UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PLANOS NUTRICIONAIS COM A UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E FITASE PARA FRANGOS DE CORTE

ELISANGELA MINATI GOMIDE

2006

ELISANGELA MINATI GOMIDE

PLANOS NUTRICIONAIS COM A UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E FITASE PARA FRANGOS DE CORTE

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
Paulo Borges Rodrigues

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

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

Gomide, Elisangela Minati
Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte - Lavras: UFLA, 2006.
109 p. : il.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Fitase. 3. Desempenho 4.Características de carcaça 5. Metabolismo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.513

ELISANGELA MINATI GOMIDE

PLANOS NUTRICIONAIS COM A UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E FITASE PARA FRANGOS DE CORTE

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 06 de março de 2006.

Prof. Dr. Elias Tadeu Fialho. – DZO/UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas. – DZO/UFLA

Prof. Dr. Edison José Fassani – UNIFENAS

Dra. Renata Apocalypse Nogueira Pereira – DZO/UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus, pela vida, saúde e força, e por mostrar que é com as dificuldades que o homem evolui.

Ao meu pai Wilson pelas palavras de conforto nas horas em que eu mais estava precisando ouvi-las.

A minha mãe Neusa pelos momentos de descontração, mostrando que a vida é mais simples do que parece.

Ao meu namorado Sidnei pela ajuda incondicional, paciência, amor e companheirismo em todos os momentos.

A minhas irmãs pelo apoio.

DEDICO

A todas as pessoas que passaram pela minha vida e me ensinaram, de alguma forma, a ser uma pessoa melhor.

AGRADEÇO

A vida não é um corredor reto e tranqüilo que nós percorremos livres e sem empecilhos, mas um labirinto de passagens, pelas quais nós devemos procurar nosso caminho, perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída.

Porém, se tivermos fé, uma porta sempre será aberta para nós, não talvez aquela sobre a qual nós nunca pensamos, mas aquela que definitivamente se revelará boa para nós.

A J. Cronim

AGRADECIMENTOS

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

Ao Prof. Paulo Borges Rodrigues pela orientação e ensinamentos e por ter confiado em minha capacidade, concedendo a oportunidade de realizar este trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de estudos, concedida no período integral deste estudo.

Aos professores, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Elias Tadeu Fialho, Édison José Fassani (UNIFENAS), e à recém doutora Renata Apocalypse Nogueira Pereira pela colaboração e participação na banca examinadora.

Ao Prof. Antônio Gilberto Bertechini pelos valiosos ensinamentos.

Ao meu namorado Sidnei, que não mediu esforços para me ajudar em todas as etapas deste trabalho.

Aos futuros cunhados Luzia e Antônio Ricardo pelo apoio e hospitalidade.

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

À Ajinomoto Biolatina pela doação de alguns aminoácidos.

À todos os funcionários do setor de avicultura, em especial ao Luiz Carlos de Oliveira e Cláudio Borges de Oliveira, pela colaboração durante a condução dos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Suelba Ferreira de Souza, Márcio S. Nogueira, Eliana Maria Santos e José Virgílio, pelo auxílio nas realizações das análises laboratoriais.

Aos secretários Carlos Henrique de Souza, Pedro Adão Pereira e Keila Cristina Oliveira pela atenção, e aos demais funcionários do Departamento de Zootecnia pelo apoio.

Aos colegas de Pós-graduação Érin, Jerônimo, Juliana e Lousiane.

Às amigas Márcia, Alessandra, Tássia e Vanessa pelos risos.

Às alunas de graduação Tessiê, Juliana, Camila e Letícia pelo auxílio na condução dos experimentos.

Às estagiárias e bolsistas do departamento de ciências dos alimentos, Patrícia, Sandra, Gisele, Lizandra, Lisa, Suzana e Luciana, pela valiosa ajuda nas análises realizadas. Em especial à professora Maria Cristina Bressan pelo espaço concedido no laboratório de carnes. E às funcionarias Tina, Sandra e Cleuza.

A minha vizinha Dona Sonja pela amizade e acolhimento.

A Deus pela saúde e força, pois graças a ele eu posso aumentar a minha capacidade a cada dia.

Ao Lilico, meu cãoterapeuta, que sempre quebrava a rotina por alguns minutos.

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

BIOGRAFIA

ELISANGELA MINATI GOMIDE, nasceu em 01 de Junho de 1976, em São Paulo, SP. Graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) - MG em julho de 2003.

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

SUMÁRIO

RESUMO GERAL

GOMIDE, Elisangela Minati. **Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte** 2006. 109 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. [1]

Foram conduzidos dois ensaios de desempenho para avaliar o efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pd), com adição de fitase e aminoácidos, sobre o desempenho, características de carcaça e composição centesimal da carne de peito, no período de 1 a 42 dias de idade. Foram também realizados dois ensaios de metabolismo para avaliar excreção, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos das rações para frangos de corte no período de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de cincos planos nutricionais no primeiro ensaio de desempenho e de dois planos nutricionais no segundo ensaio de desempenho, com seis repetições de 25 aves por unidade experimental. No primeiro ensaio de desempenho os tratamentos foram PN1 = ração basal (21,4% PB - fase 1) + ração basal (19,3% PB - fase 2); PN2 = ração basal (21,4% PB - fase 1) + ração com 18% PB (fase 2); PN3 = ração basal (21,4% PB - fase 1) + ração com 16% PB (fase 2); PN4 = ração com 19% PB (fase 1) + ração com 16% PB (fase 2) e PN5 = ração com 17 % PB (fase 1) + ração com 16% PB (fase 2). No segundo ensaio de desempenho os tratamentos utilizados foram PN1= ração basal (21,4% PB- fase 1) + ração basal (19,3% PB - fase 2) e PN2 = ração com 19% PB (fase 1) + ração com 18% PB (fase 2). As rações basais foram formuladas de acordo com as recomendações das tabelas brasileiras. Nas rações com níveis reduzidos de proteína bruta foram adicionados aminoácidos sintéticos, com o objetivo de corrigir as possíveis deficiências em aminoácidos. Exceto na ração basal, foi reduzido o nível de fósforo disponível para 0,34% e 0,30% na primeira e segunda fases, respectivamente e de cálcio para 0,80% na primeira fase e 0,70% na segunda fase, adicionando-se, nas referidas rações, 500 FTU de fitase/kg de ração. Os planos nutricionais 4 e 5 afetaram negativamente o desempenho das aves. Porém, aves que receberam os PN2 e PN3 apresentaram desempenho semelhante àquelas que consumiram o plano controle (PN1). No segundo ensaio de desempenho o PN2 foi semelhante ao PN1. Os planos nutricionais avaliados

---

[1] **Comitê de Orientação:** Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Orientador); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA; Prof. Elias Tadeu Fialho – DZO/UFLA.

no primeiro ensaio de desempenho não afetaram o rendimento de carcaça e peito. Por outro lado, as aves que receberam ração basal nas duas fases de criação (PN1) apresentaram maior rendimento de coxa + sobre coxa. Observou-se aumento da porcentagem de gordura abdominal quando as aves receberam os planos nutricionais 3, 4 e 5. No segundo ensaio de desempenho observou-se aumento do rendimento de coxa+sobre coxa quando as aves receberam o PN2. Os rendimentos de carcaça, peito e porcentagem de gordura abdominal não foram influenciados pelos planos nutricionais avaliados. A porcentagem de proteína na carne de peito foi inferior quando as aves receberam os planos nutricionais 4 e 5, e o teor de extrato etéreo foi maior quando as aves receberam o PN5. No segundo ensaio de desempenho essas variáveis não foram influenciadas. Conclui-se, no primeiro ensaio de desempenho, que é possível reduzir o nível protéico das rações até 16% de PB na segunda fase (22 a 42 dias de idade) desde que a ração da primeira fase (1 a 21 dias de idade) seja basal, ou seja, com níveis nutricionais normais recomendados pela literatura brasileira. No segundo ensaio de desempenho conclui-se que é possível reduzir o nível protéico das rações para 19% na fase inicial (1 a 21 dias de idade) desde que a ração da segunda fase (22 a 42 dias de idade) seja formulada com 18% de PB, ressaltando-se que as rações com níveis reduzidos de PB devem ser suplementadas com aminoácidos e fitase. Quanto aos ensaios de metabolismo, observou-se que rações com níveis reduzidos de nutrientes, suplementadas com fitase, apresentaram maiores valores de energia metabolizável aparente corrigida e coeficiente de digestibilidade da matéria seca, exceto para ração com 18% de PB. A excreção de nitrogênio, cálcio e potássio foi menor quando as aves receberam ração com 19, 17 e 16% de PB, suplementadas com fitase. Houve redução de fósforo excretado quando as aves receberam ração com níveis reduzidos de nutrientes. A excreção de cobre e zinco não foi reduzida com a utilização de enzima fitase nas rações. Conclui-se que rações com níveis reduzidos de nutrientes, suplementadas com fitase e aminoácidos, possibilitam reduzir a excreção de nutrientes, minimizando o impacto ambiental das excretas.

GENERAL ABSTRACT

GOMIDE, Elisangela Minati. **Nutritional plans with the utilization of amino acids and phytase for broiler chickens.** 2006. 109 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil. [1]

Two performance trials were carried out to evaluate the effect of nutritional plans (NP) with reduced levels of crude protein (CP), calcium (Ca) and available phosphorus (AP) with addition of phytase and amino acids on the performance, carcass characteristics and centesimal composition of breast meat in the period of 1 to 42 days of age. Two metabolism trials were undertaken to evaluate excretion, nutrient digestibility and energy values of the broiler diets in the period of 1 to 21 and 22 to 42 days of age. The experimental design was completely randomized, being the treatments constituted of five nutritional plans in the first performance trial and two nutritional plans in the second performance trial with six replicates of 25 birds per experimental unit. In the first performance trial, the treatments were, NP1 – basal diet (21.4% CP - phase 1) + basal diet (19.3% CP- phase 2); NP2 = basal diet (21.4% CP-Phase 1) + diet with 18% CP (phase 2); NP3 = basal diet,4% CP - phase 1) + diet with 16% CP (phase 2); NP4 = diet with 19% CP (phase 1) + diet with 16% CP (phase 2); NP5 = diet 17 % CP (phase 1) + diet with 16% CP (phase 2). In the second performance trial, the treatments utilized were, NP1 – basal diet (21.4% CP - phase 1) + basal diet (19.3% CP- phase 2) and NP2 = diet with 19% CP (Phase 1) + diet with 18% CP (phase 2).The basal diets were formulated according to the recommendations of the Brazilian tables. In the diets with reduced levels of crude protein, synthetic amino acids were added with the objective of correcting the possible amino acid deficiencies. Except in the basal diet, the level of available phosphorus was reduced to 0.34% and 0.30% in the first and second phase, respectively and of the calcium to 0.80% in the first phase and 0.70% in the second phase, adding, in the refered diets, 500 FTU of phytase per kg of diet. Nutritional plans 4 and 5 affected negatively the birds performance. However, birds that had access to NP2 and NP3 presented performance similar to those which consumed the control plan (NP1). In the second performance trial, NP2 was similar to NP1. The nutritional plans evaluated in the first performance trial did not affect the carcass and breast yield. In addition, the birds fed with basal

---

[1] **Guidance committee:** Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Major Professor); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA; Prof. Elias Tadeu Fialho – DZO/UFLA.

diet in the two rearing phases (NP1) presented higher thigh + drumstick yield. Increase in the abdominal fat was found when the birds fed nutritional plans 3, 4 and 5. In the second performance trial, an increase of the thigh + drumstick yield was observed when the birds fed NP2. The carcass, breast yields and abdominal fat were not influenced by the evaluated nutritional plans. The percentage of protein in the breast meat was inferior when the birds fed nutritional plans 4 and 5 and ether extract content was higher when the birds fed with NP5. In the second performance trial, no characteristics evaluated were influenced. It was concluded the first performance trial that it is possible to reduce the protein level of the diets up to 16% of CP in the second phase (22-42 days of age) since the diet of the first phase (1 to 21 days of age) be basal, with normal nutritional levels recommended in the Brazilian literature. In the second performance trial, it was observed that it is possible to reduce the protein levels of the diets to 19% in the initial phase (1 to 21 days of age) and the diet of the second phase (22 to 42 days of age) be formulated with 18% of CP, since that the diets with reduced levels of CP should be supplemented with amino acids and phytase. According to the metabolism trials, it was observed that diet with reduced levels of nutrients, supplemented with phytase presented higher values of apparent metabolizable energy and digestibility coefficients of dry matter, except for diet with 18% of CP. The excretion of nitrogen, calcium and potassium was less when the birds fed with diets containing 19, 17 and 16% of CP, supplemented with phytase. A reduction of excreted phosphorus when the birds fed diets with reduced levels of nutrients was observed. The copper and zinc excretion was not reduced with the use of enzyme phytase in the diets. It was concluded that diets with reduced levels of nutrients, supplemented with phytase and amino acids enable to reduce nutrient excretion, minimizing the environmental impact of excreta.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil encontra-se, atualmente, em posição de destaque como o primeiro maior exportador e o terceiro maior produtor mundial de carne frangos. A produção de carne de frango em 1981 foi de 1,4 milhões de toneladas, já em 2005, essa produção foi de aproximadamente 9,5 milhões de toneladas (AVISITE, 2006) e as estimativas demonstram que a produção de carne de frango deve continuar crescendo nos próximos anos.

Em contrapartida, este aumento de produção gera o aumento da quantidade de dejetos avícolas, tornando-se motivo de preocupação quando se trata da preservação do meio ambiente, principalmente em áreas de intensa produção avícola, pois as excretas de aves possuem níveis consideráveis de N, P, Cu e Zn, elementos que têm contribuído para o aumento da poluição ambiental. Atualmente, estratégias nutricionais têm sido estudadas com o objetivo de melhorar a disponibilidade de nutrientes dos alimentos para os animais, reduzindo o nível de nutrientes eliminados através das excretas e o poder poluente das mesmas.

Durante alguns anos as rações para aves esteve baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de N x 6,25). No entanto, este conceito de formulação vem sendo cada vez mais questionado e discutido dentro da área científica e comercial, ficando cada vez mais evidente que rações formuladas com este conceito resultam em dietas com quantidades de aminoácidos superiores às necessidades reais dos animais, ocasionando aumento na excreção de nitrogênio e nos custos de produção. Com a disponibilidade de alguns aminoácidos sintéticos produzidos em escala comercial, tornou-se possível formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta, pois possíveis deficiências em

aminoácidos, em virtude da redução do nível protéico da ração, podem ser corrigidas com a inclusão desses aminoácidos.

A redução do nível de proteína bruta das dietas e a utilização de aminoácidos sintéticos objetiva o máximo uso de aminoácidos para a síntese protéica e o mínimo como fonte de energia, além de reduzir a quantidade de nitrogênio excretado, minimizando seus efeitos negativos para o meio ambiente.

Além da redução do nível de nitrogênio das excretas, os nutricionistas da área animal também têm se preocupado em reduzir o nível de fósforo das mesmas. As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal, que apresentam parte do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, que não é aproveitado pelas aves, as quais não sintetizam a enzima fitase. O fitato é um fator antinuticional que diminui significativamente a disponibilidade de fósforo para os monogástricos. No entanto, a adição de enzima fitase nas rações tem sido eficaz em liberar o fósforo dos ingredientes de origem vegetal. Além do fósforo, pesquisas recentes vêm mostrando efeito positivo da enzima fitase na disponibilidade de outros minerais como cálcio, cobre e zinco, além de aminoácidos e energia. O melhor aproveitamento dos nutrientes dos alimentos implica em menor excreção, diminuindo os efeitos negativos destes para o meio ambiente e permitindo a formulação de rações com menores quantidades de fontes inorgânicas de fósforo e de outros nutrientes.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de planos nutricionais para frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo e utilização de enzima fitase e aminoácidos sobre desempenho, características de carcaça, composição centesimal da carne de peito, digestibilidade e excreção de nutrientes e valores energéticos das rações. A combinação dos níveis de proteína para a elaboração dos planos nutricionais estudados teve como base os melhores resultados obtidos por Silva

(2004), Nagata (2005a,b), avaliando rações com níveis reduzidos de nutrientes no período de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Poder poluente da cama de frangos

A deposição da cama de aviário sobre o solo é uma prática comum, realizada principalmente nas áreas de intensa atividade avícola. Por ser um resíduo rico em nitrogênio e fósforo, a freqüente aplicação dos dejetos de aves como adubo pode ultrapassar o nível máximo desses elementos necessário ao desenvolvimento das plantas. Um aspecto importante quando se deseja utilizar a cama como fertilizante é proceder a análise química do resíduo, permitindo o cálculo da taxa de aplicação (Chapman, 1996).

Segundo (Williams et al., 1999), quando as taxas de aplicação são excessivas, os nutrientes excedentes levam à degradação da qualidade das águas Desse modo, os resíduos poluem o meio através da lixiviação e percolação de sais minerais e nutrientes responsáveis pela eutrofização dos corpos d'água, além da alteração do pH e da microbiota do solo (Pereira Neto, 1992).

Vários são os problemas decorrentes da deposição direta de cama de frango no solo, destacando-se a contaminação e aumentos na concentração de nitrogênio e fósforo nas águas de superfície, prejudicando a vida aquática (Edwards & Daniel, 1994; Sartaj et al., 1997) e o acúmulo de metais pesados no solo (Kelley et al., 1998), além da lixiviação dos mesmos para o lençol freático (Chang & Janzen, 1996).

Macêdo (2001) relata que quando o fósforo atinge a superfície das águas, ocorre o crescimento das algas, processo chamado de eutrofização. Depois, com a morte e deterioração das algas, ocorre uma diminuição na quantidade de oxigênio da água, criando um meio inadequado para os peixes e outros animais aquáticos, deixando ainda a água com odor e sabor indesejável.

Outro problema com a reciclagem de resíduos de aves, via solo, é a contaminação de águas subterrâneas com nitrato (NO_3^-). O nitrato é problema principalmente para as crianças, pois ele é reduzido a nitrito (NO_2^-) que, ligado a hemoglobina, diminui o transporte de oxigênio, condição conhecida como methemoglobina. Os nomes comuns para essas moléstias são cianoses ou síndrome do bebê azul, doenças que podem ser fatais (Dagnall, 1993).

Nos galpões de criação, principalmente os de frangos de corte, a proteína não digerida na dieta é depositada na cama como resíduos e é quebrada pelas bactérias em nitrogênio amoniacal (amônia - NH_3 e íon amônio NH_4). Altos níveis de gás NH_3 estão associados a elevado estresse respiratório, tanto das aves quanto dos funcionários no aviário.

Além desses, níveis relativamente baixos de cobre podem causar a morte de peixes, algas e fungos. Oliveira (1994) relatou que níveis pequenos de cobre, em torno de 0,025 a 0,2 mg/L, são tolerados pelos peixes. Também o excesso de zinco pode comprometer o desenvolvimento de peixes e algas.

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

Vários estudos têm sido realizados envolvendo a redução do teor protéico das rações suplementadas com aminoácidos sintéticos. Porém, ainda não ficou evidente até que ponto se pode reduzir o nível protéico da ração e quais aminoácidos devem ser suplementados sem afetar o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte.

Han et al. (1992) demonstraram que pintos na fase inicial alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com 19% PB, suplementados com metionina, lisina, treonina, arginina e valina, bem como com aminoácidos não

essenciais e ácido glutâmico, tiveram desempenho equivalente àqueles alimentados com a dieta de 23% PB. Dos 22 aos 42 dias de idade, as aves que receberam 16% PB, suplementadas com os mesmos aminoácidos, tiveram desempenho similar àquelas que receberam a dieta controle com 20% PB, não havendo, inclusive, diferença no teor de gordura corporal.

Utilizando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (15, 17 e 19% de PB) para pintos de corte na fase inicial, Silva (2004) concluiu que é possível reduzir a proteína bruta da ração até 17% sem afetar o desempenho, desde que suplementada com os aminoácidos sintéticos valina, arginina, treonina isoleucina, lisina e metionina e a enzima fitase.

No entanto, Rostagno et al. (2002a) realizaram estudos com pintos de corte de 8 a 21 dias de idade, utilizando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (19 e 18% de PB), e concluíram que as aves que receberam ração com 18% de PB apresentaram os piores ganhos de peso e conversão alimentar e a retirada do aminoácido glicina piorou o desempenho, enquanto a retirada de arginina, acido glutâmico valina e isoleucina não afetou o ganho de peso e a conversão alimentar. Segundo os autores, rações contendo 19% de proteína bruta necessitam ser suplementadas com glicina para conferir desempenho semelhante à ração controle, com 22% de PB, durante o fase inicial.

Por outro lado, Pinchasov et al. (1990), avaliando a influência da rações com proteína reduzida (23, 20 e 17%), suplementada com aminoácidos sintéticos, sobre o desempenho de frangos de corte de 7 a 21 dias de idade, concluíram que os frangos que receberam a dieta com PB reduzida e adequadamente suplementada com aminoácidos essenciais tiveram desempenho inferior ao daqueles alimentados com rações contendo 23% de PB, composta principalmente de proteína intacta.

Bregendahl et al. (2002) avaliaram dietas com níveis reduzidos de proteína bruta para frangos de corte no período de 7 a 21 dias (23% a 19%), sendo as dietas de baixa proteína suplementadas com todos os aminoácidos essenciais, mantendo-se o mesmo nível de potássio, igual ao da dieta controle, e suplementadas com ácido glutâmico, glutamina e asparagina ou com aminoácidos essenciais em 15, 30 ou 45% acima das recomendações do NRC (1994). Os autores observaram que o ganho de peso e a conversão alimentar foram prejudicados.

Costa et al. (2001) avaliaram rações para frangos de corte, com níveis reduzidos de proteína bruta (22,5 a 20,0%) na fase inicial e (19,5 a 17,5%) na fase de crescimento. Foram mantidas as relações lisina: metionina+cistina, treonina, triptofano e arginina. Com base nos resultados de desempenho, os autores concluíram que a exigência de proteína bruta é de 22,4% e 19,5% na fase inicial e na fase de crescimento, respectivamente.

Hussein et al. (2001) administraram dietas com 17,5% de PB para frangos de corte na fase inicial, suplementadas com aminoácidos essenciais sintéticos para evitar a ocorrência de deficiência. O ganho de peso e a conversão alimentar foram piores em relação à dieta controle (23% de PB). Os autores fizeram ainda suplementações adicionais de energia, treonina, triptofano, arginina, isoleucina e ácido glutâmico, sem sucesso na recuperação do desempenho.

A idade da ave é um fator importante, pois na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) os estudos demonstram que as aves são menos sensíveis à redução do nível protéico das rações. No entanto, os resultados também são controversos. Rostagno et al. (2002b) realizaram um estudo com frangos de corte de 22 a 40 dias de idade, utilizando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta 18, 17 e 16% de PB, isoenergéticas (3100kcal EM/kg), todas com o

mesmo nível de lisina, metionina, treonina, arginina e colina, corrigidas nutricionalmente com aminoácidos e potássio, e concluíram que a proteína bruta pode ser reduzida até o limite de 16%, desde que haja correção dos níveis de aminoácidos e do balanço eletrolítico.

Silva (2004) utilizou dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (18, 16 e 14% PB), concluindo que para a fase de crescimento é possível reduzir a proteína bruta da ração até 14% sem afetar o desempenho, desde que suplementada com os aminoácidos sintéticos valina, arginina, treonina isoleucina, lisina, triptofano, fenilalanina, lisina e metionina e a enzima fitase.

Lisboa et al. (1999) avaliaram o desempenho de três linhagens de frangos de corte alimentados com rações com diferentes níveis de PB (16,5; 18,0; 19,5 e 21,0%) e suplementadas apenas com metionina e lisina, no período de 22 a 42 dias de idade. Constataram redução no crescimento e pior conversão alimentar à medida que o nível protéico da ração foi decrescendo, o que, segundo os autores, o resultado encontrado pode ser atribuído ao desbalanceamento de aminoácidos, visto que as rações com menores teores de PB, não foram corrigidas com treonina, considerado outro aminoácido limitante em rações com baixos níveis de proteína bruta.

Apesar do grande número de estudos realizados, avaliando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, há controvérsias quanto aos resultados, e isso pode estar relacionado com as diferenças nas condições experimentais, como ambiente, clima, densidade, composição da dieta, linhagem e forma de condução do experimento, enfim, vários fatores que podem influenciar os resultados finais.

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

Costa et al. (2001), utilizando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta somente na fase de crescimento (17,5; 18,0; 18,5; 19,0 e 19,5%) constataram que a redução do nível protéico das rações não influenciaram o rendimento de carcaça e o rendimento de filé de peito. No entanto, ao se elevar a ingestão protéica pelo aumento da proteína na ração, observou-se maior rendimento de peito com osso. Em relação à gordura abdominal, as aves que receberam mais proteína na ração depositaram significativamente menos gordura do que aquelas que receberam ração com 17,5% de PB, indicando que, talvez, a redução severa no nível de proteína das dietas, mesmo sendo estas suplementadas com aminoácidos, não constitui o balanço de aminoácidos das mesmas, levando neste caso, ao catabolismo de aminoácidos e à conseqüente deposição de gordura na carcaça.

O rendimento de carne de peito é o componente da carcaça com maior valor financeiro se considerarmos a ave como um todo. Uma vez que exista alguma limitação no fornecimento de aminoácidos na dieta, a deposição de carne de peito será o primeiro local de síntese de proteína a ser afetado (Araújo, 2001).

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

Dari (1996) avaliou o efeito da redução da proteína bruta da ração de 20% para 18,2% sobre a composição de carcaça de frangos de corte e constatou

que o rendimento de carcaça não foi influenciado pela redução do nível de PB das rações. Por outro lado, o nível de 18,2% de PB proporcionou menor rendimento de peito e maior porcentagem de gordura abdominal.

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

Apesar de a redução do nível de proteína bruta da ração ser benéfico para o meio ambiente, de certa forma prejudica as características de carcaça, aumentando a gordura abdominal nos frangos de corte.

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

Como uma das vantagens em fornecer rações com níveis reduzidos de proteína bruta para frangos de corte pode-se citar a redução da excreção de nitrogênio para o meio ambiente. O nitrogênio é um dos mais sérios contaminastes do meio ambiente, além de contribuir significativamente para a produção de gases no interior do galpão.

Ferguson et al (1998) realizaram um experimento para verificar o efeito do nível protéico sobre a concentração de NH_3 no ar e a excreção de N para a fase de 22 a 43 dias. Os autores verificaram redução na concentração de NH_3 no ar, da umidade da cama e da excreção de N com níveis baixos de proteína na ração.

Kerr & Kidd (1999) verificaram que a formulação de ração utilizando o conceito de aminoácidos ideal combinado com a suplementação de aminoácidos sintéticos reduziu a excreção de nitrogênio pelas aves. Os resultados obtidos por esses autores mostraram que a redução no teor de PB de 19,4% para 18,2%,

suplementada ou não com treonina, diminuiu a excreção de nitrogênio de 1,3g/ave/dia para 0,95g/ave/dia, representando uma diminuição de 22,8% na excreção por unidade de redução de PB.

Blair et al. (1999) avaliaram o efeito de dietas com teores de PB variando entre 21% e 18%, suplementadas com lisina, metionina + cistina, treonina e triptofano nos níveis de 90%, 100% e 110% dos utilizados pela indústria, para frangos de corte no período de 3 a 6 semanas de idade, sobre a excreção de nitrogênio. Estes autores verificaram que a redução da PB da dieta de 21% para 18% resultou em mais de 20% de redução na excreção diária de nitrogênio e que as aves que consumiram a ração com 18% de PB + 110% de suplementação de aminoácidos apresentaram a maior redução na excreção de nitrogênio.

Também Cauwenberghe & Burnham (2001) verificaram que é possível uma redução na excreção de nitrogênio de 10% a 15% em aves que consumiram rações com PB reduzida suplementadas com aminoácidos e que uma redução de 1% no teor de PB da dieta diminuiu a excreção de nitrogênio em 10%.

2.5 Fitase na nutrição de aves

Geralmente, as rações de aves são formuladas basicamente com milho e farelo de soja e, nesses ingredientes, assim como em qualquer outro ingrediente vegetal, o conteúdo de fósforo apresenta uma disponibilidade de apenas 33%, à exceção do farelo de arroz, cuja disponibilidade do fósforo é de 20% (Rostagno et al., 2000). A indisponibilidade de quase $^2/_3$ do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal ocorre porque ele se encontra ligado ao inositol, formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato de inositol, um ânion reativo que pode formar complexos orgânicos minerais nutricionalmente importantes, com o cálcio, zinco, manganês, cobre e ferro, representando um dos principais

fatores antinutricionais que afetam a disponibilidade desses minerais para monogástricos (Banks et al., 2004; Batal et al., 2001; Biehl et al., 1995; Persson et al., 1998; Ravidran et al., 1995).

Até recentemente, acreditava-se que o ácido fítico era fator limitante apenas para o fósforo presente nos ingredientes vegetais; contudo, estudos mostram que o efeito prejudicial da molécula de ácido fítico, em monogástricos, vai além da diminuição da disponibilidade do fósforo, comprometendo também a utilização de outros nutrientes.

Penz Jr. (1998) relacionou um efeito negativo do ácido fítico sobre a digestibilidade de aminoácidos a disponibilidade do fósforo e um comprometimento na absorção de cálcio e outros microminerais (cobre e zinco, por exemplo), o que ocasiona maior excreção destes nutrientes.

Quanto à produção de fitase endógena pelas aves existem controvérsias. Sugere-se que aves adultas podem sintetizar alguma fitase intestinal. Entretanto, vários pesquisadores (Maenz & Classen, 1998; Nelson et al., 1968; Simons, et al., 1990) afirmaram que a capacidade do frango de corte para o aproveitamento do fósforo fítico é limitada e a produção de fitase endógena é insignificante.

Estudos têm demonstrado que o aproveitamento do fósforo fítico pode ser melhorado com a utilização de enzimas exógenas, como a fitase, que é capaz de hidrolisar o fósforo fítico, liberando outros nutrientes além do fósforo (Lan et al., 2002; Rutherfurd et al., 2004; Viveiros et al., 2002).

Tejedor (2001) observou que a adição de fitase em dieta inicial à base de milho e farelo de soja para pintos de corte melhorou o ganho de peso em 3,4% e 2,8 % quando as aves receberam ração com 500 e 750 FTU de fitase/kg de ração, respectivamente. Os níveis de fitase utilizados também melhoraram a conversão alimentar, o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, fósforo, cálcio e a energia digestível ileal aparente.

Lan et al. (2002) suplementaram dietas deficientes em fósforo disponível (0,24% na fase inicial e 0,23% na fase de crescimento) com 0, 250, 500, 750 e 1000 FTU de fitase/kg de dieta e observaram que no período total do experimento, a suplementação de 250 FTU de fitase/kg de ração foi suficiente para aumentar o ganho de peso em 14,8%.

Laurentiz (2005), avaliando dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível (0,41%, 0,33%, 0,25 %e 0,17%), suplementadas ou não com fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg de ração), na fase de 22-35 dias de idade, observou que a adição de 500 FTU/kg de ração foi suficiente para garantir o desempenho de frangos de corte submetidos a rações com níveis de fósforo disponível reduzidos em média, 18 e 36% em relação ao ideal. Segundo o autor, independentemente dos níveis de fitase, a redução do fósforo disponível das rações proporcionou redução do fósforo das excretas.

Silva (2004) relatou melhora de 11,2% no coeficiente de retenção e redução de mais de 50% na excreção relativa de fósforo, na fase inicial (1 a 21 dias de idade), quando as aves receberam ração com 0,34% de fósforo disponível, suplementada com 500 FTU/ kg de ração. A mesma autora relatou que a excreção de fósforo e cálcio das que consumiram rações com teores de fósforo e cálcio reduzidos suplementadas com 500 FTU/kg, na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), correspondeu a 51,2% e 69,5% da excreção de cálcio e fósforo das aves que consumiram ração controle.

Em revisão realizada por Sebastian et al. (1998), ficou demonstrado que a adição de fitase microbiana em dietas para aves melhora a retenção de fósforo, cálcio, zinco e cobre sob condições em que a suplementação de quantidades de fontes inorgânicas desses elementos foi subótima. Dessa maneira, a excreção de fósforo, cálcio, cobre, zinco e nitrogênio no ambiente pode ser reduzida quando as dietas forem suplementadas com fitase.

Algumas pesquisas indicam que a utilização de fitase também apresenta efeito sobre a digestibilidade de outros nutrientes, tais como proteínas e aminoácidos (Sebastian et al., 1997) e melhora a utilização de energia das rações (Ravindran, 2001).

Ravindran & Bryden (1997) relataram que o fitato inibe a ação das enzimas proteolíticas, formando complexos fitato-proteína ou fitato-mineral-proteína, reduzindo a sua utilização. Segundo os autores, a enzima fitase hidrolisa a ligação fósforo-proteína, remove os efeitos proteolíticos negativos do fitato nas enzimas endógenas e aumenta a digestão e absorção de proteínas e aminoácidos.

A suplementação com fitase no nível de 600 FTU/kg em dietas à base de milho e farelo de soja com reduções nos níveis de lisina, aminoácidos sulfurosos e energia metabolizável (2, 1 e 0,5%, respectivamente) resultou em ganho de peso aos 42 dias de idade, semelhante ao obtido com aves alimentadas com dieta controle (níveis normais de nutrientes), embora a conversão alimentar não tenha sido melhorada pela adição de enzima (Zhang et al., 1999).

Lan et al. (2002), ao avaliarem os valores de energia metabolizável de rações à base de milho e farelo de soja, observaram que a adição da fitase microbiana nos níveis de 250 e 500 FTU/kg em rações com baixo nível de fósforo proporcionou valores de energia metabolizável aparente (EMA) superiores aos encontrados em uma ração com nível normal de fósforo e sem suplementação enzimática. Incremento na utilização da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) também foi observado por Farrel et al. (1993)

Os mecanismos que descrevem os efeitos da enzima sobre a utilização de energia são desconhecidos. Sabe-se que a melhora na digestibilidade das proteínas é, em parte, responsável pelo aumento da energia disponível. Porém,

dados de Ravindran et al. (2000) mostraram que a fitase promove aumento na utilização de energia independentemente dos efeitos sobre a digestão de aminoácidos. Isso ocorre pelo fato de que, no trato digestório, os minerais complexados com o ácido fítico formam, juntamente com os lipídeos, reações de saponificação, prejudicando a utilização de lipídeos. A enzima fitase, neste caso, age liberando o complexo fitato-mineral e impedindo a formação destes sabões metálicos, o que possibilita uma melhor utilização da energia derivada dos lipídeos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AVISITE. Estatísticas e preços. Capturado em 04/03/2006. Disponivel em: http://www.avisite.com.br/economia/prodfran.asp

BANKS, K. M.; THOMPSON, K. L.; JAYNES, P.; APPLEGTE, T. J. The effects of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 8, p. 1335-1341, Aug. 2004.

BATAL, A. B.; PARR, T. M.; BAKER, D. H. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of Young chicks fed a soy concentrate diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 87-90, Jan. 2001.

BIEHL, R. R.; BAKER, D. H.; DeLUCA, H. F. 1α-Hydroxylated cholecalciferol compounds act additively with microbial phytase to improve phosphorus zinc and manganese utilization in chicks fed soy-based diets. **Journal Nutrition,** Bethesda, v. 125, n. 9, p. 2407 -2416, Sept. 1995.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 1, p. 25-47, 1999.

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

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

CHANG, C.; JANZEN, H. H. Long- term fate of nitrogen from annual feedlot manure applications. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 25, n. 4, p. 785-90, July/Aug. 1996.

CHAPMAN, S. L. Soil and solid poultry waste nutrient management and water quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 862-6, July 1996.

COSTA, F. G. P.; HOSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; JUNIOR, J. G. V. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, set./out. 2001.

DAGNALL, S. P. Poultry litter as a fuel. **Word's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 175-7, July 1993.

DARI, R. L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

EDWARDS, D. R.; DANIEL, T. C. Quality of runoff from fescue grass plots treated with poultry litter and inorganic fertilizer. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 23, n. 3, p. 579-84, May/June 1994.

FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; VIEIRA, B. S.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. Protein Levels and Environmental Temperature Effects on Carcass Characteristics, Performance, and Nitrogen Excretion of Broiler Chickens from 7 to 21 Days of Age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 4, p. 247-253, Oct./Dec. 2005.

FARREL, D. J. et al. The beneficial effects of a microbial phytase in diets of broilers chickens and duck-lings. **Journal Animal Physiology**, Berlin, v. 69, p. 278-283, 1993.

FERGUSON, N. S.; GATES, R. S.; TARABA, J. L.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; FORD, M. J.; BURNHAM, D. The effect of dietary protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 1481-1486, 1998.

HAN, Y.; SUZUKY, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diets for chicks. **Poultry Science,** Champaign, v. 71, n. 7, p. 1168-1178, July 1992.

HUSSEIN, A. S.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; FORD, M. J.; PATON, N. D.; CANTOR, A. S.; PESCATORE, A. J.; GATES, R. S.; BURNHAM, D. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 10, n. 4, p. 354-362, 2001.

KELLEY, T. R.; PANCORBO, O. C.; MERKA, W. C.; THOMPSON, S. A.; CABRERA, M. L.; BURHART, H. M. Accumulation of element in fractionated broiler litter during reutilization. **Journal of Applied Poultry Research,** Athens, v. 7, n. 1, p. 27-34, Spring, 1998.

KERR, B. J.; KIDD, M. T. Amino acid supplementation of low – protein broiler diets 2 . Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 3, p. 310- 20, Fall 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 – UNESP, Jaboticabal.

LISBOA, J. S.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A.; SOARES, P. R; GRAÇAS, A. S. Desempenho de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 28, n. 3, p. 555-559, maio/jun. 1999.

MACÊDO, J. A B. **Águas & Águas:** água-reaproveitamento, fonte e legislação e características. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 505 p

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

NAGATA, A K.; RODRIGUES, P. B.; RODRIGUES, K. F.; LEITE, R. S.; SENAGIOTTO, E. R.; NASCIMENTO, G. A. J. GEnergia metabolizável e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando aminoácidos sintéticos e fitase. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Campinas, v. 7, p. 85, 2005a. Suplemento.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B. et al. Níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta em Rações Suplementadas com Fitase e Aminoácidos Sintéticos para Frangos de Corte no Período de 22 a 42 Dias de Idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia - GO. **Anais...** Goiânia, 2005b. 1CD-ROM. Monogástricos.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requeriments of Poultry.** 9. ed. Washington, DC: National Academy of Science, 1994. 155 p.

NELSON, T. S.;SHIEH, T. R.; WODZINSK, R. J.; WARE, J. A. H. The availability of phytase phosphorus in soybean meal before and after treatment with mold phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 6, p. 1842-1848, Nov. 1968.

OLIVEIRA, R. A. V. Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994. p. 27-40.

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

PEREIRA NETO, J. T. P. Tratamento, reciclagem e impacto ambiental de dejetos agrícolas. In: CONFERÊNCIA SOBRE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE, 1992, Viçosa. **Anais...** p. 61-74.

PERSSON, H.; TURK, P. H.; NYMAN, M.; SANDBERG, A. S. Binding of Cu, Zn, and Cd to inositol Tri, Tetra, Penta, and hexaphosphates. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 8, p. 3194-3200, Aug. 1998.

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C. X.; JENSEN, L. S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 1950-1955, Nov. 1990.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Influence of dietary phytic acid and available phosphorus levels on the response of broilers to supplemental natuphos. In: SHORT COURSE ON FEED TECNOLOGY, 7., 1997, Ansung, Korea: Korean Society of Animal Nutrition and feedstuffs, 1997.

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

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

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

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE,J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A . S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína e aminoácidos em rações de pinto de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, p. 49, 2002a. Suplemento.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína, eletrólitos e aminoácidos em rações de frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, p. 51, 2002b. Suplemento.

RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. H.; MOREL, P. C. H.; MOUGHAN, P. J. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytase phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, N. 1, p. 61-68, Jan. 2004.

SARTAJ, M.; FERNANDES, L.; PATNI, N. K. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 40, n. 2, p. 457-63, Mar./Apr. 1997.

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

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

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

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

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEITES, F. M. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 802-808, maio/jun. 2001.

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

WILLIAMS, C. M., GRIMES, J. L., MIKKELSEN, R. L. The use of poultry litter as co-substrate and source of inorganic nutrients and microorganisms for the *Ex Situ* biodegradation of petroleum compounds. **Poultry Science,** Champaign, v. 78, n. 7, p. 956-64, July 1999.

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

CAPÍTULO II

PLANOS NUTRICIONAIS COM A UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E FITASE PARA FRANGOS DE CORTE - DESEMPENHO

RESUMO

GOMIDE, Elisangela Minati. **Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte.** 2006. Cap. 2, p. 24-60. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. [1]

Foram conduzidos dois ensaios de desempenho para avaliar o efeito de planos nutricionais com níveis reduzidos de proteína bruta (PB), fósforo disponível (Pd) e cálcio (Ca) com adição de fitase e aminoácidos sobre o desempenho, características de carcaça e composição centesimal da carne de peito de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de cincos planos nutricionais no primeiro ensaio de desempenho e de dois planos nutricionais no segundo ensaio, com seis repetições de 25 aves por unidade experimental. No primeiro ensaio de desempenho os tratamentos foram PN1 = ração basal (21,4% PB - fase 1) + ração basal (19,3% PB - fase 2); PN2 = ração basal (21,4% PB - fase 1) + ração com 18% PB (fase 2); PN3 = ração basal (21,4% PB - fase 1) + ração com 16% PB (fase 2); PN4 = ração com 19% PB (fase 1) + ração com 16% PB (fase 2) e PN5 = ração com 17 % PB (fase 1) + ração com 16% PB (fase 2). No segundo ensaio de desempenho os tratamentos utilizados foram PN1= ração basal (21,4% PB- fase 1) + ração basal (19,3% PB - fase 2) e PN2 = ração com 19% PB (fase 1) + ração com 18% PB (fase 2). As rações basais foram formuladas de acordo com as recomendações das tabelas brasileiras. Nas rações com níveis reduzidos de proteína bruta foram adicionados aminoácidos sintéticos com o objetivo de corrigir as possíveis deficiências em aminoácidos. Exceto na ração basal, foi reduzido o nível de fósforo disponível para 0,34% e 0,30% na primeira e segunda fases, respectivamente, e de cálcio para 0,80% na primeira fase e para 0,70% na segunda fase, adicionando-se nas referidas rações, 500 FTU de fitase/kg de ração. Os planos nutricionais 4 e 5 afetaram negativamente o desempenho das aves. Porém, aves que receberam os PN2 e PN3 apresentaram desempenho semelhante ao daquelas que consumiram o plano controle (PN1). No segundo ensaio de desempenho o PN2 foi semelhante ao PN1. Os planos nutricionais avaliados no primeiro ensaio de desempenho não afetaram o rendimento de carcaça e peito. Por outro lado, as aves que receberam

---

[1] **Comitê de Orientação:** Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (orientador); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA; Prof. Elias Tadeu Fialho – DZO/UFLA.

ração basal nas duas fases de criação (PN1) apresentaram maior rendimento de coxa + sobre coxa. Observou-se aumento da porcentagem de gordura abdominal quando as aves receberam os planos nutricionais 3, 4 e 5. No segundo ensaio de desempenho observou-se aumento do rendimento de coxa+sobre coxa quando as aves receberam o PN2. Os rendimentos de carcaça, peito e porcentagem de gordura abdominal não foram influenciados (P>0,05) pelos planos nutricionais utilizados. A porcentagem de proteína na carne de peito foi inferior quando as aves receberam os planos nutricionais 4 e 5, e o teor de extrato etéreo foi maior quando as aves receberam o PN5. No segundo ensaio de desempenho essas variáveis não foram influenciadas (P>0,05). Conclui-se, no primeiro ensaio de desempenho, que é possível reduzir o nível protéico das rações até 16% de PB na segunda fase (22-42 dias de idade) desde que a ração da primeira fase (1 a 21 dias de idade) seja basal, ou seja, com níveis nutricionais normais recomendados pela literatura brasileira. No segundo ensaio de desempenho conclui-se que é possível reduzir o nível protéico das rações para 19% na fase inicial (1 a 21 dias de idade) desde que a ração da segunda fase (22 a 42 dias de idade) seja formulada com 18% de PB, ressaltando-se que as rações com níveis reduzidos de PB, Ca e Pd devem ser suplementadas com aminoácidos e fitase.

ABSTRACT

GOMIDE, Elisangela Minati. **Nutritional plans with the utilization of amino acids and phytase for broiler chickens.** 2005. Cap. 2, p. 24-60. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.[1]

Two performance trials were carried out to evaluate the effect of nutritional plans (NP) with reduced levels of crude protein (CP), calcium (Ca) and available phosphorus (AP) with addition of phytase and amino acids on the performance, carcass characteristics and centesimal composition of breast meat in the period of 1 to 42 days of age. The experimental design was completely randomized, being the treatments constituted of five nutritional plans in the first performance trial and two nutritional plans in the second performance trial with six replicates of 25 birds per experimental unit. In the first performance trial, the treatments were, NP1 – basal diet (21.4% CP - phase 1) + basal diet (19.3% CP- phase 2); NP2 = basal diet (21.4% CP-Phase 1) + diet with 18% CP (phase 2); NP3 = basal diet,4% CP - phase 1) + diet with 16% CP (phase 2); NP4 = diet with 19% CP (phase 1) + diet with 16% CP (phase 2); NP5 = diet 17 % CP (phase 1) + diet with 16% CP (phase 2). In the second performance trial, the treatments utilized were, NP1 – basal diet (21.4% CP - phase 1) + basal diet (19.3% CP-phase 2) and NP2 = diet with 19% CP (Phase 1) + diet with 18% CP (phase 2). The basal diets were formulated according to the recommendations of the Brazilian tables. In the diets with reduced levels of crude protein, synthetic amino acids were added with the objective of correcting the possible amino acid deficiencies. Except in the basal diet, the level of available phosphorus was reduced to 0.34% and 0.30% in the first and second phase, respectively and of the calcium to 0.80% in the first phase and 0.70% in the second phase, adding, in the refered diets, 500 FTU of phytase per kg of diet. Nutritional plans 4 and 5 affected negatively the birds performance. However, birds that had access to NP2 and NP3 presented performance similar to those which consumed the control plan (NP1). In the second performance trial, NP2 was similar to NP1. The nutritional plans evaluated in the first performance trial did not affect the carcass and breast yield. In addition, the birds fed with basal diet in the two rearing phases (NP1) presented higher thigh + drumstick yield. Increase in the

---

[1] **Guidance committee:** Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Major Professor); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA; Prof. Elias Tadeu Fialho – DZO/UFLA.

abdominal fat was found when the birds fed nutritional plans 3, 4 and 5. In the second performance trial, an increase of the thigh + drumstick yield was observed when the birds fed NP2. The carcass and breast yields and abdominal fat were not influenced by the evaluated nutritional plans. The percentage of protein in the breast meat was inferior when the birds fed nutritional plans 4 and 5 and ether extract content was higher when the birds fed with NP5. In the second performance trial, no characteristics evaluated were influenced. It was concluded the first performance trial that it is possible to reduce the protein level of the diets up to 16% of CP in the second phase (22-42 days of age) since the diet of the first phase (1 to 21 days of age) be basal, with normal nutritional levels recommended in the Brazilian literature. In the second performance trial, it was observed that it is possible to reduce the protein levels of the diets to 19% in the initial phase (1 to 21 days of age) and the diet of the second phase (22 to 42 days of age) be formulated with 18% of CP, since that the diets with reduced levels of CP, Ca and AP should be supplemented with amino acids and phytase.

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos as rações para aves esteve baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de N x 6,25). No entanto, este conceito de formulação vem sendo cada vez mais questionado e discutido dentro da área científica e comercial, ficando cada vez mais evidente que rações formuladas com este conceito resultam em dietas com quantidades de aminoácidos superiores às necessidades reais dos animais, possivelmente ocasionando aumento na excreção de nitrogênio e nos custos de produção. Com a disponibilidade de alguns aminoácidos sintéticos produzidos em escala comercial, tornou-se possível formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta, pois possíveis deficiências em aminoácidos, em virtude da redução do nível protéico, podem ser corrigidas com a inclusão desses aminoácidos. Porém, ainda não está evidente até que ponto se pode reduzir o nível protéico da ração e quais aminoácidos devem ser suplementados, sem afetar o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte.

Apesar do grande número de estudos realizados, avaliando dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, há controvérsias quanto aos resultados. Segundo alguns autores, a redução protéica das dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos para frangos de corte ocasiona a diminuição no desempenho das aves (Bregendahl et al., 2002; Costa et al., 2001; Pinchasov et al., 1990). Entretanto, outros autores relatam ser possível reduzir o nível protéico da ração sem afetar o desempenho das aves (Burnham et al., 2001; Han et al., 1992; Rostagno et al., 2002b; Silva, 2004).

Além da redução do nível de nitrogênio das excretas, os nutricionistas da área animal também têm se preocupado em reduzir a carga poluente do fósforo da excretas. As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de

origem vegetal, que apresentam parte do teor de fósforo na forma do complexo orgânico fitato, que não é aproveitado pelas aves, as quais não sintetizam a enzima fitase. O fitato é um fator antinuticional que diminui significativamente a disponibilidade de fósforo e outros nutrientes para os monogástricos. Diversos estudos têm demonstrado que esses efeitos podem ser amenizados com a utilização de enzimas exógenas, como a fitase, capaz de hidrolisar o fósforo fítico, liberando o fósforo e outros nutrientes (Lan et al., 2002; Rutherfurd et al., 2004; Viveiros et al., 2002). Desta forma, é possível formular rações com menor quantidade de fontes inorgânicas de fósforo e outros nutrientes. Além disso, a maior disponibilidade dos nutrientes apresenta efeito positivo no desempenho das aves.

Em função do exposto objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito de planos nutricionais com níveis reduzidos de proteína bruta, fósforo e cálcio com utilização de fitase e aminoácidos sobre o desempenho as características de carcaça e a composição centesimal da carne de peito de frangos de corte, validando os melhores resultados obtidos por Silva (2004) e Nagata (2005a,b).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e período experimental

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, nos períodos de 29/03/2005 a 10/05/2005 (experimento 1) e 05/07/2005 a 16/08/2005 (experimento 2).

2.2 Experimento I

2.2.1 Aves experimentais, instalações e manejo geral

Foram utilizados 750 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, de 1 dia de idade, com peso médio inicial de 38,5g. As aves foram alojadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria, dividido em boxes de 3m². O piso de cada box foi coberto com maravalhas e cada box continha um comedouro tubular, um bebedouro pendular e uma campânula, cuja altura era ajustada conforme o crescimento das aves. A ração e a água foram fornecidas à vontade.

A iluminação foi constante durante todo o período experimental (24 horas de luz, entre natural e artificial). Como fonte de luz artificial utilizaram-se lâmpadas incandescentes de 100 watts, distribuídas uniformemente por todo o galpão. A temperatura no galpão foi controlada através do manejo de cortinas e ventiladores. As temperaturas máxima e mínima no galpão foram registradas diariamente com a utilização de um termohigrógrafo, cujos valores estão apresentados nas Tabelas 1B e 2B (Anexo).

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de cinco planos nutricionais, com seis repetições de 25 aves por unidade experimental. Os planos nutricionais foram estabelecidos por meio dos melhores resultados obtidos por Silva (2004), Nagata (2005a,b), conforme se descreve a seguir:

P1 = ração basal 21,4% PB (Fase 1) + ração basal 19,3 % PB (Fase 2);

P2 = ração basal 21,4 % PB (Fase 1) + ração com 18% PB (Fase 2);

P3 = ração basal 21,4 % PB (Fase 1) + ração com 16% PB (Fase 2);

P4 = ração com 19% PB (Fase 1) + ração com 16% PB (Fase 2);

P5 = ração com 17 % PB (Fase 1) + ração com 16% PB (Fase 2).

As rações basais foram formuladas de acordo com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000) e foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Com exceção das rações basais, em cada fase de criação as demais rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina. As rações experimentais foram isoenergéticas, de acordo com os níveis recomendados para cada fase de criação.

Exceto nas rações basais, nas demais rações, na primeira fase reduziu-se o nível de fósforo disponível de 0,46% para 0,34%, e o de cálcio de 0,96% para 0,80%; e na segunda fase o nível de fósforo disponível foi reduzido de 0,40% para 0,30% e o de cálcio de 0,87% para 0,70%; nas referidas rações com níveis reduzidos de nutrientes adicionaram-se 500 FTU de fitase/kg de ração. A enzima utilizada foi a (Ronozyme – P5000). Para os cálculos dos teores de proteína

bruta e energia metabolizável das rações não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos.

TABELA 2.1. Composição química dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

Ingredientes	Matéria seca	Proteína bruta	Cálcio	Fósforo
Milho [1]	88,69	8,42	0,03	0,21
Farelo de soja[1]	89,31	45,31	0,30	0,60
Fosfato bicálcico[2]	-	-	20,58	18,54
Calcário[2]	-	-	39,86	-

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

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

TABELA 2.2. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas no período de 1 a 21 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais		
	Ração basal	19% PB	17% PB
Milho grão	56,600	61,300	66,300
Farelo de soja	35,700	30,200	24,800
Inerte	0,504	1,914	2,154
Fosfato bicálcico	1,900	1,280	1,310
Óleo de soja	3,220	2,830	2,310
Calcário calcítico	1,000	1,060	1,090
Sal comum	0,500	0,500	0,500
L-lisina HCl (78%)	0,170	0,350	0,500
DL-metionina	0,230	0,280	0,330
L-valina	0,000	0,100	0,200
L-arginina	0,000	0,000	0,160
L-treonina	0,000	0,000	0,080
L-isoleucina	0,000	0,000	0,080
Premix vitamínico[1]	0,045	0,045	0,045
Premix mineral[2]	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050
Salinomicina (12%)	0,021	0,021	0,021
Bacitracina de zinco (15%)	0,010	0,010	0,010
Fitase	0,000	0,010	0,010
TOTAL	100,000	100,000	100,000
Energia e nutrientes	**Composição calculada**		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000
Proteína Bruta (%)	21,4	19,0	17,0
Fósforo disponível (%)	0,45	0,34	0,34
Cálcio (%)	0,96	0,80	0,80
Potássio (%)	0,83	0,74	0,65
Sódio (%)	0,23	0,23	0,23
Cloro (%)	0,32	0,33	0,33
Balanço eletrolítico (mEq/kg)[3]	223	199	176
Lisina[4] (%)	1,15	1,15	1,15
Metionina+cistina[4] (%)	0,81	0,81	0,82
Valina[4] (%)	0,87	0,88	0,89
Arginina[4] (%)	1,32	1,17	1,17
Treonina[4] (%)	0,71	0,64	0,65
Isoleucina[4] (%)	0,82	0,73	0,72
AAE:AANE[5]	47:53	47:53	49:51

1. Fornecimento por kg de 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.
2. Fornecimento por kg de produto: 110.000 mg Zn; 96.00 mg Fe; 20.000 mg Cu; 156.000 mg Mn; 1.400 mg I, 360 mg Se.
3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K – Cl).
4. Aminoácidos digestíveis, calculados de acordo com as tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al. 2000).
5. Relação aminoácido essenciais (AAE) e não essenciais (AANE). Os cálculos dos aminoácidos totais foram feitos de acordo com a tabela de composição química de alimentos do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Embrapa, 1991).

TABELA 2.3. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas no período de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Rações experimentais		
	Ração basal	18% PB	16% PB
Milho grão	61,700	63,300	68,800
Farelo de soja	30,530	27,620	22,200
Inerte	0,424	1,844	1,744
Fosfato bicálcico	1,580	1,100	1,170
Óleo de soja	3,740	3,880	3,160
Calcário calcítico	1,000	0,880	0,940
Sal comum	0,480	0,480	0,480
L-lisina HCl 78%	0,180	0,300	0,450
DL-metionina	0,200	0,240	0,280
L-valina	0,000	0,110	0,200
L-arginina	0,000	0,050	0,210
L-treonina	0,000	0,000	0,070
L-isoleucina	0,000	0,020	0,120
Premix vitamínico[1]	0,035	0,035	0,035
Premix mineral[2]	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,050	0,050	0,050
Salinomicina (12%)	0,021	0,021	0,021
Bacitracina de zinco (15%)	0,010	0,010	0,010
Fitase	0,000	0,010	0,010
TOTAL	**100,000**	**100,000**	**100,000**
Energia e nutrientes	**Composição calculada**		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3100	3100	3100
Proteína Bruta (%)	19,3	18,0	16,0
Fósforo disponível (%)	0,40	0,30	0,30
Cálcio (%)	0,87	0,70	0,70
Potássio (%)	0,75	0,70	0,61
Sódio (%)	0,23	0,23	0,23
Cloro (%)	0,32	0,32	0,32
Balanço eletrolítico (mEq/kg)[3]	201	188	165
Lisina[4] (%)	1,04	1,04	1,04
Metionina+cistina[4] (%)	0,74	0,74	0,74
Valina[4] (%)	0,80	0,85	0,85
Arginina[4] (%)	1,18	1,15	1,15
Treonina[4] (%)	0,64	0,60	0,60
Isoleucina[4] (%)	0,74	0,71	0,71
AAE:AANE[5]	47:53	47:53	49:51

1. Fornecimento por kg de 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.
2. Fornecimento por kg de produto: 110.000 mg Zn; 96.00 mg Fe; 20.000 mg Cu; 156.000 mg Mn; 1.400 mg I; 360 mg Se.
3. O balanço eletrolítico das rações foi calculado segundo o número de Mongin (1981) - (Na + K – Cl).
4. Aminoácidos digestíveis, calculados de acordo com as tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al. 2000).
5. Relação aminoácido essenciais (AAE) e não essenciais (AANE). Os cálculos dos aminoácidos totais foram feitos de acordo com a tabela de composição química de alimentos do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Embrapa, 1991).

2.2.3 Características avaliadas

2.2.3.1 Consumo de ração (CR) – 1 a 42 dias de idade

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

2.2.3.2 Ganho de peso (GP) - 1 a 42 dias de idade

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

2.2.3.3 Conversão Alimentar (CA) - 1 a 42 dias de idade

Obtida pela divisão do consumo médio de ração pelo ganho médio de peso dos frangos em cada unidade experimental.

2.2.4 Rendimento de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após as pesagens, foram retiradas duas aves por unidade experimental, utilizando-se como critério de escolha os frangos que apresentaram o peso médio da respectiva parcela (5% acima e abaixo da média). As aves foram submetidas a jejum de 12 horas e, após esse período, foram pesadas e abatidas. As aves foram abatidas por sangria na artéria jugular e, após a sangria e a depena, foram evisceradas e as carcaças (sem cabeça, pés e gordura abdominal) pesadas. Foram retirados, para pesagens, o peito, a coxa + sobre coxa e a gordura abdominal.

Para a determinação do rendimento de carcaça, considerou-se o peso da carcaça limpa e eviscerada (sem cabeça, pés e gordura abdominal) em relação ao peso vivo após o jejum, obtido antes do abate.

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

2.2.5 Composição centesimal da carne de peito

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após pesagem dos peitos, para determinação do rendimento de peito, foi separado um peito de cada unidade experimental, totalizando 6 peitos por tratamento, para análise de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas. Os peitos foram acondicionados em sacos plásticos e congelados em freezer.

Após descongelado, retirou-se o lado direito do peito (*músculos pectoralis major*), sem pele e sem osso, sendo este triturado em

multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea. As análises foram realizadas em duplicata e seguiram a metodologia preconizada pela AOAC (1995).

2.2.6 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR descrito por Ferreira (2000) e, caso a análise de variância apresentasse resultados significativos, foi aplicado o teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, para comparação entre médias.

Apesar de terem sido utilizados níveis crescentes de proteína bruta nas rações, os tratamentos foram avaliados como uma combinação nutricional, tornando-se qualitativos e não sendo, portanto, interesse do presente estudo uma aplicação da regressão polinomial.

O modelo estatístico do experimento para todas as características avaliadas foi:

$$Y_{ij} = \mu + Ti + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = Observação referente ao tratamento i, submetida à repetição j;

μ = Média geral;

T_i = Efeito do tratamento i, com i = 1, 2, 3, 4 e 5

e_{ij} = Erro experimental associado aos valores observados(Y_{ij}), que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2.

2.3 Experimento II

2.3.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, no período de 05/07/2005 a 16/08/2005.

2.3.2 Aves experimentais, instalações e manejo geral

Foram utilizados 180 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, de 1 dia de idade, com peso médio inicial de 46,8g. Foram adotados os mesmos procedimentos e manejo citados no experimento 1.

2.3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos de dois planos nutricionais, com seis repetições de 25 aves por unidade experimental.

Os planos nutricionais foram:

P1 = ração basal 21,4% PB (Fase 1) + ração basal 19,3% de PB(Fase 2);

P2 = ração com 19% PB (Fase 1) + ração com 18% PB (Fase 2).

As rações experimentais foram as mesmas citadas no experimento 1.

2.3.4 Características avaliadas

Foram avaliadas as mesmas características do experimento 1, ou seja, consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de coxa + sobre coxa, porcentagem de gordura abdominal e composição centesimal da carne de peito. As análises estatísticas foram avaliadas conforme citado no experimento 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento I

3.1.1 Desempenho – 1 a 42 dias de idade

Os resultados de desempenho das aves no período de 1 a 42 dias de idade encontram-se na Tabela 2.4.

TABELA 2.4. Efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb no período de 1 a 42 dias de idade

Planos nutricionais	1 a 42 dias de idade		
	Consumo ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
PN1 - 21,4% + 19,3% PB	4877 a	2839 a	1,71 a
PN2 - 21,4% + 18% PB	4934 a	2892 a	1,70 a
PN3 - 21,4% + 16% PB	4935 a	2808 a	1,72 a
PN4 - 19% + 16% PB	4852 a	2737 b	1,77 b
PN5 - 17% + 16% PB	4658 b	2655 b	1,75 b
CV(%)	2,00	2,62	2,35

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

Observa-se que as aves que receberam ração com menores níveis de proteína, em ambas as fases de criação (PN5), apresentaram menor consumo (P<0,05). Segundo Diambra & McCartney (1995), aves submetidas a rações com níveis reduzidos de proteína tendem a aumentar o consumo na tentativa de

suprir possíveis deficiências em proteína e ou aminoácidos. Entretanto, este fato não foi observado, indicando que a suplementação com aminoácidos possivelmente foi efetiva em atender as exigências nutricionais das aves.

Segundo Waldroup (2000), a relação inadequada de triptofano e outros aminoácidos neutros como: isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina, pode inibir a ingestão de alimentos pelos animais que são alimentados com dietas com PB reduzida, pois o triptofano é precursor de serotonina, um neurotransmissor altamente envolvido com a regulação do consumo de alimentos. No entanto, no presente experimento esta relação foi mantida, seguindo as recomendações das tabelas brasileiras.

As aves que receberam os planos nutricionais 2, 3 e 4, com níveis reduzidos de nutrientes em pelo menos uma das fases de criação, apresentaram consumo semelhantes ao das aves que receberam o plano nutricional 1, ou seja, com níveis normais de nutrientes.

O desempenho das aves foi afetado negativamente ($P<0,05$) quando se avaliou o ganho de peso e a conversão alimentar daquelas aves que receberam rações com níveis nutricionais reduzidos na fase inicial (1 a 21 dias) e na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), ou seja, o plano nutricional 4 (19% PB na fase 1 + 16% PB na fase 2) e o plano nutricional 5 (17% PB + 16% PB) na primeira e segunda fase, respectivamente.

Observou-se que, ao se fornecer uma ração basal com os níveis nutricionais normais recomendados nas tabelas brasileiras (Rostagno et al., 2000), na primeira fase de criação, e rações com níveis reduzidos de proteína bruta (18 e/ou 16 % de PB) na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), o desempenho foi semelhante ($P>0,05$) ao daquelas aves que receberam a ração basal nas duas fases de criação. Desta forma, podemos inferir que as aves na fase

inicial são mais sensíveis à redução de nutrientes, mesmo que a ração seja suplementada com enzima fitase e aminoácidos.

Estes resultados validam e confirmam os resultados obtidos por Silva (2004) e Nagata (2005b), os quais encontraram resultados positivos quando reduziram os níveis de nutrientes nas rações de frangos de corte na fase final de criação (22 a 42 dias de idade), quando estas foram suplementadas com aminoácidos e a enzima fitase.

Rostagno et al. (2002a) constataram que a redução da PB para 18% piorou o desempenho das aves e as rações contendo 19% de PB precisam ser suplementadas com glicina para conferir desempenho semelhante ao da ração controle, com 22% de PB na fase inicial. Segundos os autores, a exigência de glicina+serina para aves de corte de 8 a 21 dias, alimentadas com rações contendo 19% de PB, seria igual ou superior a 2,108%.

O nível de glicina+serina no presente experimento foi de 1,6% em rações com 17% de PB e 1,8% em rações com 19% de PB, estando abaixo do indicado pelos autores.

Os motivos para o baixo desempenho quando as aves são alimentadas com rações contendo baixo nível protéico ainda não estão totalmente esclarecidos; no entanto, existem algumas hipóteses, conforme destacado a seguir.

A eficiência de rações suplementadas com grandes quantidades de aminoácidos sintéticos é controversa. Devido à significativa redução do teor de proteína da ração, a disponibilidade de aminoácidos na forma de di e tripeptídeos pode ter sido reduzida. Em humanos adultos, aproximadamente 33% da proteína é absorvida como aminoácidos e o restante (67%), absorvido como pequenos peptídeos (Zaloga, 1990). Desta forma, a redução da proteína da dieta pode limitar a disponibilidade de peptídeos para síntese de proteínas.

Existem evidências de que a absorção de aminoácidos sintéticos é mais rápida se comparada à absorção de aminoácidos presentes na proteína dos alimentos (Partridge et al., 1985). A diferença na velocidade de absorção causaria um provável desequilíbrio nos sítios celulares de síntese de proteína, o que explicaria o menor desempenho observado pelas aves alimentadas com rações contendo maior quantidade de aminoácidos sintéticos.

Segundo Bregendahl et al. (2002), os aminoácidos livres das dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos aparecem em menores concentrações no sangue portal do que os provenientes da proteína intacta, indicando que os aminoácidos livres são preferencialmente metabolizados pelos enterócitos, diminuindo sua biodisponibilidade em comparação aos aminoácidos na forma de peptídeos (proteína intacta). O ganho de peso inferior obtido pelas aves que consumiram as rações dos planos nutricionais 4 (19% e 16% de PB nas fases inicial e crescimento, respectivamente) e 5 (17% e 16% de PB nas fases inicial e crescimento, respectivamente) pode ser devido à necessidade de adicionar maior quantidade de aminoácido sintético nessas rações para atender às exigências em aminoácidos das aves. Isso pode ter resultado em diferenças nas taxas de absorção, pois segundo Pinchasov et al. (1990), é possível que diferentes taxas de absorção de aminoácidos e peptídeos resultem num "pool" subótimo de aminoácidos nos sítios específicos de síntese protéica, insuficiente para sustentar alta taxa de crescimento.

Para ocorrer a síntese de proteínas deve haver disponibilidade tanto de aminoácidos essenciais como de aminoácidos não essenciais; ou seja, no meio celular todos os aminoácidos são considerados essenciais (Bedford & Summers, 1985). Outro fato refere-se à variação na proporção entre aminoácidos essenciais (AAE) e não essenciais (AANE). As Tabelas 2.2 e 2.3 mostram que as rações utilizadas no presente trabalho apresentaram as relações AAE:AANE diferentes da preconizada por Bedfors & Summers (1985), que é de 55:45. Possivelmente,

este não foi o motivo para o baixo desempenho quando as aves consumiram ração com níveis reduzidos de proteína bruta, pois a ração basal também não apresentou a relação ideal preconizada por estes autores.

Em função do farelo de soja ser rico em colina, a redução deste ingrediente na dieta de menor proteína requer a suplementação deste nutriente (Schutte, 1999). O farelo de soja também é rico em potássio, e sua redução nas dietas pode comprometer o balanço eletrolítico. Murakami (2000) recomenda o balanço eletrolítico entre 150 e 350 mEq/kg de ração, para o máximo desempenho das aves. Já Leeson & Summers (2001) consideram 250 mEq/kg como valor adequado para o bom desenvolvimento das aves.

O presente experimento apresentou o balanço eletrolítico das rações na faixa de 165 a 223 mEq/kg. Apesar de as rações não terem sido isopotássicas, o balanço eletrolítico está dentro do recomendado pela literatura, indicando que esta não foi a causa da queda do desempenho quando as aves consumiram ração com níveis reduzidos de proteína bruta. Além disso, o menor ganho de peso das aves também poderia ser atribuído ao fato de que, possivelmente, a liberação de fósforo pela fitase não tenha sido suficiente para atender às exigências de fósforo e cálcio para ambas as fases.

Em virtude dos resultados encontrados no presente experimento, foi realizado outro, utilizando a combinação 19% de PB na primeira fase (1 a 21 dias) e 18% de PB na segunda fase (22 a 42 dias de idade).

3.1.2 Características de carcaça aos 42 dias de idade

Na Tabela 2.5 estão apresentados os resultados referentes às características de carcaça das aves que receberam os diferentes planos nutricionais.

TABELA 2.5. Efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase sobre o rendimento de carcaça, peito, coxa + sobre coxa e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade

Planos nutricionais	Rendimento (%)			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
PN1 - 21,4% + 19,3% PB	77,07 a	33,48 a	30,20 a	1,52 c
PN2 - 21,4% + 18% PB	76,48 a	34,22 a	28,71 b	1,70 c
PN3 - 21,4% + 16% PB	76,00 a	34,41 a	28,79 b	2,22 b
PN4 - 19% + 16% PB	76,90 a	33,72 a	28,83 b	2,68 a
PN5 - 17% + 16% PB	76,09 a	33,31 a	29,26 b	2,32 b
CV (%)	1,16	2,76	3,05	16,00

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

Nota-se que os rendimentos de carcaça e peito não foram influenciados (P>0,05) pelos planos nutricionais utilizados. No entanto, o rendimento de coxa + sobre coxa foi inferior (P<0,05) quando os níveis de nutrientes foram reduzidos na ração, independentemente da fase de criação e da suplementação com fitase e aminoácidos. Observou-se ainda que a gordura abdominal das aves que receberam a ração basal na fase inicial e a ração com 18% de proteína bruta na fase de crescimento (PN2) foi semelhante ao daquelas que receberam ração basal com níveis nutricionais normais, durante toda a fase de criação (PN1), demonstrando que, apesar do rendimento de coxa + sobre coxa inferior, é possível reduzir o nível de nutrientes na fase final de criação e obter resultados satisfatórios.

Todavia, ficou evidente que a redução do nível protéico para 16% de PB na segunda fase (22 a 42 dias), independentemente do nível utilizado na primeira fase (1 a 21 dias de idade), aumentou ($P<0,05$) o teor de gordura abdominal. Este resultado pode estar associado à maior inclusão de aminoácidos sintéticos nas rações com 16 % de PB.

Silva (2004) e Dari (1996) também observaram aumento do teor de gordura abdominal quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de PB, suplementadas com aminoácidos.

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

Sklan & Plavnik (2002) citam que rações com baixo conteúdo protéico causam aumento na deposição de gordura nos tecidos em razão da incapacidade da ave em utilizar energia para a deposição de proteína. A possível deficiência de algum aminoácido pode ter limitado a síntese protéica e, desta forma, os aminoácidos ficaram disponíveis para a síntese de gordura.

Segundo Fischer (1994), em condições de deficiência nutricional, principalmente deficiência de aminoácidos essenciais, a musculatura do peito é um dos parâmetros afetados. Neste trabalho, a porcentagem de peito não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta da dieta, indicando que, mesmo nos menores níveis protéicos, houve fornecimento satisfatório de aminoácidos essenciais. Resultados semelhantes foram encontrados por Sabino et al.(2004) em estudo com níveis reduzidos de proteína bruta (15%, 17%, 19%, 21% e 23%), os quais relatam que a porcentagem de peito não foi influenciada pelos níveis protéicos da dieta.

3.1.3 Composição centesimal da carne de peito

Na Tabela 2.6 estão apresentados os resultados da composição centesimal da carne de peito. Observa-se que não houve efeito de planos nutricionais sobre os valores de umidade e cinzas da carne de peito (P>0,05), demonstrando que rações com níveis reduzidos de nutrientes não afetam essas variáveis. A literatura cita valores semelhantes aos encontrados neste estudo.

Seuβ (1991 e 1993) cita que a umidade da carne de peito é de aproximadamente 75%. Segundo o autor, o teor de cinzas da carne de peito é em torno de 1,2%, e no presente trabalho, foi em média 0,97%.

TABELA 2.6. Efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase sobre a composição centesimal da carne de peito de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade.

Planos nutricionais	Porcentagem			
	Umidade	Proteína bruta	Cinzas	Extrato etéreo
PN1 - 21,4% + 19,3% PB	75,55 a	23,98 a	1,02 a	1,04 a
PN2 - 21,4% + 18% PB	75,40 a	24,29 a	0,97 a	1,08 a
PN3 - 21,4% + 16% PB	75,29 a	24,04 a	0,88 a	1,15 a
PN4 - 19% + 16% PB	75,50 a	23,23 b	1,05 a	1,21 a
PN5 - 17% + 16% PB	75,45 a	23,51 b	0,95 a	1,51 b
CV (%)	**0,86**	**1,55**	**11,66**	**21,34**

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

Observa-se que dietas com níveis reduzidos de nutrientes nas duas fases de criação (PN4 e PN5) influenciaram negativamente o teor de proteína da carne de peito. Por outro lado, quando as aves consumiram rações com níveis reduzidos de proteína bruta, 18% e 16% de PB, somente na segunda fase, a porcentagem de proteína na carne de peito foi semelhante à das aves que consumiram rações com níveis normais de nutrientes em ambas as fases. Os valores obtidos estão um pouco acima dos apresentados por Seuβ (1991 e 1993), segundo o qual a carne de peito de frango apresenta aproximadamente 22,8% de PB.

Houve aumento no teor de extrato etéreo na carne de peito ($P<0,05$) quando as aves consumiram as rações com menores níveis de proteína bruta em ambas as fases de criação, ou seja, plano nutricional 5. Whitaker et al. (2000), em estudos avaliando o efeito da suplementação de metionina em rações para frangos de corte, relataram que os teores médios de extrato etéreo encontrados no peito foram de 1,2%.

De acordo com Vieira (1999), carnes de peito têm teor muito baixo de gordura devido à reduzida necessidade de estocar energia nestes músculos. Entretanto, os depósitos de gordura subcutâneos na cavidade abdominal e nas sobrecoxas são bastante acentuados, caracterizando regiões em que a reserva de energia é importante para o isolamento térmico e para facilitar as atividades físicas de longa duração.

Resultados semelhantes foram encontrados por Leeson (1995) comparando rações com níveis reduzidos de PB (23, 20 e 17% de PB) suplementadas ou não com lisina e metionina. O autor observou redução no teor de proteína e aumento da gordura na carne do peito à medida que o nível de proteína foi reduzido. Porém, dentro do mesmo nível protéico, a suplementação

de aminoácidos aumenta o conteúdo de proteína e reduz o teor de gordura da carne de peito.

3.2 Experimento II

3.2.1 Ensaio de Desempenho - 1 a 42 dias de idade

Os resultados de desempenho das aves no período de 1 a 42 dias de idade encontram-se na Tabela 2.7.

TABELA 2.7. Efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb no período de 1 a 42 dias de idade

Planos nutricionais	1 a 42 dias de idade		
	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de Peso (g/ave)	Conversão Alimentar (g/g)
PN1 – 21,4% + 19,3%	4928 a	2922 a	1,69 a
PN2 –19% + 18% PB	4911 a	2857 a	1,71 a
CV(%)	2,92	2,05	2,51

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ente si pelo teste de "F".

Observou-se que o plano nutricional adotado, com níveis reduzidos de nutrientes na fase inicial (1 a 21 dias) e na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), não afetou (P>0,05) o desempenho final das aves em nenhuma das características avaliadas, ou seja, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Estes resultados demonstram que a combinação 19% de PB na fase inicial (1 a 21 dias) e 18% de PB na fase de crescimento (22 a 42 dias) resulta

em desempenho semelhante ao daquelas aves que receberam ração basal, com níveis nutricionais normais recomendados nas tabelas brasileiras, em ambas as fases.

Ao observar os resultados do experimento 1 (Tabela 2.4), pode-se inferir que as aves que consumiram a ração com 19 % de PB na fase inicial + 16% de PB na fase de crescimento apresentaram desempenho inferior quando comparadas com as aves que receberam ração com redução de proteína bruta apenas na fase de crescimento. No entanto, quando a redução protéica da fase de crescimento (22 a 42 dias) foi menos acentuada (experimento 2), as aves apresentaram desempenho semelhante ao daquelas que consumiram ração basal em ambas as fases de criação

Rostagno et al. (2002a) constataram que a redução da PB para 18% piorou o desempenho das aves e as rações contendo 19% de PB necessitam ser suplementadas com glicina para conferir desempenho semelhante ao da ração controle, com 22% de PB. Segundos os autores, a exigência de glicina+serina para aves de corte de 8 a 21 dias, alimentadas com rações contendo 19% de PB, seria igual ou superior a 2,108%.

O nível de glicina+serina no presente experimento foi de 1,6% em rações com 17% de PB e 1,8% em rações com 19% de PB, estando abaixo do indicado pelos autores.

Levando em consideração que as rações foram suplementadas com enzima fitase, pode-se supor que a mesma tenha contribuído no aumento da disponibilidade de alguns aminoácidos, inclusive a glicina. Ravindran & Bryden (1997) relataram que o fitato inibe a ação das enzimas proteolíticas, formando complexos fitato-proteína ou fitato-mineral-proteína, reduzindo a sua utilização. Segundo os autores, a enzima fitase hidrolisa a ligação fósforo-proteína, remove

os efeitos proteolíticos negativos do fitato nas enzimas endógenas e aumenta a digestão e absorção de proteínas e aminoácidos.

3.2.2 Características de carcaça aos 42 dias de idade

Na Tabela 2.8 estão apresentados os resultados referentes ao rendimento da carcaça, peito, coxa + sobre coxa e porcentagem de gordura abdominal em função dos planos nutricionais adotados.

TABELA 2.8. Efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase sobre o rendimento de carcaça, peito, coxa + sobre coxa e porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade

Planos nutricionais	Rendimento (%)			
	Carcaça	Peito	Coxa + sobre coxa	Gordura Abdominal
PN1 – 21,4% + 19,3%	76,12 a	34,51 a	28,61 b	1,35 a
PN2 – 19% + 18% PB	76,99 a	35,02 a	29,69 a	1,63 a
CV (%)	1,13	2,70	1,87	20,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ente si pelo teste de "F".

Observou-se que o plano nutricional com níveis reduzidos de nutrientes na fase inicial e crescimento não afetou (P>0,05) o rendimento de carcaça e de peito, havendo melhora (P<0,05) no rendimento de coxa + sobre coxa. Também não foi constatada diferença significativa (P>0,05) na porcentagem de gordura abdominal. Resultados semelhantes foram observados por Sabino et al. (2004) em estudo com níveis reduzidos de proteína bruta (23 a 15%), os quais não

observaram aumento na porcentagem de gordura abdominal em função da redução do nível protéico da ração. Ainda, esses autores relatam que o rendimento de peito não foi influenciado pelos níveis protéicos da dieta, semelhantemente ao observado no presente trabalho.

Estes resultados demonstram que, a combinação de uma ração com 19% de PB na fase inicial (1 a 21 dias) e outra com 18% de PB na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), com níveis reduzidos de cálcio e fósforo disponível, suplementadas com aminoácidos e fitase, resulta em aves com características de carcaça semelhante àquelas que receberam ração basal, com níveis nutricionais normais recomendados nas tabelas brasileiras, em ambas as fases.

3.2.3 Composição centesimal da carne de peito

Na Tabela 2.9 estão apresentados os resultados da composição centesimal da carne de peito, na qual observa-se que não houve efeito do plano nutricional com níveis reduzidos de nutrientes sobre os valores de umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo da carne de peito ($P>0,05$), demonstrando que rações com 19% de PB na fase inicial e 18% de PB na fase de crescimento se assemelham à ração controle em ambas as fases de criação. Demonstrando que rações formuladas com esses níveis nutricionais não afetam a composição centesimal da carne de peito.

TABELA 2.9. Efeito de planos nutricionais (PN) com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível com aminoácidos e fitase sobre a composição centesimal da carne de peito de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade.

Planos nutricionais	Porcentagem			
	Umidade	Proteína bruta	Cinzas	Extrato etéreo
PN1 – 21,4% + 19,3%	75,74 a	24,04 a	1,03 a	1,21 a
PN2 – 19% + 18% PB	75,11 a	24,17 a	1,02 a	1,26 a
CV (%)	**0,67**	**2,77**	**12,84**	**19,88**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ente si pelo teste de "F".

4 CONCLUSÕES

É possível reduzir o nível protéico da ração na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) até 16% de PB, suplementada com aminoácidos e fitase, desde que a ração da fase inicial (1 a 21 dias de idade) seja formulada com níveis nutricionais normais recomendados pela literatura brasileira.

É possível reduzir o nível protéico da ração na fase inicial para 19% de PB, desde a ração da fase de crescimento seja formulada com 18% de proteína bruta, porém as rações devem ser suplementadas com fitase e aminoácidos.

Levando em consideração a disponibilidade industrial da lisina, metionina e treonina e o alto custo de alguns aminoácidos que devem ser utilizados em decorrência da redução do nível protéico da ração, os níveis práticos recomendados seriam de 19% de PB na fase inicial (1 a 21 dias) e de 18% de PB na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 14 ed. Washington, 1995.

BEDFORD, M. R.; SUMMERS, J. D. Influence of the ratio of essential to non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 26, n. 4, p. 483-491, Oct. 1985.

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

BURNHAM, D. Treonina cristalina usada para diminuir a proteína bruta e seu efeito sobre a performance e rendimento de carne em frangos, In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; JUNIOR, J. G. V. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, set./out. 2001.

DARI, R. L. **Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte**. 1996. xx p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

DIAMBRA, O H.; McCARTNEY, M. G. The effect of low protein finisher diets on broiler males performance and abdominal fat. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 10, p. 2013-2015, Oct. 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves.** 3 ed. Concórdia, 1991. 97 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 19).

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

FISCHER, C. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. **Feed Mix**, Doetinchen, v. 2, n. 1, p. 17-20, 1994.

HAN, Y.; SUZUKY, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diets for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1168-1178, July 1992.

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

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

LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte In: CONFERENCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1995. p. 111-118

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4. ed. Ontario: University Books, 2001. 591 p.

MURAKAMI, A. E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Palestras...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000. p. 33-61.

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

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; RODRIGUES, K. F.; LEITE, R. S.; SENAGIOTTO, E. R.; NASCIMENTO, G. A. J. Energia metabolizável e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando aminoácidos sintéticos e fitase. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Campinas, v. 7. p. 85, 2005a. Suplemento.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B. et al. Níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta em Rações Suplementadas com Fitase e Aminoácidos Sintéticos para Frangos de Corte no Período de 22 a 42 Dias de Idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia – GO. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005b. 1CDROM. Monogástricos.

PARTRIDGE, I. G.; LOW, A. G.; KEAL, H. D. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. **Animal Production,** Edinburgh, v. 40, n. 2, p. 375-377, Apr. 1985.

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C. X.; JENSEN, L. S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science,** Champaign, v. 69, n. 11, p. 1950-1955, Nov. 1990.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Influence of dietary phytic acid and available phosphorus levels on the response of broilers to supplemental natuphos. In: SHORT COURSE ON FEED TECNOLOGY, 7., 1997, Ansung, Korea: Korean Society of Animal Nutrition and feedstuffs, 1997.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE,J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A . S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína e aminoácidos em rações de pinto de corte : **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Campinas, v. 4 p. 49, 2002a. Suplemento.

ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S.; OLIVEIRA, J. E.; CARVALHO, D. C. O. Níveis de proteína, eletrólitos e aminoácidos em rações de frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Campinas, v. 4, p. 51, 2002b. Suplemento.

RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOREL, P. C. H.; MOUGHAN, P. J. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytase phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, N. 1, p. 61-68, Jan. 2004.

SABINO, H. F.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5 p. 407-417, maio 2004.

SCHUTTE, J. B.; SMINK, W. Requirement of young broiler chicks for glycine+serine. **Archive fur Gerflügelkunde**, Stuttgart, v. 61, n. 1, p. 43-47, 1999.

SEUβ, I. The nutritional importance of animal fatty tissue. **Fleischwirtsch,Frankfurter**, v.73, n.7, p.751-754, 1993.

SEUβ, I. Valor nutricional de la carne y de los productos cárnicos. Consideraciones críticas sobre sus componentes en comparición con otros alimentos. **Fleischwirtsch**, Español, n.1, p.47-50, 1991.

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

SKLAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, Hants, v. 43, n. 3, p. 442-449, July 2002.

VIEIRA, S. L. Considerações sobre as características de qualidade de carne de frango e fatores que podem afetá-la. In: Anais da 36° REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999; Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999. p. 81-7.

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

WALDROUP, P. W. Nutritional approches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas – SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000.

ZALOGA, G. P. Physiologic effects of peptide-based enteral formulas. **Nutrition Clinical Practical,** New York, v. 5, n. 6, p. 231-237, Dec. 1990.

WHITAKER, H. M. A.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; ROÇA, R. O.; VAROLLI JR, J. C.; SALDANHA, E. P. B. Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho e a avaliação de carcaças de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-9, jan./abr. 2002. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/rbca/v4n1/11428.pdf.

CAPÍTULO III

EFEITO DE RAÇÕES COM NÍVEIS REDUZIDOS DE PROTEÍNA BRUTA, CÁLCIO E FÓSFORO SUPLEMENTADAS COM AMINOÁCIDOS E FITASE SOBRE OS VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO

GOMIDE, Elisangela Minati. **Efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo suplementadas com aminoácidos e fitase sobre os valores energéticos e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte.** 2006. Cap. 3, p. 61-94. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.[1]

Foram conduzidos dois ensaios de metabolismo para avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível, suplementadas com enzima fitase e aminoácidos para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias) e de crescimento (22 a 42 dias de idade), sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), consumo, excreção e coeficiente de retenção aparente de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 repetições de 5 e 3 aves por unidade experimental nas fases inicial e de crescimento, respectivamente. Na fase inicial (14 a 21 dias de idade), os tratamentos foram 21,4% (basal), 19% e 17% de PB e na fase de crescimento (35 a 42 dias de idade), foram 19,3% (basal), 18% e 16% de PB. As rações basais foram formuladas de acordo com as recomendações das tabelas brasileiras. Nas rações com níveis reduzidos de proteína bruta foram adicionados aminoácidos sintéticos com o objetivo de corrigir as possíveis deficiências em aminoácidos. Exceto na ração basal, foi reduzido o nível de fósforo disponível para 0,34% e 0,30% na primeira e segunda fase, respectivamente e o de cálcio para 0,80% na primeira fase e 0,70% na segunda fase, adicionando-se, nas referidas rações, 500 FTU de fitase/kg de ração. Observou-se que rações com níveis reduzidos de nutrientes, suplementadas com fitase, apresentaram maiores valores de EMAn e CDMS, exceto para ração com 18% de PB. A excreção de nitrogênio, cálcio e potássio foi menor quando as aves receberam ração com 19, 17 e 16% de PB, suplementada com fitase. Houve redução de fósforo nas excretas quando as aves receberam ração com níveis reduzidos de nutrientes. A excreção de cobre e zinco não foi reduzida com a utilização de enzima fitase nas rações. Conclui-se que rações formuladas com

---

[1] **Comitê de Orientação:** Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Orientador); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA; Prof. Elias Tadeu Fialho – DZO/UFLA.

níveis reduzidos de nutrientes, suplementadas com enzima fitase, são eficientes em reduzir o poder poluente das excretas de frangos de corte.

ABSTRACT

GOMIDE, Elisangela Minati. **Effect of diets with reduced levels of crude protein, calcium and phosphorus supplemented with amino acids and phytase on the energy values and nutrient digestibility for broiler chickens.** 2005. Cap. 3, p. 61-94. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil. [1]

Two metabolism trials were carried out to evaluate the effect of diets with reduced levels of crude protein (CP), calcium and available phosphorus, supplemented with enzyme phytase and amino acids for broiler chickens in the initial (1 to 21 days) and growing (22 to 42 days of age) phase on the values of apparent metabolizable energy (AMEn), apparent digestibility coefficients of dry matter (DCDM), intake, excretion and apparent retention coefficient of nitrogen (N), phosphorus (P), calcium (Ca), potassium (K), copper (Cu) and zinc (Zn). The experimental design was completely randomized with 6 replicates of 5 and 3 birds per experimental unit, in the initial and growing phase, respectively. In the initial phase (14 to 21 days of age), the treatments were 21.4% (basal), 19% and 17% of CP and in the growing phase (35 to 42 days of age) were 19.3% (basal), 18% and 17% of CP. The basal diets were formulated according to the recommendations of the Brazilian tables. In the diets with reduced levels of crude protein, synthetic amino acids were added with the objective of correcting the possible deficiencies in amino acids. Except in the basal diet, the level of available phosphorus was reduced to 0.34% and 0.30% in the first and second phase, respectively, and of calcium to 0.80% in the first and 0.70% in the second phase, adding, in the refered diets, 500 FTU of phytase/kg of diet. It was found that diets with reduced levels of nutrients supplemented with phytase presented higher values of AMEn and DCDM, except for the diet with 18% of CP. The nitrogen, calcium and potassium excretion was less when the birds fed diets containing 19, 17 and 16% of CP supplemented with phytase. There was a reduction of phosphorus in excreta when the birds fed diets with reduced levels of nutrients. The Ca and Zn excretion was not reduced with the utilization of phytase in the diets. It was concluded that diets formulated with reduced nutrient levels, supplemented with enzyme phytase, are efficient in reducing the polluting power of broiler chicken excreta.

---

[1] **Guidance committee:** Prof. Paulo Borges Rodrigues – DZO/UFLA (Major Professor); Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA; Prof. Elias Tadeu Fialho – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da quantidade de dejetos avícolas em decorrência do aumento da produção de frangos no Brasil tem sido motivo de preocupação quando se trata da preservação do meio ambiente, pois as excretas de aves possuem níveis consideráveis de N, P, Cu e Zn, elementos que têm contribuído para o aumento da poluição ambiental.

O problema do nitrogênio no solo é a sua transformação em nitrato, que facilmente se movimenta no solo e dissolve na água. O nitrato é problemático principalmente para as crianças, pois ele é reduzido a nitrito (NO_2^-) que, ligado à hemoglobina, diminui o transporte de oxigênio, condição conhecida como methemoglobina. Os nomes comuns para essas moléstias são cianoses ou síndrome do bebê azul, doenças que podem ser fatais (Dagnall, 1993)

Com a disponibilidade de alguns aminoácidos sintéticos produzidos em escala comercial, tornou-se possível formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta, pois, possíveis deficiências em aminoácidos, em virtude da redução do nível protéico, podem ser corrigidas com a inclusão desses aminoácidos.

Além da redução do nível de nitrogênio das excretas, os nutricionistas da área animal também têm se preocupado em reduzir o nível do fósforo das mesmas. Macêdo (2001) relata que quando o fósforo atinge a superfície das águas, ocorre o crescimento das algas, processo chamado de eutrofização. Depois, com a morte e deterioração das algas ocorre uma diminuição na quantidade de oxigênio da água, criando um meio inadequado para os peixes e outros animais aquáticos, deixando ainda a água com odor e sabor indesejável.

As rações para aves são constituídas principalmente de alimentos de origem vegetal, que apresentam parte do teor de fósforo na forma do complexo

orgânico fitato, que não é aproveitado pelas aves, as quais não sintetizam a enzima fitase. O fitato é considerado um fator antinuticional que diminui significativamente a disponibilidade de nutrientes para os monogástricos. Diversos estudos (Casey & Walsh, 2004; Lan et al., 2002; Viveiros et al., 2002) têm demonstrado que esses efeitos podem ser amenizados com a utilização de enzimas exógenas, como a fitase, que é capaz de hidrolisar o fósforo fítico, liberando o fósforo e outros elementos e possibilitando, desta forma, a formulação de rações com níveis reduzidos de fontes inorgânicas de fósforo e outros nutrientes.

Em função do exposto objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, fósforo disponível e cálcio, suplementadas com fitase e aminoácidos sintéticos, sobre o consumo, excreção e coeficiente de retenção aparente do fósforo (P), nitrogênio (N), cálcio (Ca), potássio (K) cobre (Cu) e zinco (Zn), valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações experimentais, validando resultados obtidos por Silva (2004) e Nagata (2005a,b).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, consumo, excreção absoluta e coeficiente de retenção de nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, cobre e zinco de rações com níveis reduzidos de PB, cálcio e fósforo disponível, suplementadas com aminoácidos e fitase, foram conduzidos ensaios de metabolismo utilizando o método tradicional de coleta total de excretas.

2.1 Ensaio de metabolismo 1 e 2

Dois ensaios de metabolismo foram realizados em sala de metabolismo no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os ensaios foram conduzidos nos periodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

O delineamento experimental e os tratamentos foram os mesmos utilizados no experimento 1 do capítulo 2. Inicialmente, as aves foram criadas em boxes de alvenaria, com piso coberto com maravalhas. Aos 14 e 35 dias de idade, 5 e 3 aves, respectivamente, foram retiradas de cada unidade experimental de forma aleatória e transferidas para as gaiolas de metabolismo, totalizando 150 aves na fase inicial e 90 na fase de crescimento. As gaiolas foram construídas em arame galvanizado, com dimensões de 50 cm de largura, 50 cm de profundidade e 50 cm de altura. Cada gaiola continha um bebedouro tipo pressão, um comedouro individual tipo calha com borda para evitar desperdícios e uma bandeja revestida com plástico resistente. A temperatura da sala foi

controlada com ventiladores e exaustores automáticos e a iluminação foi constante durante todo o período experimental (24 horas de luz artificial).

As aves passaram por um período de adaptação às dietas experimentais de quatro dias, sendo, nesse período, a ração fornecida à vontade. Após o período de adaptação, os comedouros foram esvaziados e preenchidos com as rações experimentais, pesadas para a determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental. A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, na parte da manhã, e teve duração de 3 dias consecutivos, conforme metodologia de coleta total de excretas descrita por Rodrigues et al. (2005).

A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros abastecidos duas vezes ao dia para evitar desperdício de ração.

Durante o período de coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o período final de coleta, sendo descongeladas, pesadas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de até 400 gramas para futuras análises.

As amostras passaram por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65° C até peso constante. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho com peneira de 2mm.

Determinou-se a matéria seca (MS), energia bruta (EB), nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn) das excretas e das rações experimentais. As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA. Para determinação da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), a energia bruta das rações e a das excretas foram determinadas em bomba calorimétrica modelo Parr - 1261. Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados os valores da energia

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

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

em que:

EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio;

EB excretada = energia bruta excretada;

EB ingerida = Energia bruta ingerida;

MS ingerida = Matéria seca ingerida;

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

O método utilizado para a determinação do nitrogênio das rações e excretas foi o de Kjeldahl. Para a determinação dos minerais, a solução mineral foi obtida por via úmida, tendo a determinação do fósforo sido realizada pelo método de colorimetria e a do potássio, por fotometria de chama. Os demais minerais foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por Massahud (1997).

Para os cálculos do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e coeficientes de retenção aparente de nitrogênio, fósforo, cálcio, potássio, cobre e zinco na matéria seca, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CD = \frac{\text{g de nutriente ingerido - g de nutriente excretado}}{\text{g de nutriente ingerido}} \times 100.$$

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

2.2 Análise estatística

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento I

3.1.1 Ensaio de metabolismo (14 a 21 e 22 a 42 dias de idade)

Os resultados obtidos para os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações experimentais utilizadas nos períodos de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade encontram-se na Tabela 3.1.

TABELA 3.1. Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível suplementadas com aminoácidos e fitase, para frangos de corte .

Rações	14 a 21 dias de idade	
	EMAn(kcal/kg)	CDMS(%)
21,4% PB (Basal)	3174,50 c	7163 b
19% PB c/ fitase	3269,27 b	74,02 a
17% PB c/ fitase	3376,77 a	74,96 a
CV(%)	1,30	0,98
Rações	35 a 42 dias de idade	
19,3% PB (Basal)	3369,79 a	74,19 b
18% PB c/ fitase	3348,73 a	73,11 b
16 % PB c/ fitase	3507,33 b	75,92 a
CV(%)	1,16	1,48

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

Pelos resultados obtidos, nos períodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade, observa-se que apesar de formuladas para serem isoenergéticas, as rações apresentaram diferenças ($P<0,05$) nos valores de EMAn, o que pode ser explicado devido ao fato de não terem sido considerados, na formulação, os valores energéticos dos aminoácidos adicionados, pois pode-se observar que as rações com menores níveis de PB apresentaram maior EMAn quando comparadas com a ração basal. Harms & Russel (1998) observaram que o conteúdo dietético de energia de rações para frangos de corte com níveis reduzidos de PB aumenta com a adição de aminoácidos sintéticos.

Pode-se inferir, ainda, que tenha havido uma contribuição da enzima fitase no valor energético das rações. Isto porque, se analisarmos os valores energéticos determinados, podemos observar o valor de 3174 kcal de EMAn/kg de ração para a ração basal utilizada no período de 14 a 21 dias, o que leva a uma diferença superior de 95 kcal de EMAn/kg na ração com 19% de PB e de 203 kcal de EMAn/kg na ração com 17% de PB. Este fato também pode ser observado nas rações com 16% de PB, utilizadas no período de 35 a 42 dias de idade. Observa-se um valor de 3507 kcal de EMAn/kg de ração para a ração com 16% de PB, o que leva a uma diferença superior de 159 kcal de EMAn/kg na ração com 18% de PB e de 138 kcal de EMAn/kg na ração basal. Logicamente, ao se computar a contribuição energética proveniente dos aminoácidos adicionados, a energia fornecida por estes não chegam as tais diferenças. Entretanto, a ração com 18% de PB apresentou o valor de EMAn semelhante ao da ração basal, demonstrando que a adição da enzima fitase não contribuiu para aumentar o valor energético desta ração.

Segundo Namkung & Lesson (1999), Ravindran et al. (2001) e Zhang et al. (1999) a suplementação com fitase em dietas deficientes ou não em energia proporcionam aumento na utilização da energia metabolizável aparente. Também, Camdem et al. (2001) constataram que a adição de fitase em dietas

para frangos de corte na fase inicial, com níveis de fósforo disponível reduzido, melhorou os valores de EMAn, embora, nesses estudos, as rações não tenham apresentado teores de PB reduzidos e não foram suplementadas com aminoácidos.

Este fato pode ainda ser suposto quando se observam os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações, os quais foram superiores ($P<0,05$) nas rações com níveis reduzidos de nutrientes, suplementadas com a enzima fitase e aminoácidos. Tal fato reforça o efeito benéfico da adição da enzima fitase às rações, proporcionando melhor digestibilidade de nutrientes, o que, no presente trabalho, ficou evidenciado pela melhor digestibilidade da matéria seca da ração, exceto na ração com 18 % de PB, utilizada no período de 35 a 42 dias de idade. Também Silva (2004) observou melhora de 6,3% no CDMS de rações com níveis reduzidos de proteína bruta, suplementadas com a enzima fitase e aminoácidos, utilizadas no período de 14 a 21 dias de idade. A mesma autora observou que a enzima fitase não contribuiu no aumento da EMAn e na melhoria do CDMS das rações com 18% de PB para a fase de 35 a 42 dias de idade, pois esta não diferiu ($P>0,05$) da ração basal, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Além da contribuição da enzima fitase, o maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) da ração com 16% de PB na fase de crescimento pode estar relacionado ao fato de que, nessa ração, houve uma maior inclusão de aminoácidos sintéticos, que são considerados 100% disponíveis.

É importante ressaltar que a adição de fitase à dieta não apresenta efeito direto sobre a disponibilidade de energia, sendo o resultado final uma somatória dos incrementos obtidos na digestibilidade de proteínas (Namkung & Leesson,

1999; Ravindran et al., 1999), amido (Thompson & Yoon, 1984) e lipídeos (Ravindran et al., 2001).

Na Tabela 3.2 estão apresentados os valores de consumo, excreção absoluta e os coeficientes de retenção de nitrogênio nos períodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

TABELA 3.2. Consumo, excreção e coeficiente de retenção de nitrogênio em rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte .

Rações	14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
21,4% PB (Basal)	3177 a	1200 a	62,24 b
19% PB c/ fitase	2958 b	1035 b	65,00 a
17% PB c/ fitase	2638 c	920 c	65,05a
CV(%)	3,57	5,97	3,04
Rações	35 a 42 dias de idade		
19,3% PB (Basal)	5559 a	2115 a	61,94 b
18% PB c/ fitase	5409 a	2116 a	60,91 b
16 % PB c/ fitase	4790 b	1696 b	64,58 a
CV(%)	6,39	8,63	3,11

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

No período de 14 a 21 dias, houve um menor (P<0,05) consumo de nitrogênio quando aves consumiram as rações com níveis reduzidos de proteína bruta, comparado ao consumo da ração basal. Desta forma, também houve uma redução na excreção absoluta de nitrogênio (mg/ave/dia) quando os níveis de

proteína foram reduzidos. As aves que receberam ração com 17% e 19 % de PB excretaram 24% e 14% menos nitrogênio, respectivamente, em relação às aves que consumiram a ração basal (21,4% de PB).

Estes resultados confirmam aqueles obtidos por Silva (2004), evidenciando que a redução dos níveis de proteína da ração pode ser benéfico em minimizar o impacto ambiental causado pelo excesso de excreção de nutrientes. Também Cauwenberghe & Burnham (2001) verificaram que é possível uma redução na excreção de nitrogênio de 10% a 15% em aves que consumiram rações com PB reduzida suplementadas com aminoácidos e que uma redução de 1% no teor de PB da dieta diminuiu a excreção de nitrogênio em 10%.

Apesar de menor consumo e excreção absoluta de nitrogênio daquelas aves que receberam a ração com 17 % de proteína bruta, comparada às demais, o coeficiente de retenção de nitrogênio foi semelhante para as aves que receberam as rações com 17 e 19 % de PB, porém superiores ($P<0,05$) ao coeficiente de retenção das aves que receberam a ração basal. O coeficiente de retenção de nitrogênio da ração basal foi de 61,7%, enquanto o valor médio do coeficiente de retenção do nitrogênio das rações com níveis reduzidos de proteína foi de 65%. O melhor aproveitamento do nitrogênio da ração pode estar relacionado com a atuação da enzima fitase. Considerando que o ácido fítico pode complexar-se com enzimas como tripsina e pepsina (Mroz et al., 1994), podendo interferir na digestibilidade da proteína das rações, a redução na sua concentração no sistema digestivo, devida à ação da fitase, pode ser um dos fatores que contribuiu para os resultados obtidos.

Ravindran & Bryden (1997) relataram que o fitato inibe a ação das enzimas proteolíticas, formando complexos fitato-proteína ou fitato-mineral-proteína, reduzindo a sua utilização. Segundo os autores, a enzima fitase

hidrolisa a ligação fósforo-proteína, remove os efeitos proteolíticos negativos do fitato nas enzimas endógenas e aumenta a digestão e absorção de proteínas e aminoácidos.

Por outro lado, Ibrahim et al. (1999) constataram que a utilização de nitrogênio por frangos de corte na fase inicial não parece ser melhorada pela suplementação de fitase. Já Camdem et al. (2001) constataram que a retenção aparente de nitrogênio em frangos de corte aumentou com a adição de fitase em rações com níveis de fósforo disponível e cálcio reduzidos. Aumentos da utilização dos aminoácidos em rações com fitase foram observados em experimentos conduzidos por Sebastian et. al. (1997).

No período de 35 a 42 dias de idade, observa-se um menor consumo de nitrogênio ($P<0,05$) quando as aves receberam a ração com 16% de proteína bruta, quando comparadas ao consumo da ração basal e ração com 18% de PB. Desta forma, também houve uma redução na excreção absoluta de nitrogênio (mg/ave/dia) quando os níveis de proteína da ração foram reduzidos para 16% de PB. As aves que consumiram ração com 18% de PB não apresentaram redução na excreção absoluta de nitrogênio, não diferindo ($P>0,05$) da ração basal. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2004) utilizando rações com níveis reduzidos de proteína bruta e fósforo disponível, suplementadas com a enzima fitase, observando efeito apenas do nível de proteína para a excreção de nitrogênio, ressaltando que a enzima fitase não influenciou na excreção de nitrogênio.

Verificou-se uma redução de aproximadamente 20% de nitrogênio ao se reduzir o nível protéico da ração de 19,3% (basal) para 16% de PB. Confirma-se, assim, que reduzir o teor de proteína bruta das rações é uma estratégia eficaz para diminuir o poder poluente das excretas.

O coeficiente de retenção do nitrogênio foi semelhante (P>0,05) quando as aves consumiram ração basal e ração com 18% de PB e inferior quando comparados com aves que receberam ração com 16% de PB. O maior coeficiente de retenção observado quando as aves consumiram ração com 16% de PB pode estar relacionado com a maior quantidade de aminoácidos sintéticos adicionados nesta ração, que são considerados 100% disponíveis para o animal, além da possível contribuição da enzima fitase.

Na Tabela 3.3 estão apresentados os valores de consumo, excreção absoluta e os coeficientes de retenção de fósforo nos períodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

TABELA 3.3. Consumo, excreção e coeficiente de retenção de fósforo em rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte.

Rações	14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
21,4% PB (Basal)	556 a	288 a	48,13 b
19% PB c/ fitase	459 b	214 b	53,38 b
17% PB c/ fitase	352 c	136 c	61,24 a
CV(%)	3,57	13,32	10,72
Rações	35 a 42 dias de idade		
19,3% PB (Basal)	966 b	658 a	31,90 b
18% PB c/ fitase	1060 a	582 b	45,08 a
16 % PB c/ fitase	826 c	529 b	35,94 b
CV(%)	6,67	12,35	15,51

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

No período de 14 a 21 dias, o consumo de fósforo foi menor ($P<0,05$) quando as aves receberam rações com níveis reduzidos de fósforo disponível e proteína bruta suplementadas com enzima fitase, quando comparado ao consumo das aves que receberam ração basal. Desta forma, também houve uma redução na excreção absoluta de fósforo (mg/ave/dia), demonstrando efetiva atuação da enzima fitase em aumentar a disponibilidade de fósforo dos alimentos e reduzir sua excreção.

Apesar do menor consumo e excreção absoluta de fósforo daquelas aves que receberam ração com 19% de proteína bruta, o coeficiente de retenção foi igual ($P>0,05$) ao da ração basal. Por outro lado, se observou maior coeficiente de retenção de fósforo quando as aves receberam ração com 17% de proteína bruta e com nível reduzido de fósforo disponível. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2004), quando as aves receberam a ração com 17% de PB e 0,34% de fósforo disponível, apresentaram uma melhora numérica de 11,2% no coeficiente de retenção do fósforo em relação ao controle e apresentaram redução de mais de 50% na excreção relativa de fósforo.

A melhora na digestibilidade e no aproveitamento do fósforo é esperada porque a fitase quebra o complexo fitato-mineral, deixando o fósforo livre para absorção e diminuindo a sua excreção. Diversos pesquisadores relataram, em seus estudos, o efeito da fitase aumentando a disponibilidade do fósforo fítico de ingredientes vegetais para aves, (Conte, 2000; Lan et al., 2002; Santos et al., 2001; Viveiros et al., 2002).

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

Observa-se que no período de 35 a 42 dias, o consumo de fósforo foi menor (P<0,05) quando as aves receberam ração com 16% de proteína bruta, demonstrando que a redução do fósforo disponível da ração não afetou o consumo de fósforo, visto que as aves que receberam ração com 18% de PB e níveis reduzidos de fósforo disponível apresentaram consumo superior (P<0,05) ao da ração basal.

As aves que consumiram a ração com 18% de PB, além de excretarem menos, conseguiram reter mais fósforo (P<0,05), demonstrando mais uma vez a contribuição da enzima fitase na redução do fósforo das excretas e também no aumento da disponibilidade do fósforo dos alimentos utilizados na ração. Apesar do menor consumo e menor excreção absoluta de fósforo (mg/ave/dia) daquelas aves que receberam ração com 16% de PB, o coeficiente de retenção foi igual (P>0,05) ao da ração basal. De maneira geral, esta redução nos níveis de fósforo das excretas é extremamente benéfico para o meio ambiente, principalmente em regiões que possuem intensa atividade avícola.

Na Tabela 3.4 estão apresentados os valores de consumo, excreção absoluta e os coeficientes de retenção de cálcio nos períodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

No período de 14 a 21 dias, observou-se menor consumo de cálcio (P<0,05) quando as aves receberam ração com 17% de PB com níveis reduzidos de cálcio e fósforo; no entanto, as aves que consumiram ração com 19% de PB apresentaram consumo superior (P<0,05) ao das aves que receberam as demais rações, demonstrando que a redução dos nutrientes da ração não foi a causa do baixo consumo. Apesar do maior consumo, as aves que consumiram a ração com 19% de PB excretaram menos cálcio do que as aves que consumiram ração basal.

TABELA 3.4. Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cálcio em rações com teores de proteína bruta e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte

Rações	14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
21,4% PB (Basal)	1030 b	453 a	56,00 c
19% PB c/ fitase	1100 a	380 b	65,43 b
17% PB c/ fitase	630 c	161 c	74,43 a
CV(%)	3,64	7,70	2,97
Rações	35 a 42 dias de idade		
19,3% PB (Basal)	1931 a	896 a	53,56 b
18% PB c/ fitase	1863 a	853 a	54,21 b
16 % PB c/ fitase	1895 a	641 b	66,25a
CV(%)	6,10	10,03	7,04

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

O coeficiente de retenção do cálcio foi superior (P<0,05) quando as aves consumiram ração com níveis reduzidos de cálcio, fósforo e proteína bruta. De acordo com Um & Paik (1999) e Ravindran et al. (2000), as aves apresentam a capacidade de aumentar a retenção de minerais necessários para manter as funções fisiológicas à medida que os níveis destes são reduzidos na dieta.

Esses resultados estão em desacordo com os encontrados por Silva (2004), segundo a qual o coeficiente de retenção do cálcio da ração com 19% de PB e níveis reduzidos de cálcio e fósforo, suplementada com fitase, foi menor quando comparado com a ração basal. No entanto, concordam com os resultados de Viveiros et al. (2002), que constataram que a suplementação de fitase em

rações com níveis reduzidos de fósforo disponível aumentou a retenção de cálcio.

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

No período de 35 a 42 dias, observa-se que o consumo de cálcio não diferiu entre os tratamentos (P>0,05). No entanto, as aves que receberam ração com 16% de PB excretaram menos cálcio e apresentaram maior coeficiente de retenção em relação às aves que consumiram as demais rações. Esperava-se, entretanto, que as aves que consumiram ração com 18% de PB também apresentassem menor excreção, visto que rações com níveis reduzidos de PB tiveram o nível de cálcio reduzido e também foram suplementadas com enzima fitase. Resultado divergente foi obtido por Silva (2004), que constatou melhora no coeficiente de retenção de cálcio para as aves que consumiram ração com 18% de PB com níveis reduzidos de cálcio e fósforo disponível suplementadas com fitase. Entretanto, sabe-se que a interrelação entre os minerais é fator preponderante na maior ou menor retenção dos mesmos pelas aves.

Desta forma, podemos evidenciar que as aves que receberam ração com 16% de PB suplementada com fitase, com o nível de cálcio reduzido de 0,87% para 0,70%, excretaram menos cálcio e apresentaram melhora no coeficiente de retenção.

Na Tabela 3.5 estão apresentados os valores de consumo, excreção absoluta e os coeficientes de retenção de potássio nos períodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

Houve um menor consumo de potássio (P<0,05) pelas aves que receberam as rações com níveis reduzidos de proteína bruta, comparado ao

consumo da ração basal no período de 14 a 21 dias. Desta forma, também houve uma redução na excreção absoluta de potássio (mg/ave/dia). As aves que receberam ração com 17% e 19 % de PB excretaram aproximadamente 8% menos potássio em relação às aves que consumiram a ração basal. Esta menor excreção pode estar relacionada tanto ao baixo consumo quanto à contribuição da enzima fitase em melhorar a disponibilidade do potássio dos ingredientes utilizados na ração para as aves.

TABELA 3.5. Consumo, excreção e coeficiente de retenção de potássio em rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte.

Rações	14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
21,4% PB (Basal)	1062 a	547 a	48,44 a
19% PB c/ fitase	954 b	501 b	47,46 a
17% PB c/ fitase	815 c	506 b	37,89 b
CV(%)	3,57	4,75	5,02
Rações	35 a 42 dias de idade		
19,3% PB (Basal)	1813 a	1087 a	39,86 b
18% PB c/ fitase	1687 a	1153 a	31,55 b
16 % PB c/ fitase	1430 b	709 b	50,36 a
CV(%)	6,39	11,40	16,23

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

As aves que receberam ração com 19% de proteína bruta excretaram menos potássio e tiveram o coeficiente de retenção semelhante ao das aves que

consumiram ração controle, demonstrando que a redução do nível protéico da ração para 19%, ou seja, com uma menor quantidade de farelo de soja, que é considerada a principal fonte de potássio das rações, não prejudicou a retenção deste mineral. Entretanto, a redução do nível protéico para 17% reduziu a retenção de potássio.

De acordo com Ravindran et al. (2000) e Um & Paik (1999) as aves apresentam a capacidade de aumentar a retenção de minerais necessários para manter as funções fisiológicas à medida que os níveis destes são reduzidos na dieta. Este fato não ocorreu no presente experimento, pois esperava-se que o coeficiente de retenção do potássio fosse superior quando as aves receberam ração com níveis reduzidos de proteína bruta suplementadas com fitase, quando comparadas com as aves que consumiram ração basal, pois esta não foi suplementada com enzima fitase.

No período de 35 a 42 dias houve menor consumo, menor excreção e maior coeficiente de retenção de potássio quando as aves foram alimentadas com ração contendo 16% de PB, quando comparadas com aquelas que consumiram ração basal e ração com 18% de PB. Estes resultados demonstram que quanto menor é a disponibilidade do nutriente na ração e maior a necessidade do nutriente, maior é a eficiência de retenção do mesmo, e quando há sobra do nutriente na ração, ele tende a passar pelo trato digestivo sem ser absorvido. Este fato ficou evidenciado nos resultados obtidos, pois as aves que receberam ração com menor quantidade de farelo de soja, que é considerada a principal fonte de K das rações, conseguiram reter mais potássio.

A redução do nível protéico da ração para 18% não foi suficiente para reduzir a excreção de potássio, mesmo sendo suplementada com enzima fitase, pois pode-se observar que as aves que receberam ração com 18% de PB

apresentaram consumo, excreção e coeficiente de retenção semelhante ao daquelas que receberam ração basal.

Na Tabela 3.6 estão apresentados os valores de consumo, excreção absoluta e os coeficientes de retenção de cobre nos periodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

TABELA 3.6. Consumo, excreção e coeficiente de retenção de cobre em rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte.

Rações	14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
21,4% PB (Basal)	0,61 a	0,33 a	45,34 a
19% PB c/ fitase	0,29 b	0,24 b	15,43 b
17% PB c/ fitase	0,30 b	0,25 b	15,24 b
CV(%)	3,99	5,70	14,31
Tratamentos	35 a 42 dias de idade		
19,3% PB (Basal)	0,97 b	0,51 b	46,95 b
18% PB c/ fitase	0,96 b	0,53 b	45,07 b
16 % PB c/ fitase	1,59 a	0,66 a	58,38 a
CV(%)	5,63	13,33	13,04

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

No período de 14 a 21 dias de idade, houve menor (P<0,05) consumo de cobre quando as aves receberam as rações com níveis reduzidos de nutrientes, quando comparado ao consumo da ração basal. Desta forma, também houve uma redução na excreção absoluta de cobre (mg/ave/dia). Apesar de menor consumo e excreção absoluta de cobre daquelas aves que receberam as rações com níveis

reduzidos de nutrientes, suplementadas com fitase, o coeficiente de retenção de cobre foi menor. Pode-se constatar que apenas 15% do cobre ingerido foi aproveitado pelas aves, ou seja, 85% do cobre presente na ração foi eliminado nas excretas. Ao se adicionar fitase nas rações, a hidrólise do ácido fítico pode disponibilizar cobre para o animal. No entanto, no presente estudo isto não foi observado. Neste caso, níveis mais altos de fitase podem ser necessários para que seja expresso o efeito da enzima.

Zanini (1997) avaliou o efeito da adição de 500 FTU de fitase/kg de ração à base de milho e farelo de soja para pintos de corte e observou que a adição de fitase não influenciou o coeficiente de retenção do cobre. Também Silva (2004) observou que a suplementação de fitase não foi eficiente em reduzir a excreção e melhorar o coeficiente de retenção do Cu em rações com níveis reduzidos de proteína bruta.

Sebastian et al. (1996), utilizando dietas à base de milho e farelo de soja, com 0,33% de fósforo disponível e 600 FTU/kg, observaram aumento na retenção relativa de 19,3% para o cobre.

No período de 35 a 42 dias, houve efeito ($P<0,05$) dos tratamentos sobre no consumo de cobre. As aves que receberam a ração com 16% de proteína bruta suplementada com enzima fitase apresentaram maior consumo quando comparada com as demais. Desta forma, as aves que receberam esta ração apresentaram maior excreção absoluta de cobre (mg/ave/dia); entretanto, esta ração foi a que apresentou o melhor coeficiente de retenção de cobre. Conte (2000) observou aumento na absorção de Cu em dietas para frangos com fósforo disponível reduzido e suplementadas com fitase. Entretanto, no trabalho do referido autor, as rações não apresentavam teores de PB reduzidos e suplementação com aminoácidos.

A ração com 18% de PB suplementada com fitase não diferiu da ração controle em nenhuma das variáveis avaliadas, ou seja, consumo, excreção e coeficiente de retenção. Estes resultados demonstram que o nível de fitase utilizado na ração com 18% de PB não foi suficiente para melhorar a disponibilidade de cobre dos alimentos. Entretanto, sabe-se que a interrelação entre os minerais é um fator importante na maior ou menor retenção dos minerais. Segundo Domene (1996), o cobre tem reconhecida competição com o zinco. Pequeno acréscimo de zinco à dieta de humanos, acima do recomendado, determina menor absorção de cobre e este antagonismo ocorre durante a fase absortiva e/ou transporte do cobre ao fígado.

Na Tabela 3.7 estão apresentados os valores de consumo, excreção absoluta e os coeficientes de retenção de zinco nos períodos de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade.

No período de 14 a 21 dias, houve menor ($P<0,05$) consumo de zinco quando as aves consumiram as rações com níveis reduzidos de nutrientes, quando comparado ao consumo da ração basal. Não houve diferença ($P>0,05$) na excreção absoluta de zinco (mg/ave/dia) entre os tratamentos. Porém, foi evidenciado menor coeficiente de retenção de zinco quando as aves consumiram as rações com níveis reduzidos de proteína bruta suplementadas com fitase. Resultados semelhantes foram encontrados por Zanini (1997) avaliando o efeito da adição de 500 FTU de fitase/kg de ração à base de milho e farelo de soja para pintos de corte, o qual relatou que a adição de fitase não influenciou o coeficiente de retenção do zinco.

TABELA 3.7. Consumo, excreção e coeficiente de retenção de zinco em rações com teores de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível reduzidos, suplementadas com aminoácidos e fitase para frangos de corte.

Rações	14 a 21 dias de idade		
	Consumo (mg/ave/dia)	Excreção absoluta (mg/ave/dia)	Coeficiente retenção (%)
21,4% PB (Basal)	2,57 a	1,98 a	22,91 a
19% PB c/ fitase	2,29 b	1,87 a	18,42 b
17% PB c/ fitase	2,14 b	1,85 a	13,39 c
CV(%)	3,69	5,44	16,42
Tratamentos	35 a 42 dias de idade		
19,3% PB (Basal)	6,45 a	4,61 a	28,80 a
18% PB c/ fitase	6,40 a	4,70 a	26,79 a
16 % PB c/ fitase	6,50 a	4,46 a	31,32 a
CV(%)	6,24	13,40	23,51

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

De acordo com a literatura, o zinco é um mineral de baixa absorção. Em trabalho realizado com aves, Suso & Edwards Jr. (1969) obtiveram uma taxa de absorção de zinco variando de 15 a 25%. Já Silva (2004), avaliando dietas com e sem fitase com níveis reduzidos de proteína bruta e fósforo disponível, obteve taxas de retenção de zinco entre 27 a 37%, observando também que as aves que receberam ração com níveis normais e níveis reduzidos de nutrientes sem a adição de fitase apresentaram coeficiente de retenção superior ao daquelas que receberam ração com fitase.

No período de 35 a 42 dias, observa-se que o consumo, excreção absoluta e coeficiente de retenção de zinco não foram influenciados pelos níveis protéicos das rações, tampouco pela adição de enzima fitase (P>0,05). A absorção de zinco é influenciada por diversos fatores, dentre eles a composição da dieta, quantidade de ácido fítico e os mecanismos de competição e antagonismo (Domene, 1996). No entanto, quando adicionamos fitase nas rações, a hidrólise do ácido fítico pode disponibilizar zinco para o animal, o que no presente estudo isto não foi observado. Neste caso, níveis mais altos de fitase podem ser necessários para que o efeito da enzima seja expresso.

Roberson & Edwards Jr. (1994) obtiveram taxa de absorção de zinco de 31,6% em rações sem a utilização de enzima fitase e de 33,7% com a utilização de 750 FTU de fitase/kg de ração.

Biehl et.al. (1995) observaram aumento significativo na concentração de zinco e manganês no osso quando a dieta experimental, à base de milho e farelo de soja, deficiente em Zn e Mn, foi suplementada com 1200 FTU de fitase/kg de ração. Entretanto, Sebastian et al. (1996), utilizando dietas normais ou com baixo fósforo disponível, suplementadas ou não com 600 FTU de fitase/kg de ração, encontraram efeito significativo da fitase na taxa de retenção de zinco, cobre, cálcio e fósforo, porém não encontraram diferenças na concentração de cobre e zinco nas tíbias.

4 CONCLUSÃO

Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo disponível, suplementadas com fitase e aminoácidos, são eficientes em reduzir o poder poluente das excretas de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIEHL, R. R.; BAKER, D. H.; DeLUCA, H. F. 1α-Hydroxylated cholecalciferol compounds act additively with microbial phytase to improve phosphorus zinc and manganese utilization in chicks fed soy-based diets. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 125, n. 9, p. 2407-2416, Sept. 1995.

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

CASEY, A.; WALSH, G. Pufication and characterization of extracellular phytase from *Aspergillus niger* ATCC 9142. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 86, n. 2, p. 183-188, Jan. 2004.

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

CONTE, A. J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase**. 2000. 164 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DAGNALL, S. P. Poultry litter as a fuel. **Word's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 175-177, July 1993.

DOMENE, S. M. A . **Estudo do valor nutritivo mineral do farelo de arroz. Utilização do zinco, ferro, cobre e cálcio pelo rato em crescimento.** 1996. 104 p. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Universidade de Campinas, Campinas.

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

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Adding methionine and lysine to broiler diets to lower feed costs. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 2, p. 202-218, 1998.

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

LAN, G. Q.; ABUDULLAH, 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.

MACÊDO, J. A B. Águas & Águas. Água-reaproveitamento, fonte e legislação e características. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 505 p

MASSAHUD, N. **Métodos de análise foliar.** Lavras: UFLA. Departamento de Quimica, 1997. (notas de aulas).

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

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 126-132, Jan. 1994.

NAGATA, A K.; RODRIGUES, P. B.; RODRIGUES, K. F.; LEITE, R. S.; SENAGIOTTO, E. R. Energia metabolizável e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando aminoácidos sintéticos e fitase. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, p. 85, 2005a. Suplemento.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; et al. Níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta em Rações Suplementadas com Fitase e Aminoácidos Sintéticos para Frangos de Corte no Período de 22 a 42 Dias de Idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia – GO. Anais... Goiâni: SBZ, 2005b. 1CDROM. Monogástricos.

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign v. 78, n. 9, p. 1317-1319, Sept. 1999.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Influence of dietary phytic acid and available phosphorus levels on the response of broilers to supplemental natuphos. In: SHORT COURSE ON FEED TECNOLOGY, 7., 1997, Ansung, Korea: Korean Society of Animal Nutrition and feedstuffs, 1997.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SUSO, F. A.; EDWARDS JR., H. A. Whole body counter studies on the absorption of ^{60}Co, ^{59}Fe, ^{54}Mn and ^{65}Zn by chicks, ass affected by their dietary levels and other supplemental divalent elements. **Poultry Science**, Champaign, v. 48, n. 3, p. 933-938, May 1969.

THOMPSON, L. U.; YOON, J. H. Starch digestibility as affected by poliphenols and phytic acid. **Journal Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1228-1229, July/Aug. 1984.

UM, J. S.; PAIK, I. K. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Champaign,v. 78, n. 1, p. 75-79, Jan. 1999.

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.

ZANINI, S. F. **Efeitos da adição de enzimas a ração sobre a utilização de nutrientes para frangos de corte.** 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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

ANEXOS

ANEXO A Pág.

TABELA 1A. Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte da linhagem Cobb no período de 1 a 42 dias de idade, no experimento I.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	0,051167	0,0001	0,064718	0,0007	0,004474	0,0553
Erro	25	0,005340		0,009344		0,001673	
CV (%)		2,62		2,00		2,36	

TABELA 2A. Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento I.

FV	GL	RC		RP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	1,336774	0,1791	1,354580	0,2169
Erro	25	0,781348		0,870664	
CV (%)		1,16		2,76	

TABELA 3A. Resumo das análises de variância para rendimento de Coxa+sobre coxa (RCSC) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento I.

FV	GL	RCSC		RGA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	2,289448	0,0434	1,341356	0,0000
Erro	25	0,795634		0,111802	
CV (%)		3,06		16,00	

TABELA 4A. Resumo das análises de variância para umidade (U) e proteína bruta (PB) da carne frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento I.

FV	GL	U		PB	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	0,454347	0,3921	1,125509	0,0002
Erro	25	0,424568		0,136321	
CV (%)		0,86		1,55	

TABELA 5A. Resumo das análises de variância para cinzas (CZ) e extrato etéreo (EE) da carne frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento I.

FV	GL	CZ		EE	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	4	0,027573	0,1075	0,206555	0,0320
Erro	25	0,012975		0,065835	
CV (%)		11,66		21,34	

TABELA 6A. Resumo das análises de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte da linhagem Cobb no período de 1 a 42 dias de idade, no experimento II.

FV	GL	GP		CR		CA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	1	0,012858	0,0848	0,000907	0,8380	0,003218	0,2146
Erro	10	0,003514		0,020591		0,001832	
CV (%)		2,05		2,92		2,51	

TABELA 7A. Resumo das análises de variância para rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP) de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento II.

FV	GL	RC		RP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	1	2,292590	0,1108	0,790995	0,3653
Erro	10	0,749351		0,879309	
CV (%)		1,13		2,70	

TABELA 8A. Resumo das análises de variância para rendimento de Coxa+sobre coxa (RCSC) e rendimento de gordura abdominal (RGA) de frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento II.

FV	GL	RCSC		RGA	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	1	3,540578	0,0062	0,228004	0,1416
Erro	10	0,299402		0,089518	
CV (%)		1,87		20,00	

TABELA 9A. Resumo das análises de variância para umidade (U) e proteína bruta (PB) da carne frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento II.

FV	GL	U		PB	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	1	1,214124	0,0546	0,047502	0,7508
Erro	10	0,256264		0,445623	
CV (%)		0,67		2,77	

TABELA 10A. Resumo das análises de variância para cinzas (CZ) e extrato etéreo (EE) da carne frangos de corte da linhagem Cobb aos 42 dias de idade, no experimento II.

FV	GL	CZ		EE	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	1	0,000075	0,9490	0,009352	0,7030
Erro	10	0,017403		0,060742	
CV (%)		12,84		19,88	

TABELA 11A. Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	EMAn		CDMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	61492,666667	0,0000	17,627450	0,0000
Erro	15	1817,677778		0,523940	
CV (%)		1,30		0,98	

TABELA 12A. Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção absoluta (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CN		EAN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	440983,500000	0,0000	118257,555556	0,0000	15,442022	0,0390
Erro	15	10899,433333		3949,644444		3,804817	
CV (%)		3,57		5,97		3,04	

TABELA 13A. Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção absoluta (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CP		EAP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	62484,500000	0,0000	34440,055556	0,0000	260,943372	0,0049
Erro	15	265,400000		805,788889		33,795544	
CV (%)		3,57		13,32		10,72	

TABELA 14A. Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção absoluta (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CCa		EACa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	385980,055556	0,0000	138481,166667	0,0000	509,775556	0,0000
Erro	15	1122,411111		652,911111		3,755111	
CV (%)		3,64		7,70		2,97	

TABELA 15A. Resumo das análises de variância para consumo (CK), excreção absoluta (EAK) e coeficiente de retenção (CRK) de potássio das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CK		EAK		CRK	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	92220,722222	0,0000	3834,055556	0,0102	203,435817	0,0000
Erro	15	1132,955556		605,711111		5,021534	
CV (%)		3,57		4,75		5,02	

TABELA 16A. Resumo das análises de variância para consumo (CCu), excreção absoluta (EACu) e coeficiente de retenção (CRCu) de cobre das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CCu		EACu		CRCu	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	0,199839	0,0000	0,015072	0,0000	1863,341839	0,0000
Erro	15	0,000254		0,000251		12,808463	
CV (%)		3,99		5,70		14,31	

TABELA 17A. Resumo das análises de variância para consumo (CZn), excreção absoluta (EAZn) e coeficiente de retenção (CRZn) de zinco das rações experimentais utilizadas na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CZn		EAZn		CRZn	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	0,288172	0,0000	0,028272	0,1047	136,091400	0,0002
Erro	15	0,007442		0,010740		8,972373	
CV (%)		3,69		5,44		16,42	

TABELA 18A. Resumo das análises de variância para energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria seca e coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	EMAn		CDMS	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	44469,500000	0,0000	12,072717	0,0017
Erro	15	1551,533333		1,204531	
CV (%)		1,16		1,48	

TABELA 19A. Resumo das análises de variância para consumo (CN), excreção absoluta (EAN) e coeficiente de retenção (CRN) de nitrogênio das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CN		EAN		CRN	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	996409,555556	0,0029	351262,055556	0,0007	21,552267	0,0143
Erro	15	112534,788889		29067,488889		3,773604	
CV (%)		6,39		8,63		3,11	

TABELA 20A. Resumo das análises de variância para consumo (CP), excreção absoluta (EAP) e coeficiente de retenção (CRP) de fósforo das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CP		EAP		CRP	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	82709,388889	0,0001	25279,166667	0,0251	273,830906	0,0042
Erro	15	4021,133333		5310,411111		34,069148	
CV (%)		6,67		12,35		15,51	

TABELA 21A. Resumo das análises de variância para consumo (CCa), excreção absoluta (EACa) e coeficiente de retenção (CRCa) de cálcio das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CCa		EACa		CRCa	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	46445,388889	0,0530	111550,055556	0,0001	382,140556	0,0000
Erro	15	12918,588889		6391,522222		16,186444	
CV (%)		6,10		10,03		7,04	

TABELA 22A. Resumo das análises de variância para consumo (CK), excreção absoluta (EAK) e coeficiente de retenção (CRK) de potássio das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CK		EAK		CRK	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	227679,388889	0,0000	344102,055556	0,0000	533,122200	0,0007
Erro	15	11040,555556		12567,833333		43,412657	
CV (%)		6,39		11,40		16,23	

TABELA 23A. Resumo das análises de variância para consumo (CCu), excreção absoluta (EACu) e coeficiente de retenção (CRCu) de cobre das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CCu		EACu		CRCu	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	0,787617	0,0000	0,039872	0,0073	311,595939	0,0062
Erro	15	0,004371		0,005731		42,763856	
CV (%)		5,63		13,33		13,04	

TABELA 24A. Resumo das análises de variância para consumo (CZn), excreção absoluta (EAZn) e coeficiente de retenção (CRZn) de zinco das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), no experimento I.

FV	GL	CZn		EAZn		CRZn	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F	QM	Pr > F
Tratamentos	2	0,016017	0,9068	0,088617	0,7945	30,956717	0,5278
Erro	15	0,162571		0,379401		46,410721	
CV (%)		6,24		13,40		23,51	

ANEXO B Pág.

TABELA 1B. Temperaturas máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento 1.

Dia	Data	Máxima	Mínima
1	29/03/05	33	21
2	30/03/05	33	21
3	31/03/05	36	22
4	01/04/05	29	18
5	02/04/05	31	17
6	03/04/05	30	16
7	04/04/05	33	21
8	05/04/05	30	21
9	06/04/05	31	22
10	07/04/05	32	22
11	08/04/05	32	22
12	09/04/05	32	22
13	10/04/05	31	21
14	11/04/05	31	21
15	12/04/05	31	20
16	13/04/05	30	21
17	14/04/05	30	20
18	15/04/05	30	20
19	16/04/05	31	20
20	17/04/05	32	22
21	18/04/05	27	20
22	19/04/05	27	18
23	20/04/05	27	19
24	21/04/05	26	19
25	22/04/05	28	18
26	23/04/05	25	18
27	24/04/05	25	19
28	25/04/05	25	18
29	26/04/05	20	15
30	27/04/05	20	16
31	28/04/05	21	15
32	29/04/05	24	18
33	30/04/05	24	16
34	01/05/05	22	12
35	02/05/05	20	11
36	03/05/05	20	14
37	04/05/05	23	15
38	05/05/05	23	12
39	06/05/05	24	13
40	07/05/05	24	15
41	08/05/05	24	15
42	09/05/05	24	15

TABELA 2B. Temperaturas máxima e mínima no interior do galpão durante o experimento 2.

Dia	Data	Máxima	Mínima
1	05/07/05	-	-
2	06/07/05	-	-
3	07/07/05	-	-
4	08/07/05	22	11
5	09/07/05	24	9
6	10/07/05	21	10
7	11/07/05	21	13
8	12/07/05	26	11
9	13/07/05	26	10
10	14/07/05	25	9
11	15/07/05	27	10
12	16/07/05	26	11
13	17/07/05	29	11
14	18/07/05	25	13
15	19/07/05	19	15
16	20/07/05	21	13
17	21/07/05	25	13
18	22/07/05	23	13
19	23/07/05	28	13
20	24/07/05	27	13
21	25/07/05	25	13
22	26/07/05	24	13
23	27/07/05	25	15
24	28/07/05	24	15
25	29/07/05	25	12
26	30/07/05	26	12
27	31/07/05	25	11
28	01/08/05	24	11
29	02/08/05	25	10
30	03/08/05	25	10
31	04/08/05	25	11
32	05/08/05	25	09
33	06/08/05	25	11
34	07/08/05	25	12
35	08/08/05	24	11
36	09/08/05	24	12
37	10/08/05	22	12
38	11/08/05	23	08
39	12/08/05	25	10
40	13/08/05	28	15
41	14/08/05	27	14
42	15/08/05	25	13