, comparando-se o tratamento-controle com cada um dos demais tratamentos. Para a comparação dos tratamentos no esquema fatorial, utilizou-se o teste de Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade, para os níveis de Pdisp, e análise de regressão, para os níveis de cálcio, quando significativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de desempenho - 22 a 35 dias

O desempenho das aves no período de 22 a 35 dias de idade está apresentado na Tabela 4, sendo observado que, quando comparado ao tratamento controle, não houve diferença significativa ($P>0,05$) em nenhuma das características de desempenho avaliadas. Da mesma forma, foi observado que não houve interação ($P>0,05$) dos níveis de fósforo disponível e cálcio da dieta sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Entretanto, observou-se que o consumo de ração aumentou linearmente ($P<0,05$) à medida que se reduziram os níveis de cálcio na ração, confirmando os resultados de Edwards Junior (1993), Sebastian et al. (1996), Quian et al. (1997) e Sebastian et al. (1997), os quais notaram redução no consumo de ração de frangos ao aumentarem o nível de cálcio da ração. Por outro lado, houve efeito quadrático dos níveis de cálcio sobre o ganho de peso e conversão alimentar ($P<0,05$), observando-se pior ganho de peso e conversão alimentar nos níveis de 0,719 e 0,68%, respectivamente. Os níveis de fósforo disponível não influenciaram ($P>0,05$) nenhuma das características de desempenho das aves, confirmando os resultados encontrados por Laurentiz et al. (2005), em que a utilização da fitase, quando se reduziram os níveis de P_{disp} na fase de crescimento, proporcionaram resultados similares ao tratamento-controle.

TABELA 4 – Desempenho de frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Consumo de ração – CR (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,82	0,72	0,62	0,52	
0,36	2138	2118	2167	2153	2144
0,31	2050	2086	2096	2150	2096
0,26	2072	2061	2109	2155	2099
Média (1)	2087	2088	2124	2152	
Controle					2172
Coefficiente de variação (%)	3,14				
Ganho de peso - GP (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,82	0,72	0,62	0,52	
0,36	1216	1192	1215	1223	1212
0,31	1161	1152	1142	1204	1188
0,26	1168	1142	1192	1249	1165
Média (2)	1182	1162	1183	1226	
Controle					1224
Coefficiente de variação (%)	4,49				
Conversão alimentar – CA (g/g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,82	0,72	0,62	0,52	
0,36	1,76	1,78	1,78	1,76	1,77
0,31	1,77	1,81	1,84	1,79	1,80
0,26	1,77	1,81	1,77	1,73	1,77
Média (3)	1,77	1,80	1,80	1,76	
Controle					1,77
Coefficiente de variação (%)	2,35				

(1)/ CR = 2268,0 – 231,3X (R² = 0,91)

(2)/ GP = 1969,5 – 2238,4X + 1556,5X² (R² = 0,99)

(3)/ CA = 0,986 + 2,403X – 1,767X² (R² = 0,99)

Pelos resultados obtidos, em comparação com a ração-controle, observa-se que a fitase mostrou-se eficiente em liberar 0,15% do fósforo fítico, quando utilizada em 500 FTU/kg de ração, confirmando as afirmações de Choct (2006)

e, de certa forma, as observações de Quian et al. (1997) são adequadas, já que o uso da enzima fitase parece responder de forma satisfatória quando os níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta são reduzidos e a relação cálcio/fósforo disponível mantida em 2:1, uma vez que, pelos resultados do presente trabalho, o desempenho das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível, com relação cálcio:Pdisp de 2:1, foi adequado, não diferindo do tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005).

Os resultados de cinzas ósseas dos frangos aos 35 dias de idade estão apresentados na Tabela 5. Nota-se que não houve diferença no teor de cinzas na tíbia entre os tratamentos ($P < 0,05$), quando comparados ao tratamento-controle. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio e Pdisp. Os níveis de Pdisp não influenciaram o teor de cinzas ($P > 0,05$). Porém, os níveis de cálcio influenciaram de forma quadrática ($P < 0,01$) o teor de cinzas nas tíbias, com menor teor de cinzas ósseas obtido no nível de 0,64% de Ca na ração. Observou-se que, pelos resultados obtidos, a fitase foi eficiente em disponibilizar 0,15% do fósforo fítico, quando utilizada em 500 FTU/kg de ração, confirmando, pela mineralização óssea, os resultados encontrados no desempenho das aves, e também as afirmações de Choct (2006).

TABELA 5 – Porcentagem de cinzas nas tíbias de frangos de corte aos 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com 500 FTU de fitase/kg de ração.

Cinzas ósseas (%)					
Cálcio (%)					Média
Pdisp (%)	0,82	0,72	0,62	0,52	
0,36	50,48	48,58	48,33	49,35	49,18
0,31	50,35	48,73	47,88	47,86	48,71
0,26	49,03	47,77	47,76	49,20	48,44
Média (1)	49,95	48,36	47,99	48,80	
Controle					49,94
Coefficiente de variação (%)				2,22	

(1)/ $CZ = 72,523 - 76,948X + 60,272X^2$ ($R^2=0,99$)

Os resultados do presente trabalho corroboram as afirmações de Schoulten et al. (2003), de que a exigência de cálcio para frangos, em rações com baixo fósforo e suplementadas com fitase, é inferior à exigência normalmente recomendada em tabelas de exigências nutricionais, indicando que a redução do nível de cálcio da ração deve ser proporcional à redução do nível de fósforo, em virtude da utilização da fitase, mantendo-se, dessa forma, uma relação Ca:P adequada. Assim, comparado à ração-controle, nota-se ser possível reduzir os níveis de cálcio e Pdisp até 0,52 e 0,26%, respectivamente, sem afetar o desempenho e mineralização óssea das aves, embora tenha sido observado menor teor de cinzas ósseas em ração com 0,64% de cálcio, independentemente do nível de Pdisp utilizado na ração.

Ensaio de metabolismo - 22 a 35 dias

Como se pode observar na Tabela 6, os tratamentos compostos pelos níveis de 0,82% de cálcio com 0,36% de Pdisp e 0,62% de cálcio com 0,36% de Pdisp apresentaram EMAn inferior ao tratamento-controle ($P < 0,05$), enquanto os tratamentos compostos pelos níveis de 0,82% de cálcio com 0,31% de Pdisp e 0,72% de cálcio com 0,26% de Pdisp apresentaram EMAn superior ao do tratamento-controle ($P < 0,05$), chegando a um incremento de até 3,07% na EMAn, não havendo diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os demais tratamentos e o tratamento controle. Os resultados obtidos assemelham-se aos encontrados 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 proporciona valores de energia metabolizável aparente (EMA) superiores aos encontrados em uma ração com nível normal de fósforo e sem suplementação enzimática. Por outro lado, não se observou diferença no CDMS entre os tratamentos e o tratamento-controle ($P > 0,05$). Porém, observa-se haver interação entre os níveis de cálcio e Pdisp das dietas ($P < 0,05$), tanto nos valores de EMAn quanto dos CDMS. Nota-se resposta cúbica ($P < 0,01$) dos níveis de cálcio quando se utilizou o nível 0,36% de Pdisp e resposta quadrática ($P < 0,01$) dos níveis de cálcio quando se utilizaram os níveis 0,31% e 0,26% de Pdisp, observando-se menores valores de EMAn em rações com 0,62; 0,64; e 0,66% de cálcio, respectivamente.

TABELA 6 – Energia metabolizável aparente corrigida e coeficiente de digestibilidade da matéria seca por frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase

Energia Metabolizável – Kcal/Kg (MS)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,82	0,72	0,62	0,52	
0,36 (1)	3233* c	3517	3356* b	3410 b	3379
0,31 (2)	3555* a	3484	3447 a	3502 a	3497
0,26 (3)	3425 b	3532*	3488 a	3460 ab	3476
Média	3404	3511	3430	3457	
Controle					3449
Coeficiente de variação (%)					1,35
Coeficiente de digestibilidade da matéria seca - (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,82	0,72	0,62	0,52	
0,36	75,88	77,29 ab	76,97	77,78 a	76,98
0,31 (4)	76,61	76,68 b	75,24	74,67 b	75,80
0,26 (5)	76,17	78,85 a	76,55	77,11 a	77,17
Média	76,22	77,61	76,25	76,52	
Controle					76,62
Coeficiente de variação (%)					1,84

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

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

(1)/ 0,36% Pdisp: EM= 31081,6-131130X+204133X²-104431X³ (R²=0,99)

(2)/ 0,31% Pdisp: EM= 4743,54-4034,26X+3156,47X² (R²=0,97)

(3)/ 0,26% Pdisp: EM= 2055,03+4428,35X-3350,54X² (R²=0,77)

(4)/ 0,31% Pdisp: CDMS= 70,9528+7,23519X (R²=0,87)

(5)/ 0,26% Pdisp: CDMS= 389,544-1471,04X+2270,72X²-1148,67X³ (R²=0,99)

Por outro lado, os níveis de Pdisp também influenciaram a EMAn ($P<0,01$) nos níveis 0,82%, 0,62% e 0,52% de cálcio, apresentando melhores resultados nas rações com 0,31% de Pdisp nos respectivos níveis de cálcio mencionados ou com 0,26% de Pdisp nos níveis mais baixos de cálcio (0,62 e 0,52%).

Para os CDMS, notou-se que os níveis de cálcio influenciaram de forma linear ($P<0,01$) quando se utilizou ração com 0,31% de Pdisp, com diminuição do CDMS quando se reduz o nível de cálcio da dieta, estando de acordo com os resultados obtidos por Schoultens et al. (2003) que, reduzindo os níveis de cálcio em rações suplementadas com 600 FTU de fitase, observaram que níveis mais baixos de cálcio na ração prejudicaram a digestibilidade da matéria seca. Por outro lado, o CDMS apresentou resposta cúbica ($P<0,01$) aos níveis de cálcio quando se utilizou 0,26% de Pdisp. Observa-se também que os níveis de Pdisp influenciaram o CDMS nos níveis de 0,72% e 0,52% de cálcio, inferindo-se melhores CDMS nas rações com 0,26% de Pdisp e 0,36% de Pdisp, respectivamente.

De modo geral, a EMAn e o CDMS das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível foi adequado, não diferindo do tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2005). Os resultados estão de acordo com os obtidos por Rocha et al. (2006), em que não houve diferença entre a energia metabolizável e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca com a suplementação da enzima fitase, em dietas com níveis reduzidos de cálcio e Pdisp, demonstrando efeito positivo da enzima, reduzindo, porém, até 0,35% o nível de Pdisp para aves na idade de 1 a 7 dias, que correspondeu a uma redução de 0,10% de Pdisp na ração suplementada com fitase.

Ensaio de desempenho – 36 a 42 dias de idade

O desempenho das aves no período de 36 a 42 dias de idade está apresentado na Tabela 7, onde nota-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) em nenhuma das características de desempenho avaliadas, quando comparadas ao desempenho de aves que receberam uma ração-controle, com níveis normais de cálcio e Pdisp, sem suplementação de fitase, podendo-se pressupor, nessas condições, que os níveis de cálcio e Pdisp podem ser reduzidos para 0,46 e 0,23%, respectivamente, sem comprometer o desempenho das aves. Entretanto, houve interação ($P<0,01$) dos níveis de cálcio e Pdisp para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração aumentou linearmente ($P<0,05$) à medida que se reduziram os níveis de cálcio quando se utilizou ração com 0,33% de Pdisp, e apresentou efeito cúbico ($P<0,05$) quando se reduziu o Pdisp para 0,28% e 0,23% de Pdisp. Os níveis de Pdisp influenciaram o consumo ($P<0,05$) quando a ração foi formulada com 0,76; 0,56 e 0,46% de cálcio, apresentando maior consumo nos níveis de 0,23; 0,23 e 0,33% de Pdisp utilizado, respectivamente.

Tabela 7 – Desempenho de frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

Consumo de ração – CR (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,76	0,66	0,56	0,46	
0,33 (1)	1308 b	1405	1412 a	1425 a	1388
0,28 (2)	1307 b	1393	1336 b	1408 a	1361
0,23 (3)	1424 a	1379	1425 a	1328 b	1389
Média	1346	1392	1391	1387	
Controle					1365
Coefficiente de variação (%)				3,64	
Ganho de peso - GP (g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,76	0,66	0,56	0,46	
0,33 (4)	642 b	702	680	711 a	684
0,28	659 b	684	644	688 a	669
0,23 (5)	718 a	712	691	634 b	689
Média	673	699	672	678	
Controle					682
Coefficiente de variação (%)				4,58	
Conversão alimentar – CA (g/g)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,76	0,66	0,56	0,46	
0,33	2,04	2,01 a b	2,08	2,01	2,03
0,28	1,98	2,04 a	2,08	2,04	2,04
0,23 (6)	1,98	1,94 b	2,07	2,10	2,02
Média	2,00	1,99	2,07	2,05	
Controle					1,99
Coefficiente de variação (%)				2,54	

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

(1)/ 0,33% Pdisp: CR= 1606,01-358,00X (R²=0,74)

(2)/ 0,28% Pdisp: CR= 10907,5-48473,1X+80903,9X²-44401,9X³ (R²=0,99)

(3)/ 0,23% Pdisp: CR= -7439,72+43794,8X-71391,8X²+38306,5X³ (R²=0,99)

(4)/ 0,33% Pdisp: GP= 795,74-184,00X (R²=0,61)

(5)/ 0,23% Pdisp: GP= 520,965+274,750X (R²=0,85)

(6)/ 0,23% Pdisp: CA= 2,30360-0,463943X (R²=0,67)

O ganho de peso respondeu linearmente ($P < 0,05$) aos níveis de cálcio da dieta nos níveis de 0,33 e 0,23% de Pdisp, aumentando-se o ganho de peso das aves quando se reduziram os níveis de cálcio no maior nível de Pdisp utilizado, o que confirma as observações de Schoulten et al.(2003) e Quian et al. (1997) de que a elevação do nível de cálcio reduziu linearmente o ganho de peso de frangos na fase inicial. Já no menor nível de Pdisp utilizado, houve diminuição do ganho de peso quando se reduziram os níveis de cálcio na ração.

A redução no ganho de peso de frangos de corte, em virtude da elevação do nível de cálcio da ração, provavelmente, se deve ao efeito antagônico que o cálcio causa sobre a absorção de outros minerais e também sobre a ação da fitase. A depressão da atividade fitásica reduz a disponibilidade dos minerais, o que leva à redução da absorção do fósforo e outros minerais complexados com o fitato, que são nutricionalmente importantes (Shafey et al., 1991). A redução da atividade da fitase, em função da elevação do nível de cálcio da ração, também foi comprovada em experimento de Quian et al. (1997).

Os níveis de Pdisp influenciaram o ganho de peso nos níveis de 0,76 e 0,46% de cálcio. Nota-se que no maior nível de cálcio utilizado, o nível de 0,23% de Pdisp apresentou o maior ganho de peso. Já no menor nível de cálcio utilizado na ração, o maior ganho de peso das aves foi quando se utilizou o nível de 0,33% de Pdisp. Porém, a conversão alimentar apresentou resposta linear ($P < 0,05$) aos níveis de cálcio da dieta quando se utilizou 0,23% de Pdisp, observando-se piora da conversão alimentar quando se reduziram os níveis de cálcio da dieta. Por outro lado, houve influência ($P > 0,05$) dos níveis de Pdisp sobre a conversão alimentar quando se utilizou 0,66% de cálcio na dieta, apresentando melhor conversão no nível de 0,23% de Pdisp. Os resultados são contrários aos observados por Sebastian et al. (1997), que verificaram piora na conversão alimentar ao aumentarem o nível de cálcio de rações suplementadas com fitase, porém, na proporção de 600 FTU/kg.

Os resultados de cinzas ósseas dos frangos no período de 36 a 42 dias estão apresentados na Tabela 8. Comparados ao tratamento-controle, nota-se que a mineralização óssea das aves que receberam os tratamentos constituídos de 0,56% de cálcio e 0,33% de Pdisp ou 0,46% de cálcio e 0,28% de P disp na ração apresentaram teor de cinzas na tíbia superior ($P<0,05$) ao tratamento-controle, sendo que os demais não diferiram significativamente ($P>0,05$).

TABELA 8 – Porcentagem de cinzas nas tíbias de frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

Cinzas ósseas (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,76	0,66	0,56	0,46	
0,33 (1)	46,13	47,06 ab	48,57*	46,91	47,17
0,28 (2)	46,14	46,03 b	48,57*	48,47*	47,30
0,23	46,18	48,35 a	46,96	47,44	47,23
Média	46,15	47,15	48,03	47,61	
Controle					45,94
Coefficiente de variação (%)				2,53	

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

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

(1)/ 0,33% Pdisp: CZ= 54,7696 – 15,5421X + 5,10235X² (R²=0,77)

(2)/ 0,28% Pdisp: CZ= 52,9349 – 9,31720X (R²=0,80)

Houve interação dos níveis de cálcio e Pdisp na dieta ($P < 0,05$), observando-se que o teor de cinzas nas tíbias das aves respondeu de forma quadrática ($P < 0,05$) aos níveis de cálcio quando se utilizou o nível de 0,33% de Pdisp, observando-se maior porcentagem de cinzas no nível de 0,58% de cálcio.

Por outro lado, o teor de cinzas apresentou resposta linear ($P < 0,01$) quando se utilizou 0,28% de Pdisp, aumentando o teor de cinzas quando se reduz o nível de cálcio da dieta, assemelhando-se aos resultados encontrados por Quian et al. (1997), em que a mineralização óssea de frangos de corte, submetidos à ração à base de milho e farelo de soja suplementada com fitase, foi afetada pelos níveis de cálcio da ração, com redução dos teores de cinza dos ossos à medida que o nível de cálcio foi elevado.

Os níveis de Pdisp influenciaram o teor de cinzas ósseas no nível de 0,66% de cálcio, apresentando maior teor de cinzas no menor nível de Pdisp utilizado na ração (0,23%), não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de Pdisp utilizados na ração quando essa continha 0,76; 0,56 ou 0,46% de cálcio.

Observou-se que, pelos resultados obtidos, a fitase foi eficiente em liberar 0,15% do fósforo fítico, quando utilizada na proporção de 500 FTU/kg de ração, confirmando as afirmações de Choct (2006). Pelos resultados obtidos, verifica-se que, de certa forma, o uso da enzima fitase responde de forma satisfatória quando os níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta são reduzidos, uma vez que o percentual de cinzas ósseas das aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível na ração assemelhou-se àqueles com níveis mais elevados desses elementos.

Ensaio de metabolismo – 36 a 42 dias

Conforme se observa na Tabela 9, apenas a ração contendo 0,66% de cálcio e 0,28% de Pdisp apresentou EMAn inferior ao tratamento-controle

($P < 0,05$); os demais valores foram similares ($P > 0,05$), podendo-se observar um incremento de até 2,19% na EMAn. Nota-se também que houve interação dos níveis de cálcio e Pdisp das dietas ($P < 0,01$), observando-se que a EMAn respondeu de forma quadrática ($P < 0,01$) aos níveis de cálcio quando se utilizou 0,33% de Pdisp na ração, obtendo-se melhor valor de EMAn da ração com o nível de 0,63% de cálcio. Por outro lado, a EMAn apresentou resposta cúbica aos níveis de cálcio quando se utilizou 0,28 e 0,23% de Pdisp.

TABELA 9 – Energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da matéria seca por frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

Energia Metabolizável – Kcal/Kg (MS)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,76	0,66	0,56	0,46	
0,33 (1)	3466	3446 b	3413 b	3528 a	3463
0,28 (2)	3468	3369* c	3504 a	3403 b	3436
0,23 (3)	3476	3551 a	3488 a	3536 a	3513
Média	3470	3455	3468	3489	
Controle					3475
Coeficiente de variação (%)					1,42
Coeficiente de digestibilidade da matéria seca - (%)					
	Cálcio (%)				Média
Pdisp (%)	0,76	0,66	0,56	0,46	
0,33	76,67	76,44 ab	76,76	76,75 a	76,66
0,28 (4)	76,30	75,49 b	76,51	73,70* b	75,50
0,23	76,83	77,69 a	76,19	77,23 a	76,99
Média	76,60	76,54	76,49	75,89	
Controle					77,48
Coeficiente de variação (%)					1,44

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

Médias distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$)

(1)/ 0,33% Pdisp: EM= 4774,61-4287,18X+3390,29X² ($R^2=0,81$)

(2)/ 0,28% Pdisp: EM= 13602,9+86905,6X-144998X²+79217X³ ($R^2=0,99$)

(3)/ 0,23% Pdisp: EM= 12426,7-45714,8X+76852,3X²-42366,7X³ ($R^2=0,99$)

(4)/ 0,28% Pdisp: CDMS= 53,3757+67,7925X-49,9979X² ($R^2=0,68$)

O efeito cúbico, quando se utilizou 0,28% de Pdisp, assemelha-se ao comportamento observado no consumo de ração e ganho de peso das aves, demonstrando que os resultados de EMAn estão coerentes com o desempenho das aves.

Relacionado aos níveis de Pdisp da ração, observa-se que esses influenciaram a EMAn ($P < 0,01$) quando se utilizaram os níveis de 0,66, 0,56 e 0,46% de cálcio, podendo-se observar melhores resultados nas rações com níveis 0,66% de cálcio com 0,23% de Pdisp, embora aquelas com 0,28% e 0,33% de Pdisp, respectivamente para os níveis de 0,56 e 0,46% de cálcio, não diferirem significativamente ($P > 0,05$).

Por outro lado, quando se compara os CDMS, observa-se que somente o tratamento composto por 0,46% de cálcio com 0,28% de Pdisp apresentou CDMS inferior ao do tratamento-controle ($P < 0,05$). Pode-se também observar que houve interação entre os níveis de cálcio e Pdisp da dieta ($P < 0,01$), ocorrendo resposta quadrática ($P < 0,01$) do CDMS aos níveis de cálcio da dieta com 0,28% de Pdisp, apresentando maior CDMS no nível de 0,68% de cálcio. Por outro lado, os níveis de Pdisp da dieta influenciaram o CDMS ($P < 0,01$) nos níveis de 0,66 e 0,46% de cálcio, em que os melhores CDMS podem ser obtidos quando o menor nível de Pdisp foi utilizado (0,23%) na ração.

Porém, os resultados estão de acordo com os obtidos por Rocha et al. (2006), em que não houve diferença entre a energia metabolizável e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca com a suplementação da enzima fitase, em dietas com níveis reduzidos de cálcio e Pdisp, demonstrando efeito positivo da enzima, porém, reduzindo até 0,35% o nível de Pdisp, para aves na fase pré-inicial. De modo geral, a EMAn e os CDMS de aves que receberam os níveis mais baixos de cálcio e fósforo disponível foi adequado, não diferindo do tratamento-controle, com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al.

(2005), em rações sem fitase, e também não afetou o desempenho bem como o teor de cinzas ósseas das aves.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os níveis nutricionais de cálcio e fósforo disponível da ração devem ser de 0,52 e 0,26% na fase de crescimento (22 a 35 dias) e de 0,56 e 0,28% na fase final (36 a 42 dias), respectivamente, sem afetar o desempenho e a mineralização óssea de aves que receberam rações suplementadas com 500 FTU/kg de fitase, embora o desempenho das aves que receberam rações sem fitase suplementar, com níveis de cálcio e Pdisp normais, seja semelhante àquele de aves que receberam rações com 0,46 e 0,23% de cálcio e Pdisp, suplementadas com 500 FTU/kg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLAM, G. C.; NELSON, T. S.; KIRBY, L. K. Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 333-338, Feb. 1984.
- 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**, Wageningen, v. 62, n. 1, p. 5-15. 2006.
- EDWARDS JUNIOR, H. M. Dietary 1,25-dihidroxycholecalciferol supplementation increases natural phytate phosphorus utilization in chickens. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 3, p. 567- 577, Mar. 1993.
- 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 Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1769-1774, Nov./dez. 2007.
- JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J. H. V.; FERNANDES, A.C.; TEIXEIRA, E. N. M.; RIBEIRO, M. L. G.; COSTA, F. G. P. Níveis de fósforo disponível e de fitase na ração de frangos de 22 a 42 dias. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2006. p.107.
- 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.
- LAURENTIZ, A. C. de. **Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental**. 2005. 131 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- LAURENTIZ, A. C.; JUNQUEIRA, O.M.; CASARTELLI, E. M.; MARQUES, R. H.; ASSUENA, V.; FILARDI, R. S. Efeito da fitase em dietas com diferentes

níveis de fósforo sobre o desempenho de frangos de corte. IN: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2005 p.89.

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

MITCHEL, R. D.; EDWARDS JUNIOR, H. M. Effects of phytase and 1,25-Dihydroxicholecalciferol on phytate utilization and quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 111- 119, Jun. 1996.

NAGATA, A. K. **Níveis de energia metabolizável e redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho, digestibilidade e excreção de nutrientes.** 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NOEBAUER, M.; ROSA, A. P.; KRABBE, E.; COLVERO, L. P.; FRANCO, E. V.; STEFFEN, R. P. Desempenho produtivo de poedeiras semi-pesadas alimentadas com diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2005. p. 103.

QUIAN, H.; VEIT, H. P.; KORNEGAY, E. T.; RAVINDRAN, V.; DENBOW, D. M. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibia bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 618-626, May 1996.

QUIAN H.; KORNEGUEY 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. 1, p. 37-46, Jun. 1997.

RAVINDRAN, V.; CABAUG, S.; RAVINDRAN, 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**, Edinburgh, v. 41, n. 2, p. 193-200, May 2000.

ROCHA, C.; OPALINSKI, M.; CASTRO, O. S.; MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA, A.V. Impacto da adição de fitase sobre a digestibilidade de dietas pré-iniciais com diferentes DGMs. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2006 p.105.

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, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, maio/jun. 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 141 p.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1190-1197, 2003.

ROCHA, C.; OPALINSKI, M.; CASTRO, O. S.; MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA, A. V. Impacto da adição de fitase sobre a digestibilidade de dietas pré-iniciais com diferentes DGMs. IN: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2006 p.105.

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, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 141 p.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CONTE, A. J.; SILVA, H. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.5, p.1190-1197. 2003.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R., P. C.. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 1760-1769, Dec. 1997.

SHAFEY, T. M.; McDONALD, M. W.; DINGLE, J. G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 1, p. 185-194, Mar. 1991.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; ZANGERÔNIMO M. G. 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.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. ; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSARRI, E. J.; PEREIRA, C. R. Redução dos níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte: desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 840-848, maio/jun. 2006.

SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA. **SAEG**: versão 5.0. Viçosa, MG: UFV, 1993.

VIVEIROS, 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.

ANEXO

ANEXO A	Pág.
TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	85
TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para energia metabolizável aparente para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	86
TABELA 3A – Análise de variância e coeficiente de variação para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	87
TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	88
TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para energia metabolizável aparente para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	88
TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de digestibilidade da matéria seca para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase	89

- TABELA 7A** – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 7 a 8 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase89
- TABELA 8A** – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase90
- TABELA 9A** – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase91
- TABELA 10A** – Análise de variância e coeficiente de variação para energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase92
- TABELA 11A** – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase93
- TABELA 12A** – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase94
- TABELA 13A** – Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase95
- TABELA 14A** – Análise de variância e coeficiente de variação para energia metabolizável para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase96

- TABELA 15A** – Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de digestibilidade da matéria seca para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase97
- TABELA 16A** – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase97
- TABELA 17A** – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase98

TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Consumo de ração					
Cálcio (Ca)	3	449,1575	149,7192	4,646421	P<0,01
Linear	1	305,2369	305,2369	9,472794	P<0,01
Quadrática	1	142,9679	142,9679	4,436899	P<0,05
Cúbica	1	0,9525415	0,9525415	0,029561	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	56,77411	28,38705	0,88097	NS
Interação Ca*Pdisp	6	111,1929	18,53216	0,575131	NS
Adicional vs Fatorial	1	85,02639	85,02639	2,638729	NS
(Tratamentos)	(12)	702,1509	58,51258	1,816	NS
Erro	39	1256,677	32,22248		
CV (%)		3,74			
Ganho de Peso					
Cálcio (Ca)	3	176,8676	58,95588	1,933447	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	64,24128	32,12064	1,05339	NS
Interação Ca*Pdisp	6	282,0239	47,00399	1,541487	NS
Adicional vs Fatorial	1				
(Tratamentos)	(12)	421,5482	35,12902	1,152	NS
Erro	39	1189,213	30,49263		
CV (%)		4,50			
Conversão alimentar					
Cálcio (Ca)	3	0,004402	0,001467	0,924429	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	0,000524	0,0002624	0,165356	NS
Interação Ca*Pdisp	6	0,018281	0,0030468	1,919554	NS
Adicional vs Fatorial	1	0,000437	0,000437	0,275874	NS
(Tratamentos)	(12)	0,023646	0,001970	1,241	NS
Erro	39	0,061904	0,001587		
CV (%)		3,22			

TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para EM para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	267669,8	89223,26	36,96	P<0,01
Fósforo disp (Pdisp)	2	48414,01	24207,01	10,02	P<0,01
Interação Ca*Pdisp	6	77916,43	12986,07	5,38	P<0,01
Ca dentro 0,42%	3	158712,5	52904,18		P<0,01
Pdisp				21,91	
Linear	1	9616,843	9616,843	3,98	NS
Quadrática	1	119296,4	119296,4	49,42	P<0,01
Cúbica	1	29799,34	29799,34	12,34	P<0,01
Ca dentro 0,37%	3	137905,7	45968,57		P<0,01
Pdisp				19,04	
Linear	1	1341,355	1341,355	0,55	NS
Quadrática	1	123962,6	123962,6	51,36	P<0,01
Cúbica	1	12601,74	12601,74	5,22	P<0,05
Ca dentro 0,32% Pdisp	3	48967,96	16322,66		P<0,01
Pdisp				6,76	
Linear	1	355,9123	355,9123	0,14	NS
Quadrática	1	31549,76	31549,76	13,07	P<0,01
Cúbica	1	17062,31	17062,31	7,06	P<0,01
Pdisp dentro 0,94% Ca	2	21624,66	10812,33	4,47	P<0,05
Pdisp dentro 0,84% Ca	2	82265,05	41132,52	17,04	P<0,01
Pdisp dentro 0,74% Ca	2	10282,61	5141,304	2,13	NS
Pdisp dentro 0,64% Ca	2	12158,12	6079,062	2,51	NS
Adicional vs Fatorial	1	50447,76	50447,76	20,90	P<0,01
(Tratamentos)	(12)	444448,0	37037,33	15,34	P<0,01
Erro	65	156880,7	2413,550		
CV (%)	1,76				

TABELA 3A – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	148,1670	49,38901	42,40925	P<0,01
Fósforo disponível (Pdisp)	2	7,625526			P<0,05
			3,812763	3,273935	
Interação Ca*Pdisp	6	31,70743			P<0,01
			5,284571	4,537744	
Ca dentro 0,42% Pdisp	3	62,30257	20,76752		P<0,01
Linear	1	40,37745	40,37745	17,83263	
Quadrática	1	17,75942	17,75942	34,67123	P<0,01
Cúbica	1	4,165696	4,165696	15,24962	P<0,01
Ca dentro 0,37% Pdisp	3	22,80481	7,601604		P<0,01
Linear	1	15,49133	15,49133	6,527335	
Quadrática	1	7,313488	7,313488	13,30206	P<0,01
Cúbica	1	0,0000015	0,0000015	6,279931	P<0,01
Ca dentro 0,32% Pdisp	3	94,76707	31,58903		P<0,01
Linear	1	91,73538	91,73538	27,12483	
Quadrática	1	0,6954997	0,6954997	78,77115	P<0,01
Cúbica	1	2,336151	2,336151	0,59721	NS
Pdisp dentro 0,94% Ca	2	7,947672	3,973836	2,006001	NS
Pdisp dentro 0,84% Ca	2	15,0917	7,504585		P<0,01
Pdisp dentro 0,74% Ca	2	6,733298	3,366649	6,444027	
Pdisp dentro 0,64% Ca	2	9,642802	4,821401	2,89087	NS
				4,140034	P<0,05
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1	0,888444	0,888444	0,7629	NS
Erro	(12)	188,3884	15,69904	13,480	P<0,01
CV (%)	65	75,69775	1,164581		
		1,56			

TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Consumo de ração					
Cálcio (Ca)	3	8309,583	2769,861	2,752903	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	524,5417	262,2708	0,260665	NS
Interação Ca*Pdisp	6	2704,292	450,7154	0,447956	NS
Adicional vs Fatorial	1	882,313	882,313	0,877	NS
(Tratamentos)	(12)	12420,73	1035,061	1,029	NS
Erro	39	39240,24	1006,160		
CV (%)		2,80			
Ganho de peso					
Cálcio (Ca)	3	2439,363	813,1209	0,800227	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	4593,307	2296,653	2,260234	NS
Interação Ca*Pdisp	6	2300,628	383,4380	0,377358	NS
Adicional vs Fatorial	1	236,996	236,996	0,233	NS
(Tratamentos)	(12)	9570,294	797,5245	0,785	NS
Erro	39	39628,39	1016,113		
CV (%)	4,41				
Conversão alimentar					
Cálcio (Ca)	3	0,01013592	0,003378641	1,08638	NS
Fósforo disponível (Pdisp)	2	0,0179533	0,008976682	2,886393	NS
Interação Ca*Pdisp	6	0,01748020	0,002913367	0,936774	NS
Adicional vs Fatorial	1	0,00010458	0,00010458	0,034	NS
(Tratamentos)	(12)	0,045674	0,003806167	1,224	NS
Erro	39	0,1212939	0,003110101		
CV (%)	3,55				

TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para EM para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	240286,9	80095,64	35,09702	P<0,01
Linear	1	184235,6	184235,6	80,72999	P<0,01
Quadrática	1	1029,334	1029,334	0,451043	NS
Cúbica	1	55021,91	55021,91	24,10999	P<0,01
Fósforo disponível (Pdisp)	2	4472,347	2236,174	0,979867	NS
Interação Ca*Pdisp	6	20196,62	3366,103	1,474989	NS
Adicional vs Fatorial	1	26723,43	26723,43	11,710	P<0,01
(Tratamentos)	(12)	291679,3	24306,60	10,651	P<0,01
Erro	65	148337,8	2282,121		
CV (%)	1,41				

TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	55,66351	18,5545	13,14905	P<0,01
Linear	1	48,27798	48,27798	34,21323	P<0,01
Quadrática	1	0,05571839	0,055718	0,039486	NS
Cúbica	1	7,329801	7,329801	5,194421	P<0,05
Fósforo disp(Pdisp)	2	13,77410	6,887048	4,880655	P<0,05
Interação Ca*Pdisp	6	4,832355	0,805393	0,570759	NS
Adicional vs Fatorial	1	1,051305	1,051305	0,745	NS
(Tratamentos)	(12)	75,32127	6,276772	4,448	P<0,01
Erro	65	91,72089	1,411091		
CV (%)	1,59				

TABELA 7A – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	6,995403	2,331801	2,735277	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	11,70071	5,850354	6,862652	P<0,01
Interação Ca*Pdisp	6	5,695719	0,949287	1,113543	NS
Adicional vs Fatorial	1	1,473688	1,473688	1,729	NS
(Tratamentos)	(12)	25,86552	2,155435	2,528	P<0,05
Erro	39	33,24718	0,8524917		
CV (%)	2,01				

TABELA 8A – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	7,693494	2,564498	3,60633	P<0,05
Fósforo disp (Pdisp)	2	0,151587	0,075793	0,10658	NS
Interação Ca*Pdisp	6	10,87499	1,812499	2,54883	P<0,05
Ca dentro 0,39% Pdisp	3	2,520252	0,840084	1,18137	NS
Ca dentro 0,34% Pdisp	3	5,991574	1,997191	2,80855	NS
Ca dentro 0,29% Pdisp	3	10,05666	3,352221	4,71406	P<0,01
Linear	1	7,558349	7,558349	10,62888	P<0,01
Quadrática	1	1,363055	1,363055	1,916788	NS
Cúbica	1	1,135256	1,135256	1,596447	NS
Pdisp dentro 0,88% Ca	2	4,867801	2,433901	3,423	P<0,05
Pdisp dentro 0,78% Ca	2	2,407081	1,203509	1,692437	NS
Pdisp dentro 0,68% Ca	2	0,3594505	0,1797253	0,252739	NS
Pdisp dentro 0,58% Ca	2	3,392313	1,696157	2,385225	NS
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	1,345909 20,06598	1,345909 1,672165	1,893 2,351	NS 0,02194
Erro	39	27,733345	0,7111142		
CV (%)					

TABELA 9A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Consumo de ração					
Cálcio (Ca)	3	35468,42	11822,81	2,666745	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	23246,17	11623,08	2,621694	NS
Interação Ca*Pdisp	6	11309,83	1884,972	0,425173	NS
Adicional vs Fatorial	1	12871,06	12871,06	2,903	NS
(Tratamentos)	(12)	82895,48	6907,957	1,558	NS
Erro	39	172903,5	4433,423		
CV (%)	3,14				
Ganho de peso					
Cálcio (Ca)	3	25820,39	8606,796	3,007306	P<0,05
Linear	1	13969	13969	4,880917	P<0,05
Quadrática	1	11625,18	11625,18	4,061962	P<0,05
Cúbica	1	226,2044	226,2044	0,079038	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	17485,54	8742,771	3,054817	NS
Interação Ca*Pdisp	6	10223,29	1703,882	0,595355	NS
Adicional vs Fatorial	1	4846,36	4846,36	1,693	NS
(Tratamentos)	(12)	58375,58	4864,631	1,700	NS
Erro	39	111616,5	2861,962		
CV (%)	4,49				
Conversão alimentar					
Cálcio (Ca)	3	0,01577426	0,005258085	3,011503	P<0,05
Linear	1	0,0007474081	0,0007474081	0,428069	NS
Quadrática	1	0,01498431	0,01498431	8,582079	P<0,01
Cúbica	1	0,000042535	0,000042535	0,024361	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	0,01056548	0,00528274	3,025624	NS
Interação Ca*Pdisp	6	0,009580073	0,001596679	0,914478	NS
Adicional vs Fatorial	1	00,000132117	00,000132117	0,076	NS
(Tratamentos)	(12)	0,03605193	0,003004328	1,721	NS
Erro	39	0,06808564	0,001745786		
CV (%)	2,35				

TABELA 10A – Análise de variância e coeficiente de variação para EM para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	112347,1	37449,04	17,15049	P<0,01
Fósforo disp (Pdisp)	2	190782,0	95391,02	43,68611	P<0,01
Interação Ca*Pdisp	6	211789,1	35298,18	16,16546	P<0,01
Ca dentro 0,36% Pdisp	3	251235,2	83745,07	38,35254	P<0,01
Linear	1	41505,27	41505,27	19,00812	P<0,01
Quadrática	1	79646,88	79646,88	36,47578	P<0,01
Cúbica	1	130083,1	130083,1	59,574	P<0,01
Ca dentro 0,31% Pdisp	3	63417,55	12139,18	5,559353	P<0,01
Linear	1	11455,45	11455,45	5,246238	P<0,05
Quadrática	1	23914,96	23914,96	10,9523	P<0,01
Cúbica	1	1047,140	1047,140	0,479557	NS
Ca dentro 0,26% Pdisp	3	36483,45	12161,15	5,569414	P<0,01
Linear	1	1129,751	1129,751	0,517391	NS
Quadrática	1	26945,96	26945,96	12,34041	P<0,01
Cúbica	1	8407,758	8407,758	3,850491	NS
Pdisp dentro 0,82% Ca	2	315707,3	157853,6	72,29185	P<0,01
Pdisp dentro 0,72% Ca	2	7104,740	3552,370	1,626871	NS
Pdisp dentro 0,62% Ca	2	54172,54	27086,27	12,40464	P<0,01
Pdisp dentro 0,52% Ca	2	25586,54	12793,27	5,858905	P<0,01
Adicional vs Fatorial	1	22,5	22,5	0,0103	NS
(Tratamentos)	(12)	514940,7	42911,72	19,652	P<0,01
Erro	65	141931,1	2183,555		
CV (%)	1,35				

TABELA 11A – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	20,25877	6,752923	3,37736	P<0,05
Fósforo disp (Pdisp)	2	30,46360	15,2318	7,61793	P<0,01
Interação Ca*Pdisp	6	29,11247	4,852078	2,42668	P<0,05
Ca dentro 0,36% Pdisp	3	11,68851	3,896172	1,94860	NS
Ca dentro 0,31% Pdisp	3	17,99073	5,996909	2,99924	P<0,05
Linear	1	15,70437	15,70437	7,85427	P<0,01
Quadrática	1	0,6102164	0,610216	0,30519	NS
Cúbica	1	1,676141	1,676141	0,83829	NS
Ca dentro 0,29% Pdisp	3	19,69198	6,563993	3,28286	P<0,05
Linear	1	0,4805073	0,480507	0,24031	NS
Quadrática	1	3,452655	3,452655	1,72678	NS
Cúbica	1	15,75884	15,75884	7,88152	P<0,01
Pdisp dentro 0,82% Ca	2	2,664873	1,332437	0,66639	NS
Pdisp dentro 0,72% Ca	2	15,03262	7,516308	3,75915	P<0,05
Pdisp dentro 0,62% Ca	2	9,742382	4,871191	2,43624	NS
Pdisp dentro 0,52% Ca	2	32,13618	16,06809	8,03617	P<0,01
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	0,03882 79,87366	0,03882 6,656139	0,019 3,329	NS P<0,01
Erro	65	129,9654	1,999467		
CV (%)	1,84				

TABELA 12A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração e ganho de peso para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Consumo de ração					
Cálcio (Ca)	3	17457,06	5819,021	2,309488	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	8246,292	4123,146	1,636419	NS
Interação Ca*Pdisp	6	69643,38	11607,23	4,606747	P<0,01
Ca dentro 0,33% Pdisp	3	34616,25	11538,75	4,579569	P<0,01
Linear	1	25632,80	25632,80	10,1733	P<0,01
Quadrática	1	7140,25	7140,25	2,833865	NS
Cúbica	1	1843,20	1843,20	0,73154	NS
Ca dentro 0,28% Pdisp	3	27096,00	9032,00	3,584675	P<0,05
Linear	1	12103,20	12103,20	4,803591	P<0,05
Quadrática	1	195,999	195,999	0,077789	NS
Cúbica	1	14796,79	14796,79	5,872639	P<0,05
Ca dentro 0,23% Pdisp	3	25388,19	8462,729	3,358739	P<0,05
Linear	1	11688,61	11688,61	4,639046	P<0,05
Quadrática	1	2678,063	2678,063	1,062886	NS
Cúbica	1	11021,51	11021,51	4,374283	P<0,05
Pdisp dentro 0,76% Ca	2	36352,67	18176,33	7,213931	P<0,01
Pdisp dentro 0,66% Ca	2	1405,167	702,5835	0,278846	NS
Pdisp dentro 0,56% Ca	2	18751,17	9375,584	3,721038	P<0,05
Pdisp dentro 0,46% Ca	2	21380,67	10690,33	4,242843	P<0,05
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	751,978 (96098,71)	751,978 (8008,226)	0,29845 (3,178353)	NS (P<0,01)
Erro	39	98265,00	2519,615		
CV (%)	3,64				
Ganho de peso					
Cálcio (Ca)	3	5850,167	1950,056	2,007051	NS
Fósforo disponível (Pdisp)	2	3321,792	1660,896	1,709439	NS
Interação Ca*Pdisp	6	28221,21	4703,536	4,841008	P<0,01
Ca dentro 0,33% Pdisp	3	11150,00	11150,00	11,47588	P<0,01
Linear	1	6771,20	6771,20	6,969104	P<0,05
Quadrática	1	840,999	840,999	0,865579	NS
Cúbica	1	3537,802	3537,802	3,641202	NS
Ca dentro 0,28% Pdisp	3	5212,688	1737,563	1,788347	NS
Ca dentro 0,23% Pdisp	3	17708,69	5902,897	6,075423	P<0,01
Linear	1	15097,51	15097,51	15,53877	P<0,01
Quadrática	1	2525,063	2525,063	2,598864	NS
Cúbica	1	86,11245	86,11245	0,088629	NS
Pdisp dentro 0,76% Ca	2	12790,17	6395,083	6,581994	P<0,01
Pdisp dentro 0,66% Ca	2	1575,167	787,5834	0,810602	NS
Pdisp dentro 0,56% Ca	2	4703,167	2351,583	2,420313	NS
Pdisp dentro 0,46% Ca	2	12474,50	6237,250	6,419548	P<0,01
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	17,321 (37410,49)	17,321 (3117,541)	0,017827 (3,208658)	NS (P<0,01)
Erro	39	37892,50	971,6027		
CV (%)	4,58				

TABELA 13A – Análise de variância e coeficiente de variação para CA para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	0,0527	0,0175	6,64295	P<0,01
Fósforo disp (Pdisp)	2	0,0018	0,00094	0,35762	NS
Interação Ca*Pdisp	6	0,0433	0,00721	2,72987	P<0,05
Ca dentro 0,33% Pdisp	3	0,0135	0,00450	1,70453	NS
Ca dentro 0,28% Pdisp	3	0,0184	0,00615	2,32763	NS
Ca dentro 0,23% Pdisp	3	0,0064	0,02134	8,07053	P<0,01
Linear	1	0,0430	0,04304	16,2785	P<0,01
Quadrática	1	0,0058	0,00582	2,20126	NS
Cúbica	1	0,0151	0,01515	5,73177	P<0,05
Pdisp dentro 0,76% Ca	2	0,0086	0,00430	1,62899	NS
Pdisp dentro 0,66% Ca	2	0,0205	0,01028	3,89086	P<0,05
Pdisp dentro 0,56% Ca	2	0,0003	0,00016	0,06055	NS
Pdisp dentro 0,46% Ca	2	0,0156	0,00784	2,96683	NS
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	0,0037 0,1012	0,00370 0,00843	1,40219 3,19150	NS P<0,01
Erro	39	0,1031	0,00264		
CV (%)	2,54				

TABELA 14A – Análise de variância e coeficiente de variação para EM para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	10295,11	3431,702	1,409144	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	72129,98	36064,99	14,8092	P<0,01
Interação Ca*Pdisp	6	123346,0	20557,67	8,4415	P<0,01
Ca dentro 0,33% Pdisp	3	42381,48	14127,16	5,80097	P<0,01
Linear	1	6843,023	6843,023	2,809919	NS
Quadrática	1	27587,07	27587,07	11,32795	P<0,01
Cúbica	1	7951,393	7951,393	3,265043	NS
Ca dentro 0,28% Pdisp	3	67203,55	22401,19	9,198496	P<0,01
Linear	1	1135,358	1135,358	0,466207	NS
Quadrática	1	2,216169	2,216169	0,00091	NS
Cúbica	1	66066,04	66066,04	27,12839	P<0,01
Ca dentro 0,23% Pdisp	3	24056,07	8018,689	3,292677	P<0,05
Linear	1	4053,927	4053,927	1,664645	NS
Quadrática	1	1103,861	1103,861	0,453273	NS
Cúbica	1	18898,30	18898,30	7,760121	P<0,01
Pdisp dentro 0,76% Ca	2	291,1630	145,5815	0,059779	NS
Pdisp dentro 0,66% Ca	2	100259,0	50129,51	20,58445	P<0,01
Pdisp dentro 0,56% Ca	2	28381,96	14190,98	5,827176	P<0,01
Pdisp dentro 0,46% Ca	2	66543,84	33271,92	13,66229	P<0,01
Adicional vs Fatorial	1	124,81	124,81	0,051	NS
(Tratamentos)	(12)	205895,9	17157,99	7,046	P<0,01
Erro	65	158295,1	2435,310		
CV (%)	1,42				

TABELA 15A – Análise de variância e coeficiente de variação para CDMS para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	5,857224	1,95240	1,6062	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	29,17058	14,5852	11,999	P<0,01
Interação Ca*Pdisp	6	31,23117	5,20519	4,2823	P<0,01
Ca dentro 0,33% Pdisp	3	0,3809792	0,126993	0,1044	NS
Ca dentro 0,28% Pdisp	3	29,40116	9,80038	8,0628	P<0,01
Linear	1	13,85199	13,8519	11,396	P<0,01
Quadrática	1	5,999770	5,99977	4,9360	P<0,05
Cúbica	1	9,549408	9,54940	7,8563	P<0,01
Ca dentro 0,23% Pdisp	3	7,306251	2,43541	2,0036	NS
Pdisp dentro 0,76% Ca	2	0,8897938	0,444896	0,366	NS
Pdisp dentro 0,66% Ca	2	14,58338	7,29168	5,9989	P<0,01
Pdisp dentro 0,56% Ca	2	0,9727640	0,486382	0,400	NS
Pdisp dentro 0,46% Ca	2	43,95581	21,9779	18,081	P<0,01
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	6,759386 (73,01836)	6,75938 (6,08486)	5,561 (5,006)	P<0,05 (P<0,01)
Erro	65	79,00719	1,21549		
CV (%)	1,44				

TABELA 16A – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	26,17253	8,724175	7,385	P<0,01
Linear	1	8,740623	8,740623	7,399	P<0,01
Quadrática	1	17,43119	17,43119	14,756	P<0,01
Cúbica	1	0,007227	0,007227	0,006	NS
Fósforo disp (Pdisp)	2	4,542013	2,271007	1,922	NS
Interação Ca*Pdisp	6	8,778977	1,463163	1,239	NS
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	5,00087 (44,49439)	5,00087 (3,707866)	4,233 (3,139)	NS (P<0,01)
Erro	39	46,07153	1,181321		
CV (%)	2,22				

TABELA 17A – Análise de variância e coeficiente de variação para cinzas ósseas para frangos de corte no período de 36 a 42 dias de idade, que receberam rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pdisp) e cálcio, suplementadas com fitase.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB
Cálcio (Ca)	3	22,31409	7,43803	5,236899	P<0,01
Fósforo disp (Pdisp)	2	0,06334963	0,031675	0,022301	NS
Interação Ca*Pdisp	6	21,85035	3,641725	2,564032	P<0,05
Ca dentro 0,33%	3	12,43482	4,144938		P<0,05
Pdisp				2,918333	
Linear	1	2,976744	2,976744	2,095838	NS
Quadrática	1	6,642254	6,642254	4,676616	P<0,05
Cúbica	1	2,815818	2,815818	1,982535	NS
Ca dentro 0,28%	3	21,78546	7,261821		P<0,01
Pdisp				5,112842	
Linear	1	17,36205	17,36205	12,22411	P<0,01
Quadrática	1	0,04165589	0,04165589	0,029329	NS
Cúbica	1	4,381760	4,381760	3,085069	NS
Ca dentro 0,23%	3	9,944160	3,314720		NS
Pdisp				2,3338	
Pdisp dentro 0,76%	2	0,00455939	0,00227969		NS
Ca				0,001605	
Pdisp dentro 0,66%	2	10,80578	5,402889		P<0,05
Ca				3,804021	
Pdisp dentro 0,56%	2	6,123324	3,061662		NS
Ca				2,155629	
Pdisp dentro 0,46%	2	4,980037	2,490018		NS
Ca				1,753151	
Adicional vs Fatorial (Tratamentos)	1 (12)	6,003010 (50,23080)	6,003010 (4,185900)	4,227 (2,947)	P<0,05 (P<0,05)
Erro	39	55,39215	1,420312		
CV (%)	2,53				

ANEXO B	Pág.
TABELA 1B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 1 a 7 dias de idade)	100
TABELA 2B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 1 a 7 dias de idade)	100
TABELA 3B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 8 a 21 dias de idade)	101
TABELA 4B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 8 a 21 dias de idade)	102
TABELA 5B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 22 a 35 dias de idade)	103
TABELA 6B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 22 a 35 dias de idade)	104
TABELA 7B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 36 a 42 dias de idade)	104
TABELA 8B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 36 a 42 dias de idade)	105

TABELA 1B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 1 a 7 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	16/01	30	22
2	17/01	30	21
3	18/01	29	25
4	19/01	31	24
5	20/01	33	26
6	21/01	34	23
7	22/01	31	25
Média		31	24

TABELA 2B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 1 a 7 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	16/01	27	26
2	17/01	26	25
3	18/01	28	25
4	19/01	28	26
5	20/01	30	27
6	21/01	29	27
7	22/01	30	28
Média		28	26

TABELA 3B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 8 a 21 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	11/06	31	19
2	12/06	30	18
3	13/06	30	19
4	14/06	30	18
5	15/06	33	19
6	16/06	30	17
7	17/06	32	19
8	18/06	30	21
9	19/06	26	19
10	20/06	27	19
11	21/06	27	20
12	22/06	28	22
13	23/06	27	17
14	24/06	28	16
15	25/06	30	18
Média		29	19

TABELA 4B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 8 a 21 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	11/06	32	25
2	12/06	33	25
3	13/06	26	25
4	14/06	26	24
5	15/06	27	21
6	16/06	27	23
7	17/06	32	24
8	18/06	27	25
9	19/06	27	25
10	20/06	26	19
11	21/06	26	24
12	22/06	26	24
13	23/06	26	23
14	24/06	26	24
15	25/06	25	24
Média		27	24

TABELA 5B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 22 a 35 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	06/02	26	22
2	07/02	26	22
3	08/02	25	22
4	09/02	29	22
5	10/02	31	22
6	11/02	30	21
7	12/02	24	20
8	13/02	26	21
9	14/02	26	20
10	15/02	29	20
11	16/02	31	21
12	17/02	31	21
13	18/02	32	20
14	19/02	30	21
15	20/02	31	22
Média		28	21

TABELA 6B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 22 a 35 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	06/02	28	25
2	07/02	27	25
3	08/02	29	25
4	09/02	29	21
5	10/02	30	22
6	11/02	30	21
7	12/02	25	18
8	13/02	26	19
9	14/02	25	18
10	15/02	27	20
11	16/02	29	25
12	17/02	29	26
13	18/02	30	21
14	19/02	30	26
15	20/02	30	25
Média		28	22

TABELA 7B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de desempenho durante o período experimental (fase 36 a 42 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	09/07	27	16
2	10/07	25	15
3	11/07	25	16
4	12/07	26	16
5	13/07	24	16
6	14/07	25	15
7	15/07	27	14
Média		26	15

TABELA 8B - Temperatura máxima e mínima no interior do galpão de metabolismo durante o período experimental (fase 36 a 42 dias de idade)

Dia	Data	Temperatura °C	
		Máxima	Mínima
1	09/07	26	21
2	10/07	27	21
3	11/07	26	22
4	12/07	27	21
5	13/07	24	22
6	14/07	25	23
7	15/07	26	22
Média		26	22