

LUCIANO MORAES SÁ

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE CÁLCIO E SUA BIODISPONIBILIDADE EM
ALGUNS ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

A Deus, pela minha existência e por estar sempre presente.
Aos meus pais Darci e Dinalva, pelo amor, pela confiança e pelo apoio.
À minha irmã Synara, pela amizade e pelo companheirismo.
À minha avó Nicinha, pelo carinho e por todos esses anos de orações.
A todos da minha família que sempre me apoiaram.
Aos meus amigos, pela convivência fundamental.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e, em especial, ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pela dedicada orientação, pelos ensinamentos, pela confiança e pelo apoio.

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino e Horacio Santiago Rostagno, pelo aconselhamento e pela ajuda, que em muito somaram para a realização deste trabalho.

Aos professores Paulo Roberto Cecon e Júlio Maria Ribeiro Pupa, membros da banca examinadora, pela atenção e pelas valiosas sugestões apresentadas.

Ao professor Ricardo Frederico Euclides (Bajá) e Robledo de Almeida Torres, pela ajuda nas análises estatísticas.

À professora Ana Lúcia Salaro, pela grande contribuição na formação do meu caráter profissional e pela amizade.

Aos amigos-irmãos Viviane, Vidal, Fabiana, Bóris, Verônica, Adrianinho e Alessandra, por serem exemplos da verdadeira e incondicional amizade.

Aos amigos Priscila, Adriano Cupim, Eliane, Gisele, Débora, Gladstone, José Geraldo, Salete, Terezão, Marlene e Edenio, pela força e pelo apoio na elaboração deste trabalho.

Aos amigos André, Cláudio, Vinícius, Samuel e Max, pelo excelente convívio e companheirismo.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, em especial ao Adriano, Mauro, Elízio e Joselino, pela colaboração essencial durante os experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal e ao técnico Luciano do Laboratório de Celulose e Papel, pela ajuda na realização das análises.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

BIOGRAFIA

LUCIANO MORAES SÁ, filho de Darci Vicente de Sá e Dinalva Moraes Teixeira Sá nasceu em 11 de julho de 1974, em Governador Valadares, Minas Gerais.

Em março de 1993, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa – UFV, graduando-se em dezembro de 1997.

Durante o ano de 1998 e parte de 1999, participou de cursos e estágios na Fiorello H. LaGuardia Community College – The City University of New York – e em empresas particulares nos Estados Unidos da América.

Em setembro de 1999, ingressou no Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em agosto de 2001, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
Exigência Nutricional de Cálcio e sua Disponibilidade em Alguns Alimentos Para Frangos de Corte, no Período de 1 a 21 Dias de Idade	5
Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	13
<i>Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade</i>	14
<i>Disponibilidade relativa do cálcio</i>	23
Conclusões	26
Literatura Citada	27

Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, nas Fases de Crescimento (22 a 42 Dias de Idade) e Terminação (43 a 53 Dias de Idade)	31
Resumo	31
Abstract	32
Introdução.....	33
Material e Métodos	34
Resultados e Discussão	38
<i>Experimento 1 - Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.....</i>	39
<i>Experimento 2 - Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte período de 43 53 dias de idade</i>	46
Conclusões	52
Literatura Citada	53
RESUMO E CONCLUSÕES	56
APÊNDICE.....	57
APÊNDICE A	58
APÊNDICE B	60

RESUMO

SÁ, Luciano Moraes M.S. Universidade Federal de Viçosa, Agosto de 2001.
Exigência nutricional de cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte. Orientador: Paulo Cezar Gomes.
Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horacio Santiago Rostagno.

Com os objetivos de determinar a biodisponibilidade relativa do cálcio no fosfato bicálcico e nos calcários calcítico e dolomítico; bem como a exigência nutricional deste mineral para frangos de corte nas fases inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 42 dias) e terminação (43 a 53 dias), três experimentos foram conduzidos utilizando-se 720, 360 e 360 frangos de corte Avian Farm, respectivamente. A dieta basal utilizada em cada experimento, atendia as exigências das aves em todos os nutrientes, menos em cálcio, que permaneceu deficiente ao nível de 0,161%. Os valores da exigência de cálcio foram estimados através das variáveis de ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), teores de cálcio e cinzas nos ossos em porcentagem (CAOP, COP), e em gramas (CAOG, COG), e resistência à quebra dos ossos, (RQO) utilizando-se os modelos de Regressão Linear e/ou Quadrática. Determinaram-se os valores de disponibilidade relativa de cálcio no fosfato bicálcico e nos calcários calcítico e dolomítico pela relação dos coeficientes de regressão utilizando-se a técnica do “Slope Ratio Technique”, considerando o carbonato de cálcio como 100% disponível. No

experimento 1, houve efeito dos níveis de cálcio sobre todas as variáveis. As estimativas de exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade variaram pelo modelo quadrático de no mínimo de 0,93% para a variável CAOP e no máximo de 1,20% para a variável RQO. No experimento 2, houve efeito significativo dos níveis de cálcio sobre quase todas as variáveis estudadas, não afetando apenas a conversão alimentar. As estimativas de exigência de cálcio para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade variaram de 0,93; 1,01; 1,28; 1,01; e 0,95 para as variáveis GP, CAOP, RQO, COP e COG, respectivamente, pelo modelo quadrático. No experimento 3, os efeitos dos níveis de cálcio foram significativos apenas para as variáveis CAOP, CAOG, RQO e COP. As estimativas de exigência de cálcio para frangos de corte de 43 a 53 dias de idade foram de 0,91; 0,94; 1,18; e 0,97%, para as variáveis CAOP, CAOG, RQO e COP, respectivamente pelo modelo quadrático. As exigências de cálcio estimadas de acordo com as respostas biológicas das aves frente aos níveis de cálcio estudados, foram de 1,02; 1,01; e 0,97% de cálcio para frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade, respectivamente. Contudo, levando-se em consideração a resistência à quebra óssea, que é uma variável importante no abate e processamento das aves, a exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade seria de 1,20; 1,28; e 1,18%, respectivamente. Os valores médios da biodisponibilidade relativa de cálcio obtidos considerando todas as variáveis estudadas foi de 99,99% para o fosfato bicálcico, 84,67% para o calcário calcítico e de 75,28% para o calcário dolomítico.

ABSTRACT

SÁ, Luciano Moraes. M.S. Universidade Federal de Viçosa, August 2001. **Calcium requirements and his bioavailability in some feedstuffs for broilers.**
Adviser: Paulo Cezar Gomes. Committee members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Horacio Santiago Rostagno.

Three experiments were carried out, with 720, 360 and 360 chickens, respectively, to determine the availability of calcium in dicalcium phosphate, calcitic limestone and dolomitic limestone; as well the nutritional requirement of this mineral for broilers in the initial phase (1 to 21 days), growth phase (22 to 42 days) and final phase (43 to 53 days). In each experiment, a basal diet was formulated to provide the chicks nutritional requirements, except for the calcium, that remained deficient at the level of 0.161%. Weight gain (WG), feed:gain ratio (F:G), bone fracture resistance (BFR), calcium and ashes contents in the bone in percentage (CABP, CBP) and gram (CABG, CBG) were the evaluated variables. The calcium requirements was estimated using the Quadratic Regression Model and the Linear Response Plateau Discontinuous Model (LRP). The calcium relative availability was determinate using the Slope Ratio Technique, considering the calcium carbonate as 100% available. In experiment 1, the calcium levels effects were significant for all evaluated variables. Calcium requirement estimates for broiler chicks during 1 to 21 days varied from 0.97, 1.01, 0.93, 1.01, 1.20, 0.98, and

1.02%, for WG, F:G, CABP, CABG, BFR, CBP and CBG, respectively, by the quadratic model. In experiment 2, the calcium levels effects were also significant for almost all variables evaluated. Calcium requirement estimates for broiler chicks during 22 to 42 days varied from 0.93, 1.01, 1.28, 1.01, and 0.95% for WG, CABP, BFR, CBP and CBG, respectively, by the quadratic model. In the experiment 3, the calcium levels effects only were significant for CABP, CABG, BFR and CBP. Calcium requirement estimates for broiler chicks from 43 to 53 days ranged from 0.91, 0.94, 1.18, and 0.97%, for CABP, CABG, BFR and CBP, respectively, by the quadratic model. According to the biological values observed for the chickens, it were suggested the calcium requirements estimates of 1.02, 1.01, and 0.97% for broilers from 1 to 21, 22 to 42 and 43 to 53 days old, respectively. However, according the bone fracture resistance, an important variable for the poultry meat industry, the calcium requirement suggest for broilers from 1 to 21, 22 to 42 and 43 to 53 days old would be 1.20, 1.28, and 1.18%, respectively. The average values of relative calcium availability were 99.99% for dicalcium phosphate, 84.67% for calcitic limestone and 75.28% for dolomitic limestone in this experiment.

INTRODUÇÃO

O cálcio e o fósforo correspondem à maior parte dos minerais requeridos pelas aves e, juntos, perfazem os maiores custos dos suplementos minerais (Waldroup, 1996). Segundo Underwood (1981), estes minerais correspondem mais de 70% das cinzas do organismo animal, estando aproximadamente 99% de cálcio e 80% de fósforo localizados nos ossos e dentes e o restante, nos músculos, sangue e outros tecidos.

No organismo, o cálcio exerce funções plásticas e dinâmicas. A função plástica manifesta-se pela formação do tecido ósseo, onde está estreitamente ligado ao fósforo e ao magnésio. De acordo com Getty (1981), o osso é uma substância viva, com vasos sangüíneos, vasos linfáticos, nervos e uma estrutura orgânica de tecidos e células. A ossificação consiste na transformação de um tecido mole, chamado matriz protéica, em tecido ósseo, pela deposição de minerais, entre os quais o fosfato tricálcico representa entre 60 e 75%. O tecido ósseo não é apenas um tecido estrutural; funciona ainda como reserva de cálcio e fósforo para o organismo, pois, ao contrário do tecido inerte formador dos dentes, sofre constante remodelagem e renovação. Se a concentração de cálcio no sangue está reduzida, o cálcio ósseo é rapidamente mobilizado do osso para elevar os níveis plasmáticos. O cálcio, em relação às funções dinâmicas, é necessário para manter a permeabilidade normal das células, auxiliando, assim, no controle da pressão osmótica. É um mineral indispensável à coagulação do sangue, à produção de ovos e à produção do leite. Os íons cálcio regulam a contractilidade dos músculos e, se estiverem em

níveis inadequados no sangue, pode haver a ocorrência de contrações musculares. Os íons cálcio atuam ainda na regulação da excitabilidade neuromuscular, transmitindo os impulsos nervosos ao nível das junções neuromusculares.

No Brasil, a principal fonte de cálcio utilizada na alimentação de aves e suínos é o calcário calcítico, que é uma fonte especialmente rica em cálcio, abundante e de baixo custo (Veloso & Bessa, 1995), encontrado em várias regiões e em grandes quantidades. Segundo Fialho et al. (1992), o calcário calcítico é proveniente de rochas calcárias, calcinadas, trituradas e com baixo teor de magnésio. Outras fontes de cálcio incluem o calcário dolomítico (pouco utilizado, em razão do excesso de magnésio), a farinha de ossos, a farinha de ostras, o gesso, os fosfatos de rocha e algas calcárias. Contudo, a maioria dos suplementos fosfóricos geralmente adicionados às rações de aves e suínos possui variados teores de cálcio.

Os fatores que influenciam a exigência de cálcio são basicamente variabilidade de nutrientes dos ingredientes das rações, disponibilidade dos nutrientes, *performance* potencial dos animais, nível de energia do alimento, temperatura ambiente, estresse por doença, ventilação deficiente, interação de ingredientes, interação de nutrientes, ingestão adequada de vitamina D e integridade do fígado e rins para converter a forma hormonal da vitamina D. Segundo Waldroup (1996), além desses fatores, também devem ser considerados a idade e o estado fisiológico dos animais. Por exemplo, os animais jovens, que apresentam rápido desenvolvimento do tecido esquelético, tendem a utilizar os minerais mais eficientemente que os animais velhos. Por outro lado, galinhas poedeiras em produção utilizam melhor os minerais do que aquelas que não estejam produzindo.

O requerimento de cálcio e fósforo para frangos de corte tem sido pesquisado há várias décadas. Todavia, com o melhoramento genético, as aves apresentam uma taxa de crescimento cada vez mais elevada, sendo, portanto, necessário dar continuidade às pesquisas da exigência destes minerais. Simco & Stephenson (1960) e Formica et al. (1961) recomendam 0,6% de cálcio para máximo crescimento. Já Mehring & Titus (1964) recomendam 1% de cálcio e 0,6% de fósforo para frangos de corte, enquanto o

National Research Council - NRC (1984) sugere 1,1% de cálcio e 0,7% de fósforo para maximizar o desempenho.

O conceito de biodisponibilidade implica que a biodisponibilidade dos nutrientes de diferentes fontes varia e essa diferença pode ser quantificada e, portanto, as fontes podem ser comparadas (Waldroup, 1996). A disponibilidade é a medida do grau com que a fonte em estudo fornece o nutriente que será realmente utilizado nos processos fisiológicos pelo animal.

A biodisponibilidade das fontes de cálcio e fósforo é geralmente determinada por de bases comparativas entre as fontes em teste com uma fonte considerada padrão, a qual é dado arbitrariamente o valor de 100% disponível. A taxa de ganho de peso, a conversão alimentar, a resistência à quebra do osso, a cinza e o cálcio nos ossos são os critérios mais utilizados para a determinação da disponibilidade de cálcio em aves.

A biodisponibilidade de cálcio, em quatro fosfatos de Araxá, para frangos de corte, foi determinada por Veloso et al. (1998), que observaram os valores de 110,49; 51,31; 108,67; e 50,65, respectivamente, para os fosfatos que continham diferentes níveis de fósforo em sua composição. Os fosfatos naturais com maior disponibilidade de cálcio foram aqueles que apresentaram granulometria maior. Estes resultados estão de acordo com a citação de Griffith & Schexnailder (1970), que constataram maior disponibilidade nas fontes cujas partículas são maiores, por ocorrer maior retenção do alimento na parte superior do trato gastrointestinal. Esta retenção propicia maior período de permanência do alimento em ambiente ácido, ocasionando maior solubilização de cálcio e fósforo.

Os trabalhos a seguir foram escritos segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; BELLAVER, C. et al. Avaliação nutricional de algumas fontes de suplementação de cálcio para suínos - biodisponibilidade e desempenho. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.891-905, 1992.
- FORMICA, S.D.; SMINT, M.J.; BACHARAC, M.M. et al. Calcium and phosphorus requirements of growing turkeys and chickens. **Poultry Science**, v.41, p.771-776, 1962.
- GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981. 1134p.
- GRIFFITH, M.; SCEXNAILDER, R. The relation of dietary particle size on the utilization of phosphates by chicks. **Poultry Science**, v.49, p.1271-1274, 1970.
- MEHRING, A.L.; TITUS, H.M. Levels of calcium and phosphorus in the diet of young growing chickens. **Poultry Science**, v.43, p.1474-1484, 1964.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 8.ed. 1984. Washington, D.C.
- SIMCO, T.F.; STEPHENSON, E.L. Reevaluation of the calcium-phosphorus requirements of the chick. **Poultry Science**, v.40, p.1188-1192, 1961.
- UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutricion del Ganado**. Zaragoza: Acribicia, 1981. p.210.
- VELOSO, J.A.F.; BESSA, L.H.F. Biodisponibilidade de cálcio em seis suplementos de fósforo e/ou de cálcio para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.47, n.1, p.819-829, 1995.
- VELOSO, J.A.F.; HOSSAIN, S.M.; REZENDE, M.J.M. Biodisponibilidade de cálcio em quatro suplementos de fósforo para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.50, n.1, p.75-79, 1998.
- WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v.68, p.13-20, 1996.

Exigência Nutricional de Cálcio e sua Biodisponibilidade em Alguns Alimentos para Frangos de Corte, no Período de 1 a 21 Dias de Idade

Resumo - Foram utilizados 720 pintos de corte de um dia de idade, da linhagem Avian Farm, 360 machos e 360 fêmeas, com o objetivo de determinar a exigência nutricional de cálcio e a disponibilidade relativa do cálcio no fosfato bicálcico, calcário calcítico e calcário dolomítico, utilizando-se o carbonato de cálcio como padrão, sendo atribuído o valor de 100% de disponibilidade de cálcio. O experimento teve duração de 21 dias. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 12 tratamentos, seis repetições, sendo a unidade experimental foi representada pelo box, contendo cinco machos e cinco fêmeas. Os tratamentos foram constituídos da suplementação da dieta basal com 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; e 1,25% de cálcio proveniente do carbonato de cálcio e dois níveis de cálcio, 0,50 e 0,75%, provenientes de cada uma das fontes de cálcio em teste: fosfato bicálcico e calcários calcítico e dolomítico. Os seis primeiros tratamentos foram utilizados para determinar a exigência de cálcio das aves. Na determinação da disponibilidade de cálcio nas fontes estudadas, os tratamentos com 0,25; 1,00; e 1,25% de cálcio, suplementados a partir do carbonato de cálcio, não foram considerados, sendo utilizados apenas os níveis com 0,50 e 0,75% oriundos desta fonte, além dos níveis provenientes das fontes em teste. Considerando-se as respostas biológicas das aves frente aos níveis de cálcio estudados, determinou-se o valor de 1,02% para atender a exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Contudo, levando-se em consideração a resistência a quebra óssea, a exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias seria de 1,20%. Os valores médios da disponibilidade relativa de cálcio obtidos, considerando-se todas as variáveis estudadas, foram de 99,99% para o fosfato bicálcico, 84,67% para o calcário calcítico e de 75,28% para o calcário dolomítico.

Palavras-chave: requerimento de cálcio, disponibilidade, fontes, frangos de corte

Calcium Requirements and its Bioavailability in Some Feedstuffs for Broilers Chickens, from 1 to 21 Days Old

Abstract - One experiment was carried to determine the nutritional requirement of calcium for broilers in the starting phase (1 to 21 days) and to evaluate the availability of this mineral in dicalcium phosphate, calcitic limestone and dolomitic limestone. Seven hundred and twenty 1-d old Avian Farm broiler chicks (360 from each sex) were used. The experiment lasted 21 days. A completely randomized design, with 12 treatments, six replications and 10 birds per experimental box (five males and five females) was used. A basal diet was formulated to meet the birds nutritional requirements, except for the calcium, that remained deficient at the level of 0.161%. The basal diets were supplemented with 0.01, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 and 1.25% calcium levels from calcium carbonate and two levels of calcium (0.50 and 0.75%) from each source in test: dicalcium phosphate, calcitic limestone and dolomitic limestone. The first six treatments were used to estimate the calcium requirements of broilers. To determine the calcium availability in the studied sources, the treatments with 0.25, 1.00 and 1.25% of calcium were not considered. At the end of experiment, 144 birds were sacrificed by cervical dislocation for the purpose of determining the tibia breaking strength, calcium and ash levels in their tibias. According to the biological values observed for the chickens, the estimated calcium requirements were of 1.02% for broilers from 1 to 21 days old. However, according the tibia breaking strength, the calcium requirement suggested for broilers from 1 to 21 days old would be 1.20%. The average values of relative calcium availability were 99.99% for dicalcium phosphate, 84.67% for calcitic limestone and 75.28% for dolomitic limestone.

Key Words: calcium requirement, availability, sources, broiler chicks

Introdução

Os minerais compreendem cerca de 4% da composição corporal dos animais vertebrados; o cálcio e o fósforo respondem por mais da metade desta quantia. O cálcio o mineral mais abundante no corpo animal, estando presente, aproximadamente, 99% no esqueleto ósseo e dentes, e o restante espalhado por fluídos e tecido do corpo (Underwood, 1981). O cálcio é requerido pelas aves para formação e manutenção da estrutura óssea, adequado crescimento e utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sangüínea, contração muscular, ativador de sistemas enzimáticos e envolvimento com a secreção de diferentes hormônios.

Waldroup (1996) relata que o sintoma primário da deficiência de cálcio em animais jovens é o raquitismo, que é caracterizado pela calcificação anormal dos ossos. O cálcio e o fósforo não são depositados em quantidade suficiente na matriz óssea para desenvolver ossos densos e fortes. O raquitismo em estágio avançado pode ser detectado por intermédio da observação de juntas entumecidas e inchadas, alargamento das terminações ósseas e má formação de bicos, que apresentam um aspecto emborrachado. A osteomalacia é indicativo da deficiência de cálcio ou fósforo em animais velhos.

O cálcio e fósforo são elementos intimamente associados ao metabolismo, ocorrendo no organismo combinados entre si na maioria das vezes, de modo que a carência de um ou de outro na dieta limita o valor nutritivo de ambos (Maynard et al., 1984). Muitos fatores influenciam a utilização e o metabolismo do cálcio no organismo, como por exemplo: a correta relação de cálcio e fósforo na dieta, a presença da vitamina D, a disponibilidade biológica dos suplementos utilizados nas rações e a idade dos animais.

Os grãos e as sementes são a base da alimentação das aves e possuem teores de cálcio muito baixos, em quantidade insuficiente para suprir os requisitos nutricionais. Segundo Gueguem (1990), o cálcio de origem vegetal é pouco solúvel e absorvível, por estar em grande parte insolubilizado sob a forma de fitato ou oxalato. Assim, é incontestável a importância da suplementação de cálcio para corrigir esta deficiência.

Nas rações para aves, o cálcio é usualmente suplementado na forma de carbonato de cálcio proveniente do calcário, mas outras fontes podem ser utilizadas, como a farinha de ostras e uma série de produtos quimicamente processados. De acordo com Reid & Weber (1976), as fontes de cálcio diferem em sua origem (deposição animal ou mineral) e no tamanho de sua partícula, resultando em características físico-químicas diferentes.

Geralmente, considera-se que o cálcio proveniente das diversas fontes de suplementação de cálcio seja igualmente disponível, entretanto, pouco se conhece sobre a disponibilidade desse mineral nos ingredientes e/ou nas fontes naturais de cálcio (Fialho et al., 1992). Assim, segundo Veloso et al. (1995), é possível que os requisitos nutricionais das aves não sejam completamente atendidos, causando deficiências no crescimento e na mineralização óssea.

A disponibilidade biológica refere-se àquela porção do nutriente que é efetivamente utilizada pelo animal, sendo expressa em porcentagem do contido no alimento. A grande variação da disponibilidade do cálcio nos alimentos deve-se principalmente à composição química da fonte suplementar utilizada, à combinação química e/ou da associação física do cálcio com outros componentes, formando em alguns casos quelatos e fitatos de baixa solubilidade ou baixa disponibilidade (Nunes, 1995).

Com relação à exigência de cálcio para frangos de corte, Edwards Jr. et al. (1960) sugeriram o nível de cálcio entre 0,9 e 1,5%. Entretanto, Yoshida & Hoshii (1982) recomendaram 1,30% de cálcio e 0,75% de fósforo para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade. De acordo com Hurwitz et al. (1995), a exigência de cálcio para máximo crescimento é de 1,01%, enquanto 1,33% é o nível necessário para maior deposição de cinzas nos ossos, para frangos de corte na fase inicial.

Rojas et al. (1980) observaram que a disponibilidade de cálcio do fosfato de rocha foi de 65,5% para frangos de corte. Osorio & Jensen (1986) também confirmaram estes resultados, pois asseguraram que a biodisponibilidade de cálcio no fosfato de rocha está entre 65,0 e 68,0%. Veloso et al. (1994) determinaram os valores de biodisponibilidade de cálcio em cinco fosfatos semi-elaborados para frangos de corte, utilizando a variável cinza óssea. Os valores de biodisponibilidade do cálcio dos fosfatos foram 101,5; 93,0; 101,3;

92,5; e 85,8%, respectivamente, para fosfato de Araxá (20,1% de P₂O₅); fosfato de Araxá (24,00% de P₂O₅); fosfato de Araxá (26,9% de P₂O₅); fosfato de Araxá (28,0% de P₂O₅); e termofosfato.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de cálcio para frangos de corte na fase de 1 - 21 dias de idade, bem como a biodisponibilidade deste mineral no fosfato bicálcico e nos calcários calcítico e dolomítico.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 24 de agosto a 13 de setembro de 2000.

Foram utilizados 720 pintos de corte de um dia de idade, da linhagem Avian Farm, 360 machos e 360 fêmeas, vacinados contra Bouda Aviária e doença de Marek no incubatório. As aves foram criadas de acordo com as recomendações de manejo descritas por Gomes et al. (1996). O experimento teve duração de 21 dias. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 12 tratamentos, seis repetições, sendo a unidade experimental representada pelo box, contendo cinco machos e cinco fêmeas.

As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria, com dimensões de 29,20 x 12,60 m, com 2,80 m de pé-direito, cobertos com telha de cimento amianto, com lanternim, laterais possuindo muretas de 0,65 m de altura e o restante fechado com tela de meia polegada e cortinas plásticas com abertura de baixo para cima. As aves ficaram em boxes de 2,10 x 1,00 m, com piso de cimento, cobertos com cepilho de madeira.

O programa de luz adotado foi o contínuo, com 24 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental, utilizando-se lâmpadas de 60 W. A temperatura no interior do galpão (Apêndice A) foi aferida diariamente por intermédio de termômetros de máxima e mínima, localizados à altura do dorso dos animais, durante todo o ensaio.

A composição química dos ingredientes utilizados na formulação das dietas encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores de matéria seca, proteína bruta, cálcio, fósforo e magnésio dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais¹

Alimento	Matéria seca %	Proteína bruta %	Cálcio %	Fósforo %	Magnésio %
Milho	87,11	7,80	0,03	0,248	---
Farelo de soja	87,74	44,00	0,267	0,586	---
Fosfato bicálcico	---	---	21,85	18,56	---
Fosfato monoamônio	---	---	0,46	23,82	---
Carbonato de cálcio	---	---	39,65	---	1,03
Calcário calcítico	---	---	34,85	---	2,78
Calcário dolomítico	---	---	21,15	---	10,49

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000), foi confeccionada uma dieta basal constituída de milho e farelo de soja, suplementada com vitaminas e minerais (Tabela 2), atendendo as exigências nutricionais das aves, com exceção do cálcio, que permaneceu deficiente no nível de 0,161%.

Os tratamentos foram constituídos da suplementação da dieta basal com 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; e 1,25% de cálcio proveniente do carbonato de cálcio e dois níveis de cálcio 0,50 e 0,75%, provenientes de cada uma das fontes de cálcio: fosfato bicálcico e calcários calcítico e dolomítico. Os seis primeiros tratamentos foram utilizados para determinar a exigência de cálcio das aves. Na determinação da disponibilidade de cálcio, os tratamentos com 0,25; 1,00; e 1,25% de cálcio, suplementados a partir do carbonato de cálcio, não foram considerados, sendo utilizados apenas os níveis com 0,50 e 0,75% oriundos desta fonte, além dos níveis provenientes das fontes em teste.

Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal

Ingredientes	%
Milho	50,39
Farelo de soja	38,50
Óleo vegetal	3,30
Fosfato monoamônio	1,35
Calcário	0,10
Sal	0,40
Bacitracina de zinco	0,02
Cloreto de colina (60%)	0,10
Anticoccidiano ¹	0,10
DL-metionina (99%)	0,23
BHT	0,01
Mistura mineral ²	0,05
Mistura vitamínica ³	0,10
Caulin (inerte)	5,35
Total	100

Composição calculada

Proteína bruta (%)	21,05
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,050
Cálcio (%)	0,161
Fósforo disponível (%)	0,451
Metionina (%)	0,564
Lisina (%)	1,196
Metionina + cistina (%)	0,903
Treonina (%)	0,825
Triptofano (%)	0,285
Sódio (%)	0,201

¹ Anticoccidiano - (20% de monozina sódica)

² Níveis de garantia/kg do produto: ferro 100,0 g; cobalto 2,0 g; cobre 20,0 g; manganês 106,0 g; iodo 2,0 g; e veículo gsp 1000 g.

³ Níveis de garantia/kg do produto: vit. A, 10.000.000 UI; vit. D3, 2.000.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. B, 2,0 g; vit. B6, 3,0 g; ác. pantotênico, 12,0 g; biotina, 0,1 g; vit. K3, 3,0 g; ác. fólico, 1,0 g; ác. nicotínico, 50,0 g; bacitracina de Zn, 10,0g; BHT, 5,0 g; vit. B12, 15000 mcg; Se, 0,25 g e veículo gsp 1000 g.

As aves receberam ração e água à vontade. As pesagens foram realizadas no início e final do experimento para averiguação de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Com o término do experimento, foram abatidas 144 aves com peso médio do box (duas aves por box), para extração das tíbias, visando à medição da resistência à quebra e análises de cinzas e cálcio.

As tíbias direitas foram destinadas para o teste de resistência à quebra, e as esquerdas, após a retirada de gordura no extrator "Soxhlet", foram colocadas na mufla a 600°C, durante quatro horas, para determinação das cinzas. O teor de cálcio nos ossos foi obtido de acordo com a metodologia proposta por Silva (1998). As análises de resistência à quebra óssea foram realizadas utilizando-se os ossos *in natura*, em uma prensa computadorizada que registra a resistência de materiais (Instron Corporation Series IX Automated Materials Testing System 1,09). Os ossos foram colocados na posição horizontal sobre dois suportes, sendo a pressão aplicada no centro dos mesmos. A quantidade máxima de força aplicada ao osso antes de sua ruptura foi considerada como resistência à quebra.

Os valores da exigência de cálcio foram estimados por intermédio das variáveis de ganho de peso, conversão alimentar, teores de cálcio e cinzas nos ossos (em porcentagem e em gramas) e resistência à quebra dos ossos, utilizando-se os modelos de regressão linear e/ou quadrática, conforme ajuste dos dados obtidos para cada variável, interpretando-se as respostas biológicas das aves. A escolha entre os modelos foi feita pela observação dos coeficientes de regressão e pela soma de quadrados dos desvios, em que foram privilegiados os maiores coeficientes e as menores somas de quadrado. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), as exigências determinadas pelo modelo quadrático geralmente são superestimadas; assim, optou-se pela utilização de 95% do máximo valor encontrado para cada exigência, conforme Kidd et al. (1999). As variáveis acima citadas foram consideradas dependentes e os níveis de cálcio em estudo, como variáveis independentes na análise de regressão.

Os dados de desempenho e ossos foram utilizados como critério para a determinação da biodisponibilidade do cálcio. Os mesmos foram considerados variáveis dependentes (y) e o consumo de cálcio na dieta basal, como variável independente (x), na determinação da equação de regressão linear múltipla, utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_i = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_4x_4 + B_5x_5 + e_i$$

em que

x_1 = consumo de cálcio na ração basal;

x_2 = consumo de cálcio na ração com carbonato de cálcio;

x_3 = consumo de cálcio na ração com fosfato bicálcico;

x_4 = consumo de cálcio na ração com calcário calcítico;

x_5 = consumo de cálcio na ração com calcário dolomítico; e

e_i = erro aleatório associado a cada observação.

O cálcio proveniente do carbonato de cálcio foi considerado como 100% disponível e determinaram-se os valores de disponibilidade relativa ao cálcio no fosfato bicálcico e nos calcários calcítico e dolomítico, pela relação dos coeficientes de regressão utilizando-se a técnica do “Slope Ratio Technique”.

De acordo com Fialho et al. (1992), a metodologia usada neste experimento não permite a determinação da disponibilidade verdadeira do cálcio, já que nem todo o cálcio que ingerido é absorvido metabolicamente pelo animal. Entretanto, essa metodologia permite comparar a relativa disponibilidade de várias fontes de suplementação de cálcio, utilizando-se como referência uma fonte altamente disponível como o carbonato de cálcio.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados neste experimento foram realizadas por intermédio programa SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética), versão 7.0 desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (1997).

Resultados e Discussão

Na Tabela 3, encontra-se o resumo da temperatura aferida no interior do galpão durante o período experimental.

Tabela 3 - Resumo da temperatura no interior do galpão durante o experimento

Temperatura	°C
Máxima média	29,33
Mínima média	21,46
Máxima absoluta	36,00
Mínima absoluta	18,00

Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade

As variáveis de desempenho dos frangos de corte de 1 a 21 dias de idade estão apresentadas na Tabela 4.

O ganho de peso (GP) foi influenciado pelos níveis de cálcio do carbonato de cálcio estudados, sendo que as maiores taxas de ganho foram obtidas a partir do nível de 0,66% de cálcio. Contudo, a taxa de ganho de peso observada no nível de 0,91% de cálcio na dieta apresentou maior valor, enquanto os menores valores foram encontrados nos níveis de 0,16 e 0,44% de cálcio dietético.

A conversão alimentar (CA) foi influenciada pelos níveis de cálcio do carbonato de cálcio, sendo a pior taxa obtida com o nível de 0,16%, seguida pelo nível de 0,41% de cálcio. Houve pouca variação nos valores de CA, quando o nível de cálcio variou de 0,66 a 1,41% na dieta, sendo, nesses intervalos, obtidos os melhores valores.

As exigências de cálcio estimadas pelo modelo de regressão quadrático foram de 0,97 e 1,01%, para as variáveis de GP e CA, respectivamente (Tabela 5; Figuras 1 e 2). Estes valores foram superiores àqueles encontrados por Cabral (1999), que obteve níveis de 0,89 e 0,93% de cálcio na ração para melhores taxas de GP e CA, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Rostagno et al. (2000) recomendam o nível de 0,944% de cálcio para pintos de corte na fase inicial e o NRC (1994), 1% de cálcio para as aves nesta mesma fase. Contudo, Edwards Jr. & Veltmann Jr. (1983) reportaram que a máxima taxa de ganho de peso até os 14 dias de idade foi obtida em rações contendo 1,49% de cálcio e 1,01% de fósforo.

De acordo com os dados obtidos, observou-se que não houve redução no GP e CA nos níveis mais altos de cálcio, o que contraria os resultados encontrados por Shafey & McDonald (1991). Esses autores afirmam que animais que consomem elevados teores de cálcio apresentam redução na *performance*, devido provavelmente à diminuição na utilização de outros nutrientes da dieta. O cálcio em excesso diminuiria a absorção da fração solúvel de outros minerais nutricionalmente importantes, pela formação de complexos insolúveis com o cálcio (Edwards Jr. et al., 1992).

Tabela 4 - Efeito dos níveis e consumo de cálcio sobre ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, cálcio no osso (% e g), cinza no osso (% e g) e resistência à quebra do osso, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade

Dieta	Nível de cálcio total	Consumo de cálcio (g/tratamento)		Variáveis ¹							
		Cálcio da dieta basal	Cálcio das fontes	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (kg/ave)	Conversão alimentar	Cálcio no osso (%)	Cálcio no osso (g)	Resistência à quebra osso (kgf)	Cinza no osso (%)	Cinza no osso (g)
Basal	0,16	0,7248	-	139,383	0,4536	3,2545	10,840	0,061	0,559	22,393	0,117
Carbonato de cálcio	0,41	1,8674	2,8997	458,626	1,0511	2,2919	18,462	0,199	7,633	41,422	0,448
	0,66	1,8049	5,6054	599,797	1,0449	1,7421	22,103	0,340	10,084	50,298	0,774
	0,91	1,8503	8,6196	619,944	1,1512	1,8569	22,810	0,401	13,577	51,303	0,906
	1,16	1,8751	11,6467	605,575	1,0842	1,7905	22,068	0,368	13,697	51,224	0,854
	1,41	1,7561	13,6344	588,419	1,0186	1,7310	20,651	0,276	14,820	50,161	0,788
	Fosfato bicálcico	0,66	1,7286	5,3683	565,392	1,0711	1,8944	20,299	0,313	11,503	47,92
	0,91	1,8082	8,4231	607,593	1,1074	1,8226	21,503	0,365	13,067	50,812	0,861
Calcário calcítico	0,66	1,8540	5,7579	579,460	1,1724	2,0232	21,483	0,332	11,689	47,97	0,732
	0,91	1,8511	8,6231	615,835	1,1556	1,8764	22,391	0,381	13,587	49,695	0,847
Calcário dolomítico	0,66	1,6233	5,0413	499,498	1,0134	2,0289	19,641	0,249	9,798	45,462	0,594
	0,91	1,7708	8,2491	563,345	1,1003	1,9533	21,414	0,315	11,661	47,92	0,724
Coeficiente de variação				6,61	10,74	13,78	8,91	15,59	13,89	4,13	11,72

Tabela 5 - Estimativas da exigência de cálcio para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias de idade), considerando a taxa de ganho de peso e conversão alimentar, ajustadas por modelos de regressão

Modelo	Equação de regressão	Exigência Cálcio (%)	R ²	SQD	
Linear					
Ganho de peso	$\hat{Y} = 258,866$	-	-	-	
Conversão alimentar	$\hat{Y} = 2,92023$	-	-	-	
Modelo	Equação de regressão	Pmáx/ PMin	Exigência Cálcio ¹ (%)	R ²	SQD
Quadrático					
Ganho de peso	$\hat{Y} = -27,8401 + 1344,17x - 658,331x^2$	656,58	0,97	0,95 **	7219,82
Conversão alimentar	$\hat{Y} = 3,72269 - 3,92593x + 1,84260x^2$	1,6371	1,01	0,92 *	0,134044

¹ Representa 95% do valor máximo encontrado pela equação de regressão, indicando o nível adequado de cálcio total para cada variável.

** (P=0,01), * (P=0,05).

Pmáx (Ponto de máxima) e Pmín (ponto de mínima).

SQD - Soma de quadrados dos desvios.

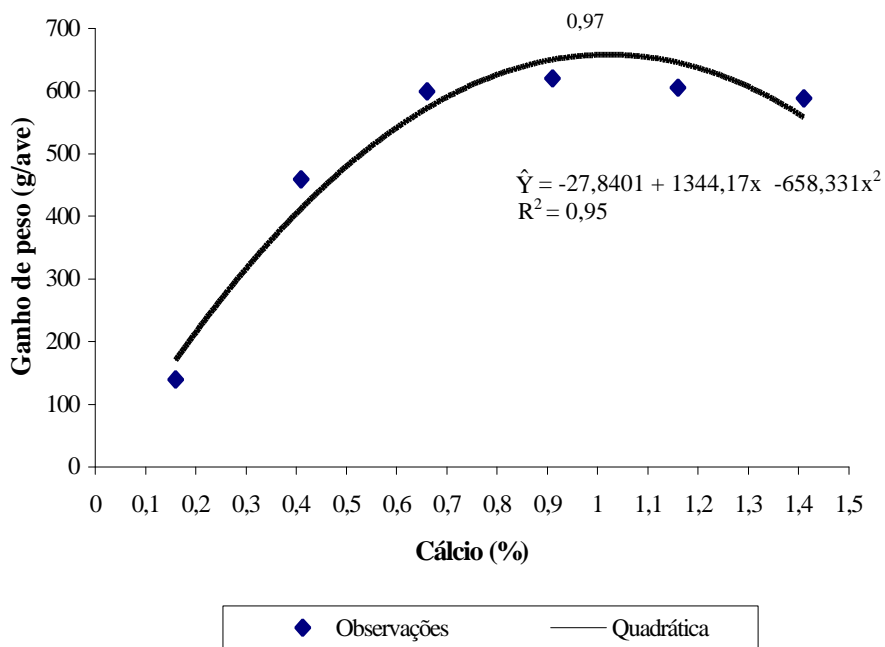


Figura 1 - Efeito dos níveis de cálcio sobre o ganho de peso (g/ave) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

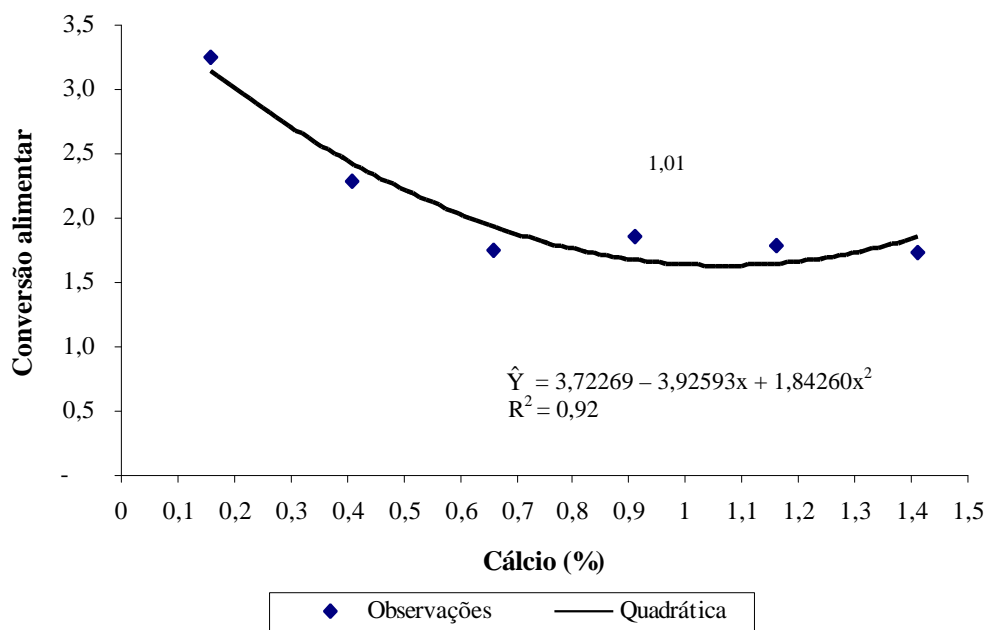


Figura 2 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

As médias das variáveis ósseas, de frangos de corte de 1 a 21 dias, são apresentadas na Tabela 4.

As variáveis ósseas foram influenciadas pelos níveis de cálcio estudados. Em relação à porcentagem de cálcio nos ossos (CAOP) e ao teor de cinza nos ossos, em porcentagem (COP) e em gramas (COG), observou-se que houve pouca variação nos valores entre os níveis a partir de 0,66 a 1,41% de cálcio na dieta, na qual foram encontradas as melhores respostas. Contudo, o nível de 0,91% de cálcio na dieta apresentou maiores valores entre essas variáveis.

Quanto aos valores de cálcio em gramas no osso (CAOG), novamente pode-se observar que o nível de 0,91% de cálcio na dieta apresentou o maior valor, seguido dos níveis de 1,16 e 0,66% de cálcio na dieta, os quais apresentaram valores superiores aos demais níveis de cálcio na dieta.

A variável resistência à quebra óssea (RQO) apresentou comportamento distinto em relação às demais variáveis. À medida que se elevou a porcentagem de cálcio na dieta, aumentaram-se os valores de resistência.

Estimando-se os valores de exigência de cálcio pelo modelo de regressão quadrática, as exigências de cálcio estimadas para CAOP, CAOG, RQO, COP e COG foram de 0,93; 1,01; 1,20; 0,98; e 1,02% respectivamente (Tabela 6; Figuras 3 a 7).

Tabela 6 - Estimativas da exigência de cálcio para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias de idade), considerando o cálcio no osso (% e g) e a resistência à quebra dos ossos e das cinzas ósseas (% e g), ajustadas por meio dos modelos de regressão

Modelo	Equação de regressão	Exigência de cálcio (%)	R ²	SQD	
Linear					
Cálcio no osso (%)	$\hat{Y} = 14,0425$	-	-	-	
Cálcio no osso (g)	$\hat{Y} = 0,102714 + 0,222777x$	≥1,411	0,68*	0,025828	
Resistência à quebra (kgf)	$\hat{Y} = 1,7082 + 10,6277x$	≥1,411	0,85 **	20,88725	
Cinza no osso (%)	$\hat{Y} = Y = 29,5024$	-	-	-	
Cinza no osso (g)	$\hat{Y} = 0,219208 + 0,547806x$	≥1,411	0,70*	0,141886	
Modelo	Equação de regressão	Pmáx/ PMin	Exigência de cálcio ¹ (%)	R ²	SQD
Quadrático					
Cálcio no osso (%)	$\hat{Y} = 6,24894 + 35,0737x - 17,8956x^2$	23,390	0,93	0,97**	2,519587
Cálcio no osso (g)	$\hat{Y} = -0,076253 + 0,868779x - 0,41094x^2$	0,3820	1,01	0,98**	0,0012001
Resistência à quebra (kgf)	$\hat{Y} = -3,15474 + 28,1810x - 11,1662x^2$	14,583	1,20	0,98**	2,704073
Cinza no osso (%)	$\hat{Y} = 12,6768 + 79,8140x - 38,6349x^2$	53,790	0,98	0,96**	23,32106
Cinza no osso (g)	$\hat{Y} = -0,203007 + 2,07184x - 0,969486x^2$	0,9016	1,02	0,99**	0,005817

¹ Representa 95% do valor máximo encontrado pela equação de regressão, indicando o nível adequado de cálcio total para cada variável.

** (P≤0,01), * (P≤0,05).

Pmáx (Ponto de máxima) e Pmín (ponto de mínima).

SQD – Soma de quadrados dos desvios.

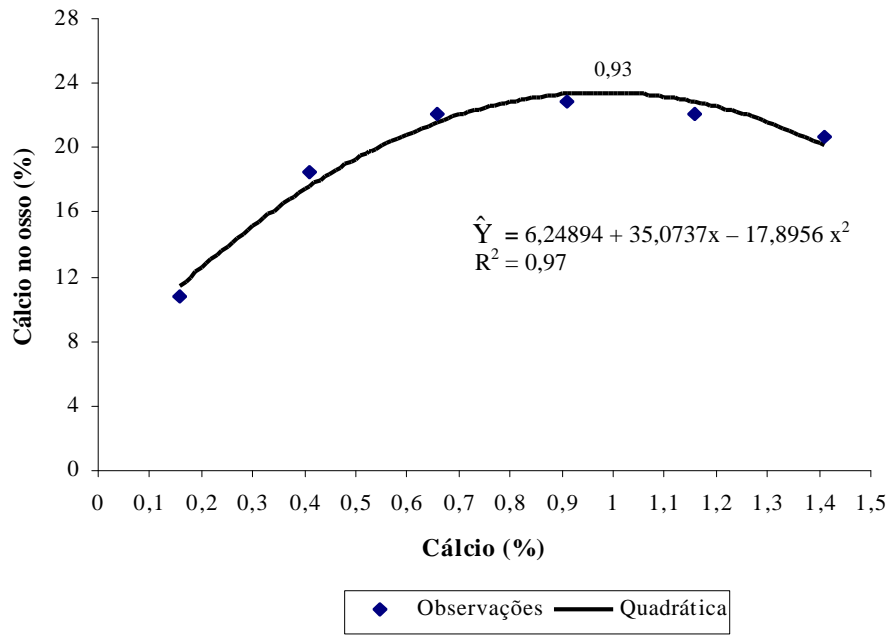


Figura 3 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de cálcio no osso de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

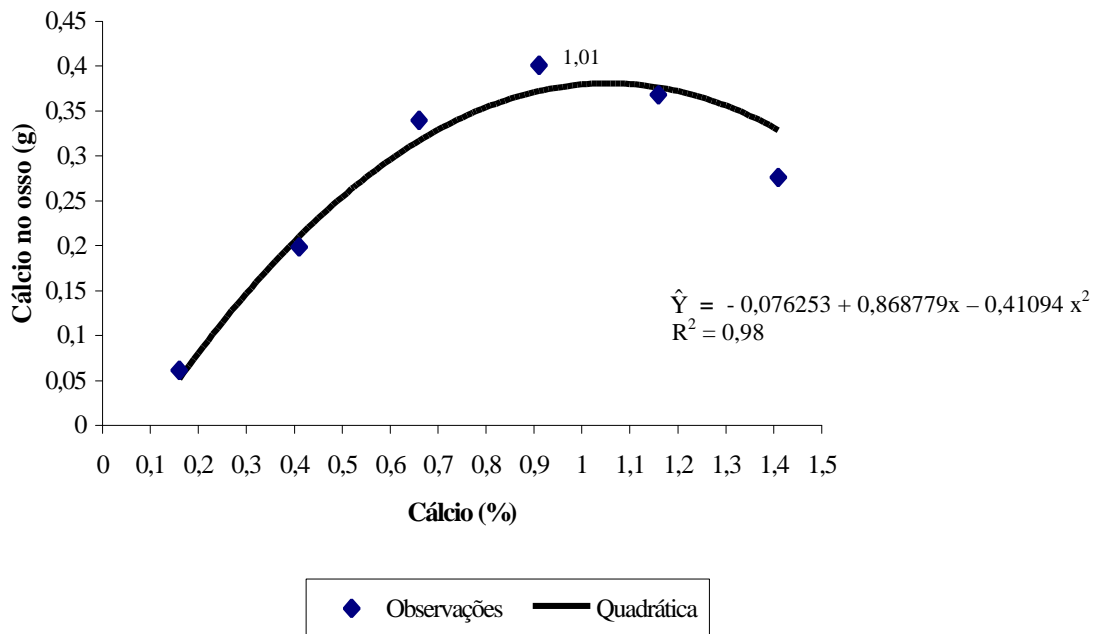


Figura 4 - Efeito dos níveis de cálcio sobre o cálcio no osso (em gramas) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

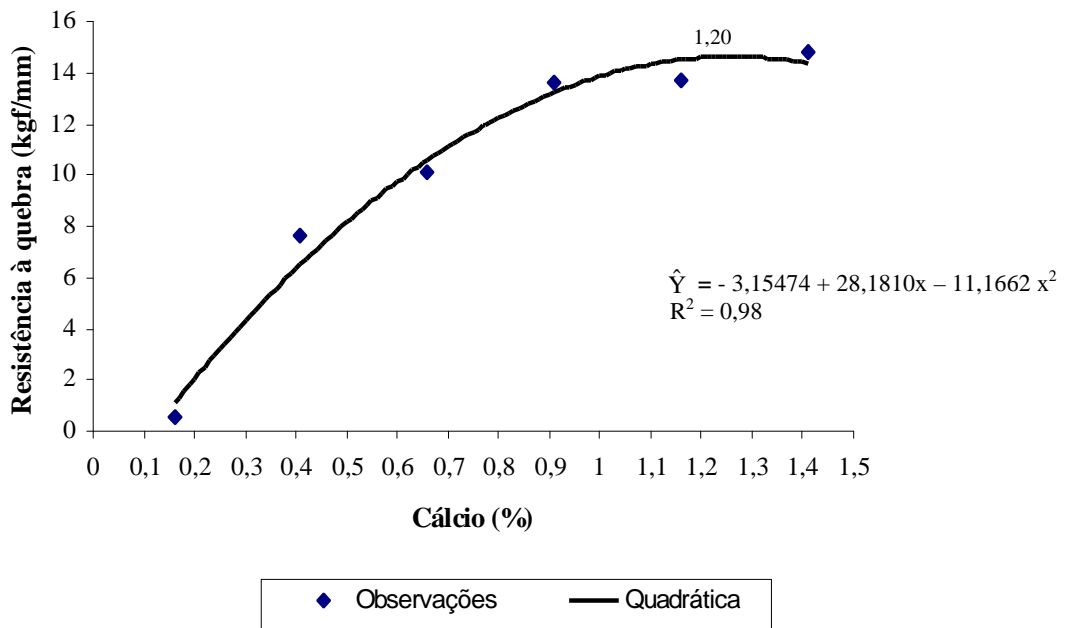


Figura 5 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a resistência à quebra óssea de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

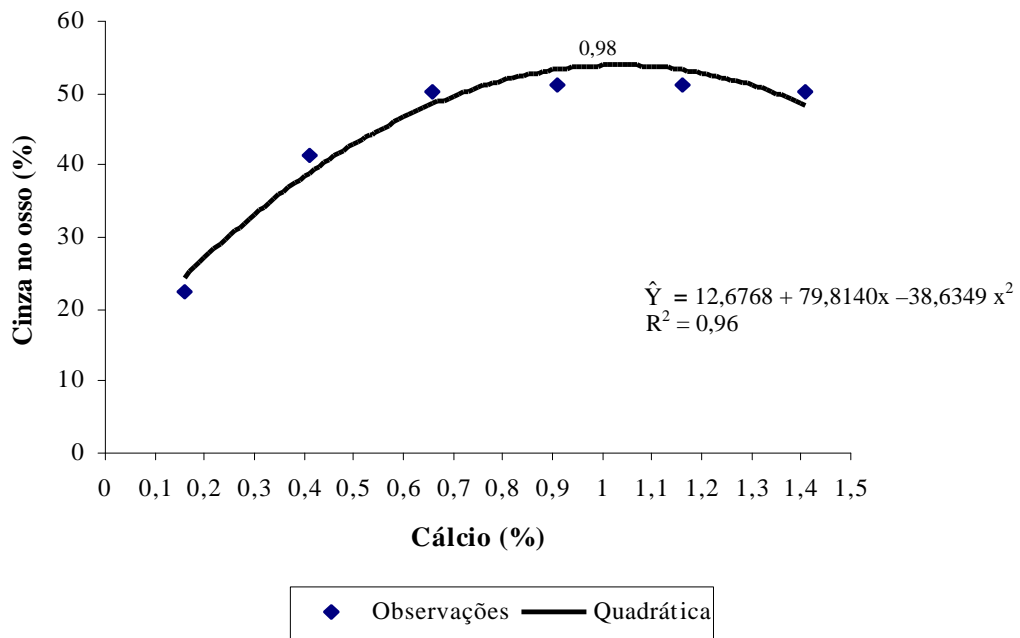


Figura 6 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de cinza no osso de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

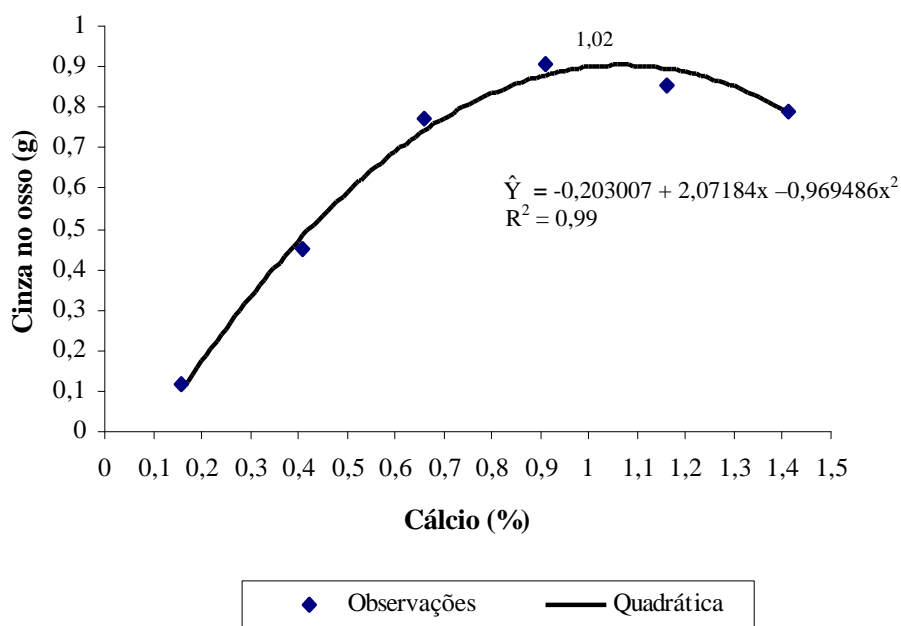


Figura 7 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a cinza no osso (em gramas) de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Segundo Azevedo (1980), frangos de corte necessitam de, no máximo, 1,0% de cálcio na dieta para incorporarem o máximo de minerais nos ossos. Pesquisando o efeito da influência do cálcio na fragilidade dos ossos de frangos de corte criados em gaiolas, Yates & Brunson (1971) concluíram que ossos dos animais que receberam os níveis mais elevados de cálcio na dieta (0,90%) apresentaram maior resistência à quebra e menor incidência de deformações. O NRC (1984) recomenda 1,1% de cálcio para melhor desenvolvimento de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Em relação à deposição de cálcio no osso em porcentagem, Cabral (1999) obteve valores de exigência pouco inferiores aos encontrados neste trabalho, sendo a maior deposição observada no nível de 0,87% para machos e 0,82% para fêmeas. Edwards Jr. (1988) também observou resultados semelhantes.

Rowland et al. (1971) e Hulan et al. (1985) verificaram que a resistência à quebra da tíbia aumentou com a elevação da relação cálcio e fósforo na dieta para aves, conforme observado neste experimento. Estes últimos autores reportam que a maior resistência à quebra óssea foi obtida no nível de 1,37% de cálcio, sendo superior ao valor encontrado neste experimento, que foi de

1,20%. Cabral (1999) reporta que frangos de corte machos apresentaram máxima resistência no nível de 0,96% de cálcio e as fêmeas, no nível de 1,01% de cálcio. Segundo Crenshaw et al. (1981), na determinação da RQO, deve ser considerada também a área sobre a qual a força é aplicada, e não apenas a medida de força, como foi utilizado neste experimento.

Observou-se que o teor de cinzas nos ossos aumentou com a elevação do nível de cálcio nos tratamentos estudados. Resultados semelhantes foram verificados por Waldroup et al. (1974) e Hulan et al. (1985). Contudo, Cabral (1999) verificou que houve diminuição no teor de cinza, à medida que se elevou o nível dietético de cálcio, em que a deposição máxima ocorreu nos níveis 0,85 e 0,86%, para machos e fêmeas, respectivamente. Edwards Jr. et al. (1992) concluíram que, na fase inicial de criação de frangos de corte, o nível de cálcio dietético para satisfazer a exigência de máxima cinza óssea deve ser de 0,82%.

As estimativas de exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade variaram pelo modelo quadrático de, no mínimo, 0,93% para a variável CAOP e, no máximo, de 1,20% para a variável RQO. Com exceção da exigência de cálcio para CAOP, pode-se observar que os requerimentos para suprir as exigências dos parâmetros ósseos foram superiores àqueles para as variáveis de desempenho. Fato semelhante foi observado por Runho et al. (2001) e Brugalli (1996), trabalhando com exigência de fósforo disponível, e por Cabral (1999), trabalhando com exigência de cálcio. Edwards Jr. et al. (1963) concluíram que o requerimento de cálcio para frangos de corte variou de 1,0% para máximo crescimento a 1,40% para máxima deposição de cinzas.

Levando-se em consideração as respostas biológicas das aves nos diferentes níveis de cálcio estudados, sugere-se o valor de 1,02% de cálcio como a exigência para frangos de corte de 1 a 21 dias. Contudo, levando-se em consideração a RQO, que é uma variável importante no abate e processamento de aves, a exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias seria de 1,20%.

Disponibilidade relativa do cálcio

Encontram-se na Tabela 7 os valores de disponibilidade relativa de cálcio no fosfato bicálcico e nos calcários calcítico e dolomítico, estimados através das variáveis GP, CA, CAOP, CAOG, RQO, COP e COG; bem como as equações de regressão linear múltipla e seus respectivos coeficientes de regressão (R^2).

A taxa de ganho de peso das aves apresentou valores próximos entre os níveis de 0,66 e 0,91% de cálcio oriundo do calcário calcítico, fosfato bicálcico e carbonato de cálcio e entre o nível de 0,91% de cálcio proveniente do calcário dolomítico (Tabela 4). Os valores de disponibilidade relativa de cálcio obtidos com o do GP foram de 99,99% para o fosfato bicálcico, 82,29% para o calcário calcítico e 69,92% para o calcário dolomítico.

Tabela 7 - Valores de disponibilidade relativa do cálcio no fosfato bicálcico e nos calcários calcítico e dolomítico

Variáveis	Disponibilidade relativa do cálcio (%)			
	Carbonato de cálcio ¹	Fosfato bicálcico	Calcário calcítico	Calcário dolomítico
Ganho de peso ²	100	99,99	82,29	69,62
Conversão alimentar ³	100	111,45	68,07	66,35
Cálcio no osso (%) ⁴	100	57,20	70,87	68,73
Cálcio no osso (g) ⁵	100	87,36	87,37	59,35
Resistência à quebra do osso (kgf) ⁶	100	116,99	107,70	92,91
Cinza no osso (%) ⁷	100	129,69	94,83	107,01
Cinza no osso (g) ⁸	100	97,28	81,58	62,96
Média	100	99,99	84,67	75,28

¹ Atribui-se ao carbonato de cálcio o valor de 100% de disponibilidade de cálcio.

$$^2 \hat{Y} = -64,3727 + 314,602x_1 + 13,2162x_2 + 13,2144x_3 + 10,8756x_4 + 9,20102x_5 \quad R^2 = 0,89$$

$$^3 \hat{Y} = 3,89165 - 1,06567x_1 - 0,0158954x_2 - 0,017716x_3 - 0,0108199x_4 - 0,010547x_5 \quad R^2 = 0,73$$

$$^4 \hat{Y} = 5,1923 + 8,1657x_1 + 0,318464x_2 + 0,182166x_3 + 0,225688x_4 + 0,218875x_5 \quad R^2 = 0,84$$

$$^5 \hat{Y} = -0,033296 + 0,137328x_1 + 0,0212852x_2 + 0,0185961x_3 + 0,0185964x_4 + 0,0126324x_5 \quad R^2 = 0,88$$

$$^6 \hat{Y} = -3,36658 + 5,94136x_1 + 0,624438x_2 + 0,730518x_3 + 0,672531x_4 + 0,580136x_5 \quad R^2 = 0,92$$

$$^7 \hat{Y} = 11,0882 + 17,1011x_1 + 0,873579x_2 + 1,13297x_3 + 0,828448x_4 + 0,934801x_5 \quad R^2 = 0,81$$

$$^8 \hat{Y} = -0,098896 + 0,335862x_1 + 0,045063x_2 + 0,043836x_3 + 0,036761x_4 + 0,028372x_5 \quad R^2 = 0,88$$

A melhor taxa de conversão alimentar foi encontrada no nível de 0,91% de cálcio, proveniente do fosfato bicálcico, entretanto, houve pouca variação nos valores de CA entre os tratamentos (Tabela 4). Os valores de disponibilidade obtidos com a CA para os calcários calcítico e dolomítico foram próximos, 68,07 e 66,35%, respectivamente, e para o fosfato bicálcico foi superior ao padrão, apresentando o valor de 111,45%.

Houve pouca variação entre os valores de CAOP para os níveis de cálcio (0,66 e 0,91%) e as fontes de cálcio em teste (Tabela 4). Com esta variável, o calcário calcítico apresentou o maior valor de disponibilidade de cálcio (70,87%), seguido do calcário dolomítico (68,73%) e fosfato bicálcico (57,20%).

Os valores de CAOG variaram de 0,249 a 0,381 para os níveis de 0,66 e 0,91% de cálcio dietético, proveniente do calcário dolomítico e calcário calcítico, respectivamente (Tabela 4). Os valores de disponibilidade de cálcio encontrados para o fosfato bicálcico e calcário calcítico foram próximos, 87,36 e 87,37%, respectivamente, e para o calcário dolomítico foi de 59,35%.

Com relação à resistência a quebra óssea, observou-se que o nível de 0,66% de cálcio na dieta, em todas as fontes em teste, apresentou menor valor de resistência em comparação, com o nível de 0,91% de cálcio; o nível de 0,66% de cálcio proveniente do calcário dolomítico apresentou o menor valor e o nível de 0,91% oriundo do calcário calcítico, o maior valor (Tabela 4). Os valores da disponibilidade relativa de cálcio foram de 116,99% para o fosfato bicálcico, 107,70% para o calcário calcítico e 92,91% para o calcário dolomítico.

Os resultados de COP apresentaram comportamento semelhante ao encontrado para a resistência à quebra do osso (Tabela 4). De acordo com esta variável, os valores da disponibilidade relativa de cálcio foram de 129,69% para o fosfato bicálcico, 94,83% para o calcário calcítico e 107,01% para o calcário dolomítico.

Considerando o teor de COG, constatou-se que os tratamentos com 0,91% de cálcio, proveniente do fosfato bicálcico e calcário calcítico, apresentaram os maiores valores. Os valores obtidos para essa variável variaram de 0,594 a 0,861 para os níveis de 0,66 e 0,91% de cálcio dietético provenientes do calcário dolomítico e fosfato bicálcico, respectivamente (Tabela 4). Os valores de disponibilidade relativa de cálcio, obtidos a partir

dessa variável, foram de 97,28% para o fosfato bicálcico, 81,58 e 62,96% para os calcários calcítico e dolomítico, respectivamente.

Houve grande variação nos valores de disponibilidade relativa de cálcio para as fontes testadas, quando estimados por intermédio de cada uma das variáveis estudadas. Os valores médios obtidos considerando todas as variáveis foram de 99,99% para o fosfato bicálcico, de 84,67% para o calcário calcítico e 75,28% para o calcário dolomítico.

Os valores da disponibilidade relativa de cálcio provavelmente não foram influenciados pelo grau de moagem ou pelo tamanho das partículas das fontes testadas, visto que a granulometria das mesmas era parecida. Segundo Griffith & Schexnailder (1970), ocorre maior disponibilidade de cálcio nas fontes cujas partículas são maiores, por ocorrer maior retenção do alimento na parte superior do trato gastrointestinal. Esta retenção propiciaria maior período de permanência do alimento em ambiente ácido, ocasionando maior solubilização do cálcio e fósforo.

O valor da disponibilidade de cálcio de 84,67% para o calcário calcítico obtido neste experimento está dentro da faixa obtida por Reid & Weber (1976), que, trabalhando com frangos de corte, encontraram valores de disponibilidade 73,3 a 109,4% em algumas amostras de calcário calcítico. Não foi citado o tamanho das partículas das fontes de calcário, nem outros fatores que pudessem explicar esta variação. Valores semelhantes de disponibilidade de cálcio no calcário calcítico foram obtidos por Waldroup et al. (1964), como sendo de 84 a 100%. Entretanto, autores como Fialho et al. (1992) encontraram valores de biodisponibilidade de cálcio no calcário calcítico de 97,75% e Ross et al. (1984), de 95 a 99%.

O calcário dolomítico não deve ser utilizado em rações para monogástricos tendo como a principal restrição o seu elevado teor de magnésio, quando comparado a outras fontes, uma vez que o excesso deste cátion pode trazer prejuízos à absorção de cálcio. De acordo com Nugara & Edwards Jr. (1963), o seu uso ocasionaria redução no crescimento e aumento da mortalidade em frangos de corte. Entretanto, Peixoto (1994) e Fernandes et al. (2000) não encontraram restrições ao seu uso em dietas para pintos de corte, no período de 1 a 28 dias.

O valor médio da disponibilidade relativa do cálcio no calcário dolomítico foi de 75,28%, estando de acordo com aqueles obtidos por Ross et al. (1984), que observaram em duas fontes de calcário dolomítico baixos valores de disponibilidade de cálcio (51,0 e 78%), devido ao seu alto teor de magnésio.

Veloso et al. (1995) determinaram a biodisponibilidade de cálcio em seis fontes desse mineral para frangos de corte, como a seguir: calcário calcítico, 99,0%; fosfato bicálcico, 76,4%; farinha de ossos calcinada, 63,0%; fosfato bicálcico semi-desfluorizado, 40,4%; fosfato de Araxá, 17,2%; e fosfato de Patos de Minas 13,2%. Em diversos trabalhos para determinação da disponibilidade de fósforo, o fosfato bicálcico é utilizado como padrão, sendo considerado 100% disponível (Gomes et al., 1989; Veloso et al., 1990, De Groot et al. 1991, Lima 1995). Neste experimento, o valor da disponibilidade de cálcio no fosfato bicálcico foi de 99,99%, sendo praticamente 100% disponível. Segundo Veloso et al. (1995), os valores da disponibilidade biológica de cálcio são quase equivalentes aos de fósforo e possuem alta correlação entre si (0,96), concordando com as citações de Dilworth et al. (1964), Cromwell (1989) e Furtado (1991), os quais afirmam que, em um mesmo material, os índices de biodisponibilidade de cálcio são aproximadamente similares ao de fósforo.

Conclusões

Sugere-se o valor de 1,02% de cálcio como a exigência para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Contudo, levando-se em consideração a resistência à quebra óssea, que é uma variável importante no abate e processamento das aves, a exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias seria de 1,20%.

Os valores médios da disponibilidade relativa de cálcio, considerando-se todas as variáveis estudadas, foi de 99,99% para o fosfato bicálcico, 84,67% para o calcário calcítico e 75,28% para o calcário dolomítico.

Literatura Citada

- AZEVEDO, A. **Níveis de flúor, cálcio e fósforo em rações de frango de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 104p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CABRAL, G.H. **Níveis de cálcio em rações para frango de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 83p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- CRENSHAW, T.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. **Journal Animal Science**, v.53, n.3, p.828-835, 1981.
- CROMWELL, G.L. Requirements, biological availability of calcium, phosphorus for swine evaluated. **Feedstuffs**, v.61, p.16-20, 1989.
- DE GROOTE, G.; KETELS, P.; SEYNAEVE, P. Relative bioavailability of phosphorus in meat meals as influenced by particle size. In: INTERNATIONAL POULTRY CONGRESS, 6., Instambul, 1991. **Proceedings...** Instambul, s.ed., 1991. p.1-11.
- DILWORTH, B.C.; DAY, E.J.; HILL, J.E. Availability of calcium in feed grade phosphate to the chick. **Poultry Science**, v.43, p.1132-1134, 1964.
- EDWARDS JR., H.M. Effect of dietary calcium, phosphorus, chloride and zeolite on the development of tibial dyschondroplasia. **Poultry Science**, v.67, p.1436-1446, 1988.
- EDWARDS JR., H.M.; DUNAHOO, W.S.; CARMON, J.L. et al. Effect of protein, energy and fat content of the ration on calcium utilization. **Poultry Science**, v.39, p.1389-1394, 1960.
- EDWARDS JR., H.M.; ELLIOT, M.A.; SOONCHARERNYING, S. Effect of dietary calcium in tibial dyschondroplasia. Interaction with light, cholecalciferol, 1,25-dihydroxycholecalciferol, protein and synthetic zeolity. **Poultry Science**, v.71, p.2041-2055, 1992.
- EDWARDS JR., H.M.; MARION, J.E.; FULLER, H.L. et al. Studies on calcium requirements of broilers. **Poultry Science**, v.42, p.699-703, 1963.

- EDWARDS JR., H.M.; VELTMANN Jr., J.R. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chicks. **Journal Nutrition**, v.113, p.1568-1575, 1983.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Estimativas dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, p.77-88, 2001.
- FERNANDES, A.L.S.; PEIXOTO, R.R. Avaliação de calcários dolomíticos como fontes de cálcio para frangos de corte em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2260-2267, 2000.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; BELLAVAR, C. et al. et al. Avaliação nutricional de algumas fontes de suplementação de cálcio para suínos- biodisponibilidade e desempenho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.891-905, 1992.
- FURTADO, M.A.O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1991. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.
- GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. **Criação de frangos de corte**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.18.
- GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; PEREIRA, J.A.A. et al. Exigência de fósforo total e disponível e sua disponibilidade em fosfatos de rocha para suínos na fase inicial (13 a 37 kg). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.1, p.64-76, 1989.
- GRIFFITH, M.; SCEXNAILDER, R. The relation of dietary particle size on the utilization of phosphates by chicks. **Poultry Science**, v.49, p.1271-1274, 1970.
- GUEGUEN, L. La disponibilité du calcium des aliments. **Cahiers Nutrition Dietetic**, v.25, p.233-236, 1990.
- HULAN, H.W.; De GROOTE, G.; FONTAINE, G. et al. The effect of different totals and rations of dietary calcium and phosphorus on the performance and incidence of leg abnormalities of male and female broiler chickens. **Poultry Science**, v.64, p.1157-1169, 1985.
- HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; SHAPIRO, A. et al. Calcium metabolism and requirements of chicks are affect by growth. **Journal of Nutrition**, v.2, p.2679-2686, 1995.
- KIDD, M.T.; LERNER, S.P.; ALLARD, J.P. et al. Threonine needs of finishing broilers: growth, carcass and economic responses. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.160-169, 1999.

- LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição animal.** 3.ed., Rio de Janeiro:Freita Bastos, 1984. 736 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry.** 8.ed., Washington, D.C., 1984. 148p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry.** 9.ed., Washington, D.C., 1994. 155p.
- NUGARA, D.; EDWARDS JR., H. Influence of dietary calcium and phosphorus level on the magnesium requirement of the chick. **Journal Nutrition**, v.80, p.181-184, 1963.
- NUNES, I.J. **Nutrição animal básica.** Belo Horizonte,1995. 334p.
- OSORIO, J.G.; JENSEN, L.S. Biological availability of phosphorus from a Venezuelan rock phosphate for broiler chickens. **Nutrition Report International**, v.33, p.545-552, 1986.
- PEIXOTO, R.R. Calcários sulriograndenses como fonte de cálcio para aves. XX. Avaliação do calcário dolomítico DB de Caçapava do Sul para pintos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.60.
- REIDE, L.; WEBER, C.W. Calcium availability and trace minerals composition of feed grade calcium supplements. **Poultry Science**, v.55, p.695-712, 1972.
- ROJAS, E.; RANGEL, J.L.; BEZARES, A. et al. Determinacion do fosforo disponible en una roca fosforica y su empleo en dietas para aves. **Veterinary Mexico**, v.11, p.1-5, 1980.
- ROSS, R.D.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of source and the particle size on the biological availability of calcium in calcium supplements for growing pigs. **Journal Animal Science**, v.59, p.125-134. 1984.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras de aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- ROWLAND, L.O.; DAMRON JR., B.L.; ROSS, E. et al. Comparisons of bone characteristics between floor and battery grown broilers. **Poultry Science**, v.50, p.1121-1124, 1971.
- RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.187-196. 1971. 2001.

- SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W. The effects of dietary concentrations of minerals, source of protein, amino acids and antibiotics on the growth and digestibility of amino acids by broiler chickens. **British Poultry Science**, v.32, p.535-544. 1991.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2.ed. 1998. 165p.
- UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutrición del Ganado**. Zaragoza: Acribia, 1981. 210p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Central de Processamento de Dados - UFV/CPD. SAEG - **Sistema para análise estatística e genética**, versão 7.0 Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 54p.
- VELOSO, J.A.F.; BESSA, L.H.F. Biodisponibilidade de cálcio em seis suplementos de fósforo e/ou de cálcio para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.47, v.1, p.819-829. 1995.
- VELOSO, J.A.F.; REZENDE, M.J.M.; FERREIRA, W.M. et al. Biodisponibilidade de cálcio de cinco fosfatos semi-elaborados para frangos de corte. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., Campinas, 1990. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.113.
- VELOSO, J.A.F.; REZENDE, M.J.M.; HOSSAIN, S.M. et al. Biodisponibilidade de cálcio de cinco fosfatos semi-elaborados para frangos de corte. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994.
- WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v.68, p.13-20. 1996.
- WALDROUP, P.W.; AMMERMAN, C.B.; HARMS, R.H. The utilization by the chicks of calcium from different sources. **Poultry Science**, v.43, n.1, p.212-216, 1964.
- WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; HAZEN, K.R. The phosphorus needs of finishing broilers in relationship to dietary nutrient density levels. **Poultry Science**, v.53, p.1655-1663, 1974.
- YATES, J.D.; BRUNSON, C.C. Quality of cage reared broilers. **Poultry Science**, v.50, n.5, p.1648, 1971.
- YOSHIDA, M.; HOSHII, H. Reevaluation of requirement of calcium and available phosphorus for starting meat-type chicks. **Japanese Poultry Science**, v.19, p.101-109, 1982.

Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, nas Fases de Crescimento (22 a 42 Dias de Idade) e Terminação (43 a 53 Dias de Idade)

Resumo - Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de determinar a exigência nutricional de cálcio para frangos de corte de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade. Em cada experimento foram utilizados 360 frangos de corte da linhagem Avian Farm, sendo 180 machos e 180 fêmeas, alojados em boxes com piso de cimento e cobertos com cepilho de madeira. O primeiro ensaio teve duração de 21 dias e o segundo, de 10 dias, sendo que em ambos o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições, sendo a unidade experimental representada pelo box, contendo cinco machos e cinco fêmeas. Foram formuladas duas dietas basais constituídas de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas e minerais, atendendo as exigências nutricionais das aves, com exceção do cálcio, que permaneceu deficiente no nível de 0,161%. Os tratamentos, em cada experimento, foram constituídos da suplementação das dietas basais com 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; e 1,25% de cálcio provenientes do carbonato de cálcio. Com o término de cada experimento, foram abatidas 72 aves (duas aves por box), para extração das tíbias, visando à medição da resistência à quebra e análises de cálcio e cinzas nos ossos. Os valores da exigência de cálcio foram estimados por intermédio de ganho de peso, conversão alimentar, teores de cálcio e cinzas nos ossos (em porcentagem e em gramas) e resistência à quebra dos ossos, utilizando-se os modelos de regressão linear e/ou quadrática. De acordo com as respostas biológicas das aves frente aos níveis de cálcio estudados, sugerem-se os valores de 1,01 e 0,97% de cálcio como a exigência para frangos de corte de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade, respectivamente. Contudo, levando-se em consideração a resistência à quebra óssea, a exigência de cálcio para frangos de corte de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade seria de 1,28 e 1,18%, respectivamente.

Palavras-chave: requerimento de cálcio, desempenho, ossos, frango de corte

Calcium Requirements for Broilers Chickens from 22 to 42 and 43 to 53 Days Old

Abstract - Two experiments were carried out to determine the nutritional requirement of calcium for broilers growing (22 to 42 days), and finishing (43 to 53 days). Three hundred and sixty Avian Farm broiler chicks (180 from each sex) were used in both trails. The first experiment lasted 21 days and the second one, 10 days. A completely randomized design was used in both experiments, with six treatments, six replications and 10 birds per experimental unity (five males and five females). Two basal diets were formulated to meet the birds nutritional requirements, except for the calcium, that remained deficient at the level of 0.161%. The basal diets (in each experiment) were supplemented with 0.0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 and 1.25% calcium from calcium carbonate and the treatments were used to estimated the calcium requirements of broilers. At the end of each experiment, 72 birds were sacrificed by cervical dislocation for the purpose of determining the tibia breaking strength and tibia obtained calcium and ash. Weight gain, feed:gain ratio, tibia calcium contents (percentage and gram), tibia breaking strength (kgf), ashes contents in the tibia (percentage and gram) were the evaluated variables. The calcium requirements were estimated using the quadratic regression model. According to the biological values observed for the chickens were suggested the calcium requirements estimates of 1.01 and 0.97% for broilers from 22 to 42 and 43 to 53 days old, respectively. However, according the tibia breaking strength, the calcium requirement suggested for broilers from 22 to 42 and 43 to 53 days old would be 1.28 and 1.18% respectively.

Key Words: calcium requirements, performance, bones, broiler chicks

Introdução

O cálcio e o fósforo são minerais importantes na nutrição animal, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea, e estarem envolvidos em grande número de processos fisiológicos, como a transmissão de impulsos nervosos, contração muscular, coagulação sangüínea e ativação de sistemas enzimáticos. Nas aves, o cálcio é o mineral encontrado em maior quantidade, estando presente quase que em sua totalidade (99%) no esqueleto ósseo, sendo requerido em quantidade maior que qualquer outro mineral. Segundo Klasing (1998), o cálcio é o mineral metabolicamente mais ativo, com um complexo sistema regulatório.

De acordo com Smith & Kabaija (1984), o nível de cálcio contido nos ingredientes da ração deve ser considerado na estimativa do requerimento desses animais. Segundo Scheideler et al. (1995), frangos de corte conseguem ganhar peso eficientemente com relativa amplitude de variação dos níveis de cálcio e fósforo dietéticos.

Grande número de produtos é utilizado em todo mundo como fonte de cálcio e fósforo em dietas para aves. Fontes com elevada concentração de cálcio incluem rochas calcárias, conchas calcárias e algas calcárias. Existem também várias fontes naturais como fosfatos de rocha, depósitos de guano, farinha de carne e/ou ossos. Entretanto, a maioria dos fosfatos utilizados na alimentação avícola são produtos quimicamente processados. Um grupo, genericamente chamado de fosfatos bicálcicos, é produzido por intermédio da reação do ácido fosfórico com calcário, originando os fosfatos monocálcicos e bicálcicos, no chamado processo químico.

A importância do cálcio e fósforo na nutrição das aves pode ser demonstrada pelo vasto número de pesquisas enfocando estes minerais. Os primeiros trabalhos indicam que os requerimentos de cálcio propostos para uma taxa normal de crescimento para frangos de corte são de 0,5% (Simco & Stephson, 1961); 0,6% (White-Stevens et al., 1960; Formica et al., 1962); 0,6 a 0,72% (Waldroup et al., 1962); e 0,99 e 1,07% (Edwards et al., 1963).

Segundo Cabral (1999), a falta de concordância entre os pesquisadores sobre os níveis adequados de cálcio pode ser atribuída a vários fatores ambientais, nutricionais, genéticos e de manejo, que influem na exigência

desse mineral pelas aves, devendo-se ressaltar que diferentes metodologias são utilizadas na determinação das exigências nutricionais de cálcio. De acordo com Hurwitz et al. (1995), as respostas dos frangos de corte ao nível de cálcio dietético são marcadamente modificadas pela taxa de crescimento das aves, determinada por seu potencial genético.

Em razão do crescente avanço no melhoramento genético dos frangos de corte, ocorre constante aumento na taxa de crescimento dessas aves, tornando-se necessária a realização de pesquisas para reavaliar suas necessidades nutricionais. Devido ao pequeno número de trabalhos científicos sobre a exigência de cálcio, para frangos de corte nas fases de crescimento (3 a 6 semanas) e terminação (6 a 8 semanas), principalmente para as novas linhagens, é interessante reavaliar o requerimento desse mineral para essas fases de criação.

O objetivo deste experimento foi estabelecer a exigência nutricional de cálcio para frangos de corte nas fases de 22 a 42 dias de idade (crescimento) e de 43 a 53 dias de idade (terminação).

Material e Métodos

Dois experimentos, sendo experimento 1 de 22 a 42 dias e experimento 2 de 43 a 53 dias de idade dos frangos, foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV, nos períodos de 21 de setembro a 11 de outubro (experimento 1) e de 19 a 30 de outubro de 2000 (experimento 2).

Em cada experimento foram utilizados 360 pintos de corte Avian Farm, metade machos e metade fêmeas, com 22 dias de idade no experimento 1 e 42 dias de idade experimento 2, todos vacinados contra Bouda Aviária e doença de Marek no incubatório. No período pré-experimental, as aves receberam ração à base de milho e farelo de soja, atendendo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2000), até 21 dias de idade (experimento 1) e até 42 dias de idade (experimento 2), quando foram transferidas para os boxes. O primeiro experimento teve duração de 21 dias e o segundo, de 10 dias; sendo que o delineamento experimental adotado em ambos experimentos foi o inteiramente casualizado, contando com seis tratamentos, seis repetições,

sendo a unidade experimental representada pelo box, contendo cinco machos e cinco fêmeas.

As aves foram alojadas em boxes de 2,10 x 1,00 m, com piso de cimento, cobertos com cerca de 5 cm de cepilho de madeira, em um galpão de alvenaria, com dimensões de 29,20 x 12,60 m, 2,80 m de pé-direito, coberto com telha de cimento amianto, com lanternim, laterais possuindo muretas de 0,65 m de altura e o restante fechado com tela de meia polegada e cortinas plásticas com abertura de baixo para cima.

O programa de luz adotado em ambos experimentos foi o contínuo, com 24 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental, utilizando-se lâmpadas de 60 W. A temperatura no interior do galpão (Apêndice B) foi medida diariamente por intermédio de termômetros de máxima e mínima espalhados pelo interior do galpão, colocados ao nível do dorso dos animais, durante ambos os ensaios.

A composição química dos ingredientes utilizados na formulação das dietas, para os experimentos 1 e 2, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores de matéria seca, proteína bruta, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Alimento	Matéria seca %	Proteína bruta %	Cálcio %	Fósforo %
Milho	87,11	7,80	0,03	0,248
Farelo de soja	87,74	44,00	0,267	0,586
Fosfato monoamônio	---	---	0,46	23,82
Carbonato de cálcio	---	---	39,65	---

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000), foi confeccionada uma dieta basal constituída de milho e farelo de soja suplementada com vitaminas e minerais (Tabela 2), atendendo as exigências nutricionais das aves, com exceção do cálcio, que permaneceu deficiente no nível de 0,161%.

Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal, para as fases de crescimento (experimento 1) e terminação (experimento 2)

Ingredientes	Crescimento %	Terminação %
Milho	58,00	60,73
Farelo de soja	33,59	29,85
Óleo vegetal	2,80	4,00
Fosfato monoamônio	1,20	1,05
Calcário	0,13	0,16
Sal comum	0,40	0,39
Bacitracina de zinco	0,02	0,02
Cloreto de colina (60%)	0,10	0,10
Anticoccidiano ¹	0,10	0,10
DL-metionina (99%)	0,20	0,14
L-Lis HCl (78%)	0,10	0,10
BHT	0,01	0,01
Mistura mineral ²	0,05	0,05
Mistura vitamínica ³	0,10	0,10
Caulim (inerte)	3,20	3,20
Total	100	100

Composição calculada

Proteína bruta (%)	19,52	18,50
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,100	3,202
Cálcio (%)	0,161	0,161
Fósforo disponível (%)	0,410	0,368
Metionina (%)	0,515	0,436
Lisina (%)	1,157	1,060
Metionina + cistina (%)	0,839	0,742
Treonina (%)	0,865	0,811
Triptofano (%)	0,300	0,279
Sódio (%)	0,199	0,193

¹ Anticoccidiano - (20% de monozina sódica).

² Níveis de garantia/kg do produto: ferro 100,0 g; cobalto 2,0 g; cobre 20,0 g; manganês 106,0 g; iodo 2,0 g e veículo gsp 1000 g.

³ Níveis de garantia/kg do produto: vit. A, 10.000.000 UI; vit. D3, 2.000.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. B, 2,0 g; vit. B6, 3,0 g; ác. pantotênico, 12,0 g; biotina, 0,1g; vit. K3, 3,0 g; ác. fólico, 1,0 g; ác. nicotínico, 50,0 g; bacitracina de Zn, 10,0 g; BHT, 5,0 g; vit. B12, 15000 mcg; Se, 0,25 g e veículo gsp 1000 g.

Os tratamentos em ambos experimentos foram constituídos da suplementação da dieta basal com 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; e 1,25% de cálcio proveniente do carbonato de cálcio.

As aves receberam ração e água à vontade; as pesagens foram realizadas no início e final de cada experimento para averiguação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Com o término de cada experimento, foram abatidas 72 aves com o peso médio do box (duas aves por box), para extração das tíbias, visando à medição da resistência à quebra e análises de cinzas e cálcio.

As tíbias direitas foram destinadas para o teste de resistência à quebra, e as esquerdas, após a retirada de gordura no extrator “Soxhlet”, colocadas na mufla a 600°C, durante quatro horas, para determinação das cinzas. O teor de cálcio nos ossos foi obtido de acordo com a metodologia proposta por Silva (1998). As análises de resistência à quebra óssea foram realizadas utilizando-se os ossos *in natura*, em uma prensa computadorizada que registra a resistência de materiais (Instron Corporation Series IX Automated Materials Testing System 1,09). Os ossos foram colocados na posição horizontal sobre dois suportes, sendo a pressão aplicada no centro dos mesmos. A quantidade máxima de força aplicada ao osso antes de sua ruptura foi considerada como resistência à quebra.

Os valores da exigência de cálcio foram estimados por intermédio de ganho de peso, conversão alimentar, teores de cálcio e cinzas nos ossos (em porcentagem e em gramas) e resistência à quebra dos ossos, utilizando-se os modelos de regressão linear e/ou quadrática, conforme ajuste dos dados obtidos para cada variável, interpretando-se as respostas biológicas das aves. A escolha entre os modelos foi feita pela observação dos coeficientes de regressão e pela soma de quadrados dos desvios, nos quais foram privilegiados os maiores coeficientes e as menores somas de quadrado. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), as exigências determinadas pelo modelo quadrático geralmente são superestimadas; assim, optou-se pela utilização de 95% do máximo valor encontrado para cada exigência, de acordo com Kidd et al. (1999). As variáveis acima citadas foram consideradas dependentes e os níveis de cálcio em estudo, como variáveis independentes, na análise de regressão.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados neste experimento foram realizadas de acordo com o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), (versão 7.0) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, 1997.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3, encontra-se o resumo da temperatura aferida no interior do galpão durante ambos períodos experimentais.

Tabela 3 - Resumo da temperatura no interior do galpão durante os experimentos 1 e 2

	Crescimento	Terminação
Temperatura	(°C)	(°C)
Máxima média	28,38	30,10
Mínima média	19,23	17,33
Máxima absoluta	33,60	34,00
Mínima absoluta	16,00	16,00

Experimento 1 - Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade

Os resultados de desempenho obtidos com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 4.

O ganho de peso (GP) foi influenciado pelos níveis de cálcio estudados, sendo o menor ganho obtido com o nível de 0,16% de cálcio e o maior, com 0,91% de cálcio na dieta. Pode-se observar que houve pequena variação na taxa de ganho de peso, à medida que se elevou o nível de cálcio de 0,41 a 1,41%.

A conversão alimentar (CA) não foi influenciada pelos níveis de cálcio estudados neste experimento.

De acordo com o modelo de regressão quadrática, a exigência de cálcio estimada pelo GP foi de 0,93% (Tabela 5; Figura 1). Esse valor foi superior àquele recomendado por Rostagno et al. (2000), que sugerem o nível de 0,874% de cálcio, e pelo NRC (1994), que sugere o nível de 0,9% de cálcio na dieta para frangos de corte em crescimento. Entretanto, Hulan et al. (1985) recomendam 1,3% de cálcio e 0,68% de fósforo para frangos de corte em fase de crescimento. Anderson et al. (1982) verificaram que o desempenho e o teor de cinzas ósseas de frangos de corte reduziram significativamente, devido ao aumento do cálcio dietético de 0,9 para 1,5%.

As médias das variáveis ósseas de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade são apresentadas na Tabela 4.

Com exceção do teor de cálcio no osso em gramas (CAOG), as variáveis ósseas foram influenciadas pelos níveis de cálcio estudados. Houve pouca variação na porcentagem de cálcio nos ossos (CAOP) e no teor de cinza nos ossos, em porcentagem (COP) e gramas (COG), nos tratamentos em que as aves receberam os níveis de 0,66 a 1,41% de cálcio na dieta. Os menores valores obtidos para essas variáveis foram com os níveis de 0,16 e 0,41% de cálcio na dieta, em relação aos outros tratamentos.

Tabela 4 - Efeito dos níveis e consumo de cálcio sobre o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, cálcio no osso (% e g), cinza no osso (% e g) e resistência à quebra do osso para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Dieta	Nível de cálcio total %	Consumo de cálcio (g/tratamento)		Variáveis ¹							
		Cálcio da dieta basal	Cálcio das fontes	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (kg/ave)	Conversão alimentar	Cálcio no osso (%)	Cálcio no osso (g)	Resistência à quebra osso (kgf)	Cinza no osso (%)	Cinza no osso (g)
Basal	0,16	3,7742	-	824,00	2,3719	2,8785	18,673	1,005	8,1526	44,724	2,417
Carbonato de cálcio	0,41	4,6330	7,1942	1324,08	2,8778	2,1735	20,846	1,183	16,912	48,969	2,793
	0,66	4,7555	14,7668	1362,75	2,8584	2,0975	21,240	1,237	22,240	52,456	3,883
	0,91	4,6995	21,8919	1414,08	2,9803	2,1076	22,895	1,704	31,028	53,655	3,652
	1,16	4,6080	28,6208	1364,17	2,8729	2,1060	22,164	1,501	31,764	53,408	3,566
	1,41	4,5882	35,6229	1355,92	2,8572	2,1072	22,108	1,374	31,457	53,212	3,256
Coeficiente de variação				5,07	1,53	7,26	5,28	16,78	16,00	3,75	15,46

Tabela 5 - Estimativas da exigência de cálcio para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), considerando a taxa de ganho de peso e conversão alimentar, ajustadas por meio dos modelos de regressão

Modelo	Equação de regressão	Exigência cálcio (%)	R ²	SQD	
Linear					
Ganho de peso	$\hat{Y} = 1019,85$	-	-	-	
Conversão alimentar	$\hat{Y} = 2,60877$	-	-	-	
Modelo	Equação de regressão	Pmáx/ PMín	Exigência cálcio ¹ (%)	R ²	SQD
Quadrático					
Ganho de peso	$\hat{Y} = 659,5 + 1624,27x - 827,421x^2$	1454,43	0,93	0,87*	32998,35
Conversão alimentar	$\hat{Y} = 3,08515$	-	-	-	-

¹ Representa 95% do valor máximo encontrado pela equação de regressão, indicando o nível adequado de cálcio total para cada variável.

* (P < 0,05) pelo teste F.

Pmáx (Ponto de máxima) e Pmín (ponto de mínima).

SQD - Soma de quadrados dos desvios.

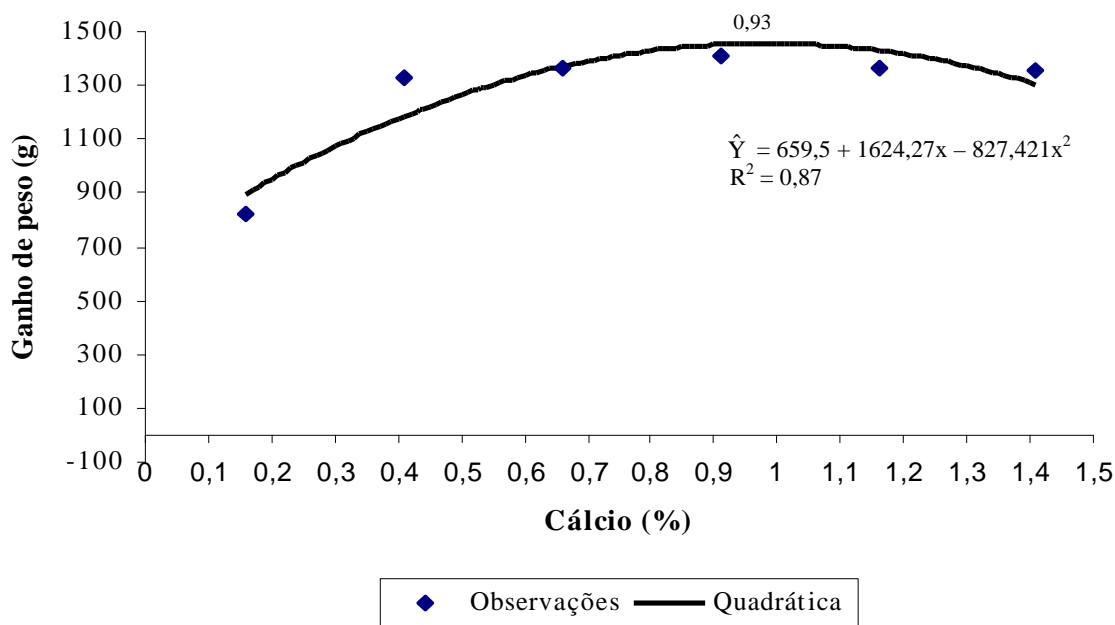


Figura 1 - Efeito dos níveis de cálcio sobre o ganho de peso (g/ave) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Observaram-se maiores valores e pequena variação entre os resultados de resistência à quebra óssea (RQO) nos tratamentos com 0,91; 1,16; e 1,41% de cálcio, sendo superiores aos valores numéricos nos demais tratamentos. O maior valor de resistência à quebra óssea foi observado no tratamento com 1,16% de cálcio.

Estimando os valores das exigências de cálcio pelo modelo de regressão quadrática, para as variáveis CAOP, RQO, COP e COG, encontraram-se os valores de 1,01; 1,28; 1,01; e 0,95%, respectivamente (Tabela 6; Figuras 2 a 5). Cabral (1999) verificou que a deposição de cálcio no fêmur de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade foi maior, quando os machos receberam 0,93% de cálcio na dieta e as fêmeas 0,82%. Com relação à deposição de cálcio em porcentagem na tíbia, esse autor não verificou influência dos níveis de cálcio na dieta de machos e fêmeas.

Segundo Guinotte et al. (1991), frangos de corte na fase de crescimento apresentaram maior comprimento da tíbia, quando alimentados com 0,7% de cálcio, embora não diferissem significativamente daqueles que receberam 0,9%. A resistência à quebra do osso foi significativamente maior nas aves que receberam 0,9% de cálcio, sendo este valor menor que o obtido neste experimento, de 1,28%. Twining et al. (1964) recomendam 0,8% de cálcio e 0,6% de fósforo total para frangos de corte, de ambos os sexos, no período de 0 a 6 semanas. Lillie et al. (1964) não verificaram diferenças significativas no desenvolvimento de frangos de corte alimentados com quatro níveis de cálcio (0,9; 1,0; 1,1; e 1,2%) e, segundo estes autores, a exigência de cálcio provavelmente não excede o nível de 0,9%.

Os valores de resistência à quebra óssea foram maiores nos tratamentos com maiores níveis de cálcio; observação semelhante foi feita por Honna (1992), que, estudando a integridade dos ossos de galos reprodutores de corte, verificou que nos maiores níveis de cálcio as aves apresentaram as maiores resistências. No entanto, Cabral (1999) verificou que a resistência à quebra das tíbias e fêmures não foi influenciada pelo nível de cálcio (0,9 a 1,3%) na dieta em frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade. Contudo, Skinner et al. (1992) obtiveram resistência máxima da tíbia com o nível de 0,6% de cálcio na dieta.

Tabela 6 - Estimativas da exigência de cálcio para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), considerando o cálcio no osso (% e g), a resistência à quebra dos ossos e a cinza no osso (% e g), ajustadas por meio dos modelos de regressão

Modelo	Equação de regressão	Exigência cálcio (%)	R ²	SQD	
Linear					
Cálcio no osso (%)	$\hat{Y} = 19,2749 + 2,60326x$	= 1,411	0,67*	3,63738	
Cálcio no osso (g)	$\hat{Y} = 1,04015$	-	-	-	
Resistência à quebra (kgf)	$\hat{Y} = 8,8734 + 18,9401x$	= 1,411	0,87*	50,1587	
Cinza no osso (%)	$\hat{Y} = 45,1834 + 6,8525x$	=1,411	0,82*	11,1813	
Cinza no osso (g)	$\hat{Y} = 2,44007 + 0,832583x$	= 1,411	0,66*	0,39567	
Modelo	Equação de regressão	Pmáx/ PMín	Exigência cálcio ¹ (%)	R ²	SQD
Quadrático					
Cálcio no osso (%)	$\hat{Y} = 17,3278 + 9,63131x - 4,47077x^2$	22,495	1,01	0,93*	0,72250
Cálcio no osso (g)	$\hat{Y} = 0,7220$	-	-	-	-
Resistência à quebra (kgf)	$\hat{Y} = 1,57367 + 45,2892x - 16,7615x^2$	32,082	1,28	0,98**	9,18700
Cinza no osso (%)	$\hat{Y} = 41,3329 + 23,1909x - 10,6119x^2$	53,931	1,01	0,99**	0,57868
Cinza no osso (g)	$\hat{Y} = 1,80434 + 3,53727x - 1,75726x^2$	3,5788	0,95	0,96**	0,07569

¹ Representa 95% do valor máximo encontrado pela equação de regressão, indicando o nível adequado de cálcio total para cada variável.

** (P<0,01), * (P<0,05).

Pmáx (Ponto de máxima) e Pmín (ponto de mínima).

SQD - Soma de quadrados dos desvios.

Edwards et al. (1963) sugeriram que 0,99% de cálcio deve estar presente na dieta para máxima taxa de ganho de peso e 1,39% para otimizar o teor de cinzas ósseas. Neste experimento, o nível de 1,01% de cálcio proporcionou maior deposição de cinzas nos ossos, sendo este valor superior ao verificado por Cabral (1999), o qual observou que o teor de cinzas nos ossos foi afetado pelos níveis de cálcio dietéticos apenas nos fêmures de machos de corte, em que a deposição máxima ocorreu no nível de 0,7%. Entretanto, Hulan et al. (1985), trabalhando com níveis de cálcio entre 1,0 e 1,4%, não encontraram diferenças quanto à deposição de cinzas nos ossos no período de 22 a 42 dias de idade em frangos de corte. Já McNaughton et al. (1974) sugerem o nível de 0,8% de cálcio para maximizar a deposição das cinzas ósseas. De acordo com Ruff & Hughes (1985), existe correlação positiva entre a deposição de cinzas e resistência à quebra óssea.

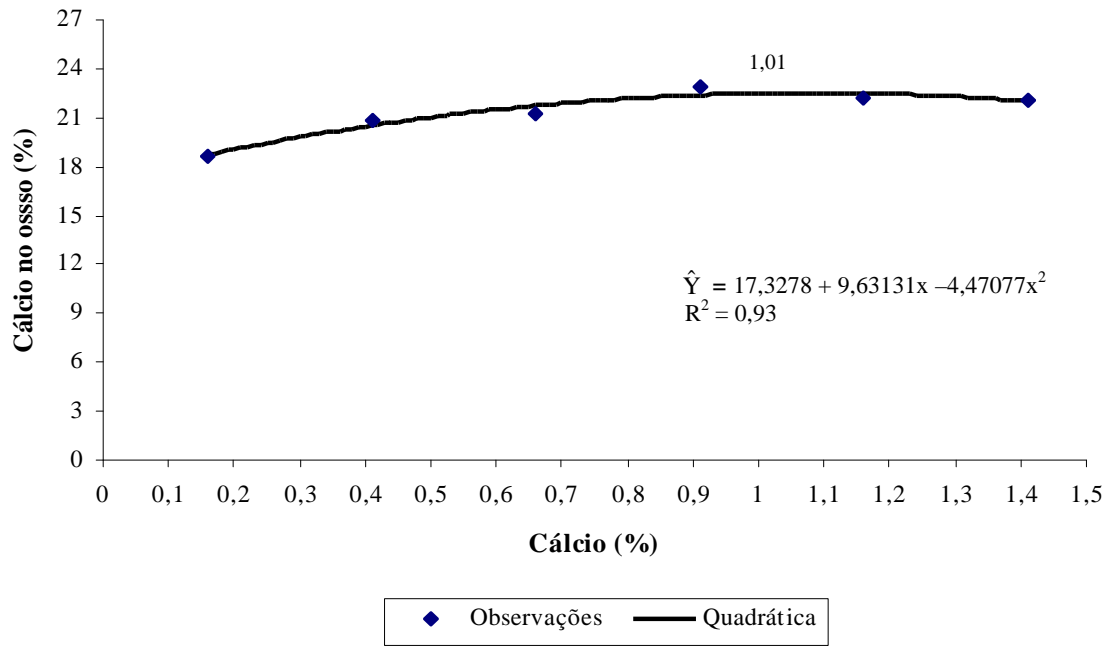


Figura 2 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de cálcio no osso de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

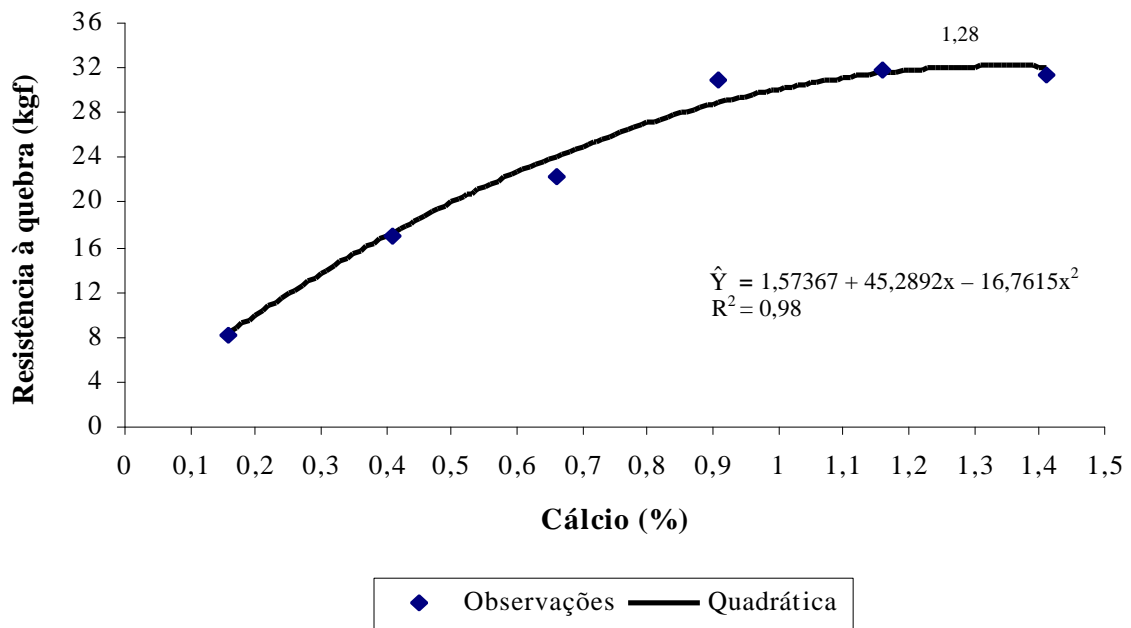


Figura 3 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a resistência à quebra óssea de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

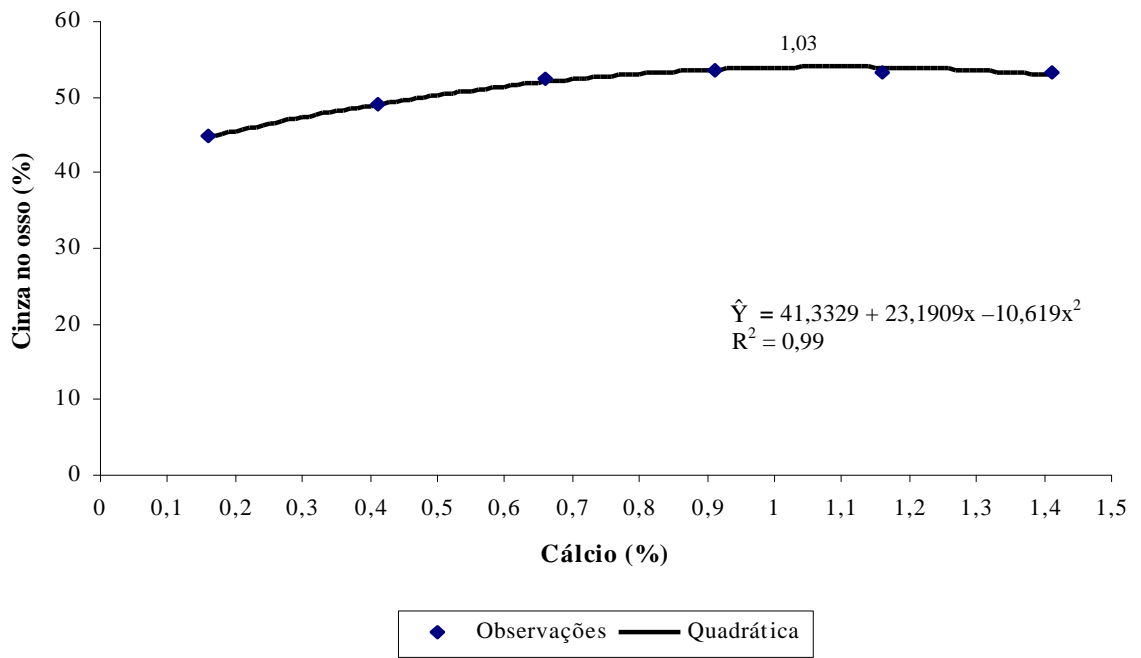


Figura 4 - Efeito dos níveis de cálcio sobre porcentagem de cinza no osso de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

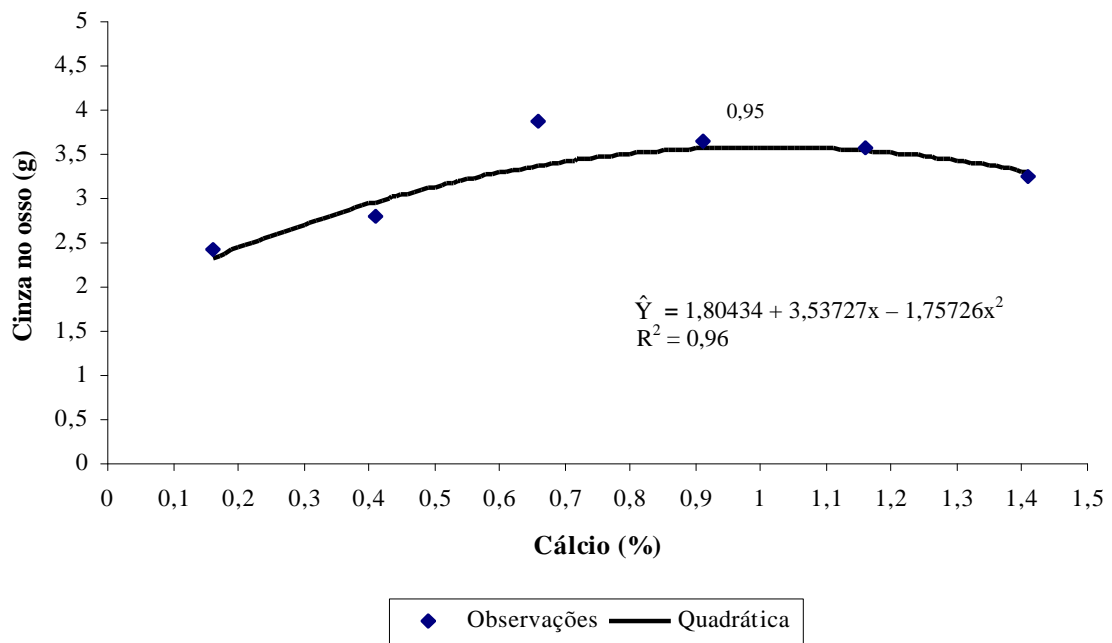


Figura 5 - Efeito dos níveis de cálcio sobre o teor de cinza no osso (em gramas) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

As estimativas de exigência de cálcio para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade variaram de 0,93; 1,01; 1,28; 1,01; e 0,95 para as variáveis GP, CAOP, RQO, COP e COG, respectivamente, pelo modelo quadrático. Pode-se observar que o requerimento para suprir a exigência de desempenho foi inferior aos requerimentos para as variáveis ósseas. Fato semelhante foi observado por Runho et al. (2001) e Brugalli (1996), trabalhando com exigência de fósforo disponível para frangos de corte, e por Cabral (1999), trabalhando com exigência de cálcio.

Considerando-se as respostas biológicas das aves nos tratamentos estudados, sugere-se o valor de 1,01% de cálcio como sendo a exigência para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Contudo, levando-se em consideração a RQO, que é uma variável importante no abate e processamento de aves, a exigência de cálcio para frangos de corte de 22 a 42 dias idade seria de 1,28%.

Experimento 2 - Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte no período de 43 a 53 dias de idade

Os resultados de desempenho obtidos com frangos de corte de 43 a 53 dias de idade estão apresentados na Tabela 7.

Os valores de ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) não foram influenciados pelos níveis de cálcio em estudo (Tabela 8). Skinner et al. (1992) e Cabral (1999), trabalhando com níveis de 0,6 a 1,2% e 0,9 a 1,3% de cálcio, respectivamente, também observaram pouca influência desses níveis de cálcio no desempenho de frangos de corte de 43 a 53 dias de idade. Resultados semelhantes foram observados por Skinner & Waldroup (1992), que, ao trabalharem com frangos de corte na fase de terminação não encontraram efeito da retirada da fonte de cálcio no desempenho das aves. Segundo Pinheiro et al. (1995), a retirada do calcário e/ou fosfato bicálcico da ração não prejudicou o desempenho das aves no período de 38 a 45 dias. O fato de não terem sido observadas diferenças significativas no desempenho das aves durante esta fase pode estar relacionado à possível mobilização do cálcio do tecido ósseo, que poderia estar sendo utilizado para suprir os requerimentos dos frangos em relação a este mineral.

Tabela 7 - Efeito dos níveis e consumo de cálcio sobre o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, cálcio no osso (% e g), cinza no osso (% e g) e resistência à quebra do osso para frangos de corte de 43 a 53 dias de idade

Dieta	Nível de cálcio total	Consumo de cálcio (g/tratamento)		Variáveis ¹							
		Cálcio da dieta basal	Cálcio das fontes	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (kg/ave)	Conversão alimentar	Cálcio no osso (%)	Cálcio no osso (g)	Resistência à quebra osso (kgf)	Cinza no osso (%)	Cinza no osso (g)
Basal	0,16	3,4905	-	630,33	2,2021	3,4936	19,853	1,482	15,787	49,053	3,674
Carbonato de cálcio	0,41	3,5553	5,5206	686,50	2,3357	3,4024	22,488	1,825	20,212	52,611	4,271
	0,66	3,6916	11,4646	709,83	2,3775	3,3494	24,441	2,225	24,362	54,394	4,949
	0,91	3,6752	17,1206	674,17	2,2919	3,3996	24,010	2,043	28,821	54,422	4,734
	1,16	3,6468	22,6508	656,33	2,2869	3,4844	24,297	2,124	31,764	54,612	4,754
	1,41	3,6429	28,2835	645,67	2,2759	3,5249	23,268	2,047	27,395	54,107	4,768
Coeficiente de variação				8,69	3,17	10,29	5,55	19,32	13,12	4,24	18,78

Tabela 8 - Estimativas da exigência de cálcio para frangos de corte na fase de terminação (43 a 52 dias de idade), considerando a taxa de ganho de peso e conversão alimentar, ajustadas por meio dos modelos de regressão

Modelo	Equação de regressão
Linear	
Ganho de peso	$\hat{Y} = 671,582$
Conversão alimentar	$\hat{Y} = 3,40172$
Modelo	Equação de regressão
Quadrático	
Ganho de peso	$\hat{Y} = 609,513$
Conversão alimentar	$\hat{Y} = 3,5522$

As médias das variáveis ósseas de frangos de corte de 43 a 53 dias de idade são apresentadas na Tabela 7.

Os valores obtidos para as variáveis cálcio no osso, em porcentagem (CAOP) e em gramas (CAOG), e para cinza no osso, em porcentagem (COP) e em gramas (COG), foram semelhantes quando as aves receberam de 0,66 a 1,41% de cálcio na dieta, sendo verificados valores inferiores quando os níveis de cálcio foram de 0,16 a 0,41%. Para a resistência à quebra do osso (RQO), os valores elevaram-se com o aumento do cálcio na dieta até o nível de 1,16%.

De acordo com o modelo de regressão quadrática, as exigências de cálcio estimadas variaram de 0,91% para CAOP e 1,18% para RQO (Tabela 9; Figuras 6 a 9). Com relação ao teor de cálcio no osso, Cabral (1999) reporta que houve máxima deposição deste mineral com o nível de 0,92% de cálcio dietético para machos e 0,93% para fêmeas. Porém, Hulan et al. (1985) recomendam 1,29% de cálcio e 0,51% de fósforo para maior deposição de minerais no osso de frangos de corte na fase de terminação. Entretanto, Edwards & Veltmann (1983), reportam que a retenção de cálcio foi maior nos tratamentos que continham menor teor de cálcio dietético.

Excluindo-se a exigência necessária para maximizar a resistência à quebra óssea, que foi de 1,18%, os valores de requerimento de cálcio encontrados neste trabalho foram superiores aos recomendados por Rostagno et al. (1996), que sugerem 0,871% de cálcio para frangos de corte na fase de terminação, e Rostagno et al. (2000) e NRC (1994), que recomendam o valor de 0,80% para aves nesta mesma fase.

Tabela 9 - Estimativas da exigência de cálcio para frangos de corte na fase de crescimento (43 a 53 dias de idade), considerando o cálcio no osso (% e g), a resistência à quebra dos ossos e as cinzas no osso (% e g), ajustadas por meio dos modelos de regressão

Modelo	Equação de regressão	Exigência cálcio (%)	R ²	SQD	
Linear					
Cálcio no osso (%)	$\hat{Y} = 21,077$	-	-	-	
Cálcio no osso (g)	$\hat{Y} = 1,63962$	-	-	-	
Resistência à quebra (kgf)	$\hat{Y} = 15,5085 + 11,0673x$	= 1,411	0,85*	23,01261	
Cinza no osso (%)	$\hat{Y} = 50,3885$	-	-	-	
Cinza no osso (g)	$\hat{Y} = 3,92257$	-	-	-	
Modelo	Equação de regressão	Pmáx/ PMín	Exigência cálcio ¹ (%)	R ²	SQD
Quadrático					
Cálcio no osso (%)	$\hat{Y} = 17,9682 + 13,7439x_1 - 7,13834x^2$	24,56	0,91	0,96*	0,6546204
Cálcio no osso (g)	$\hat{Y} = 1,21925 + 1,92208x - 0,965257x^2$	2,173	0,94	0,88*	0,0434887
Resistência à quebra (kgf)	$\hat{Y} = 11,5345 + 26,4155x - 10,5445x^2$	28,02	1,18	0,99*	3,168545
Cinza no osso (%)	$\hat{Y} = 47,068 + 15,5625x - 7,6243x^2$	54,99	0,97	0,97*	0,5786899
Cinza no osso (g)	$\hat{Y} = 3,23296$	-	-	-	-

¹ Representa 95% do valor máximo encontrado pela equação de regressão, indicando o nível adequado de cálcio total para cada variável.

** (P≤0,01), * (P≤0,05) pelo teste F.

Pmáx (Ponto de máxima) e Pmín (ponto de mínima).

SQD - Soma de quadrados dos desvios.

Skinner et al. (1992) também observaram a influência dos níveis de cálcio na dieta sobre a resistência da tíbia à quebra, obtendo resistência máxima com o nível de 0,6% de cálcio. Skinner & Waldroup (1992) observaram que houve menor resistência à quebra óssea, quando as aves, no período de 42 a 49 dias de idade, receberam níveis baixos de cálcio. Entretanto, Cabral (1999) relatou que a resistência da tíbia à quebra não foi influenciada pelo nível dietético de cálcio (0,9 a 1,3%) em frangos de corte de 43 a 53 dias de idade, fato não observado neste experimento, em que o nível de 1,18% de cálcio proporcionou maior valor de resistência à quebra óssea.

Neste experimento, a COP elevou-se com o aumento de cálcio na dieta, concordando com os resultados encontrados por Hulan et al. (1985), Twining et al.

(1964), Waldroup et al. (1974) e Huyghebaert et al. (1981). Yoshida & Hoshii (1982) reportaram que 1,1% de cálcio e 0,35% de fósforo são necessários para otimizar a deposição de cinzas nos ossos, em frangos de corte de 4 a 8 semanas de idade. Contudo, Cabral (1999) reportou que o teor de cinzas no fêmur foi afetado pelo nível de cálcio dietético apenas para frangos de corte machos, no período de 43 a 53 dias de idade. Segundo esse autor, houve decréscimo no teor de cinza, à medida que se elevou o nível de cálcio na ração, atingindo o teor máximo de cinza com o nível de 0,7% de cálcio, enquanto, neste experimento, o nível de 0,97% de cálcio promoveu maior deposição óssea.

As estimativas de exigência de cálcio para frangos de corte de 43 a 53 dias de idade foram de 0,91; 0,94; 1,18; e 0,97%, para as variáveis CAOP, CAOG, RQO e COP, respectivamente, pelo modelo quadrático.

Considerando-se as respostas biológicas das aves nos tratamentos estudados, sugere-se o valor de 0,97% de cálcio como sendo a exigência para frangos de corte de 43 a 53 dias de idade. Contudo, levando-se em consideração a RQO, que é uma variável importante no abate e processamento de aves, a exigência de cálcio para frangos de corte de 43 a 53 dias seria de 1,18%.

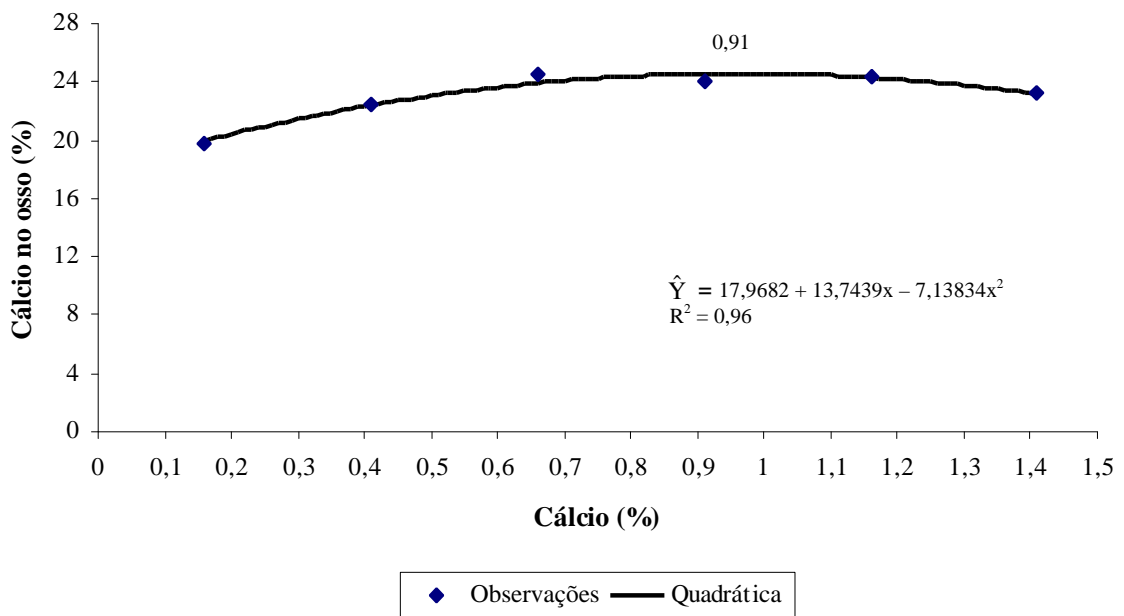


Figura 6 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de cálcio no osso de frangos de corte de 43 a 53 dias de idade.

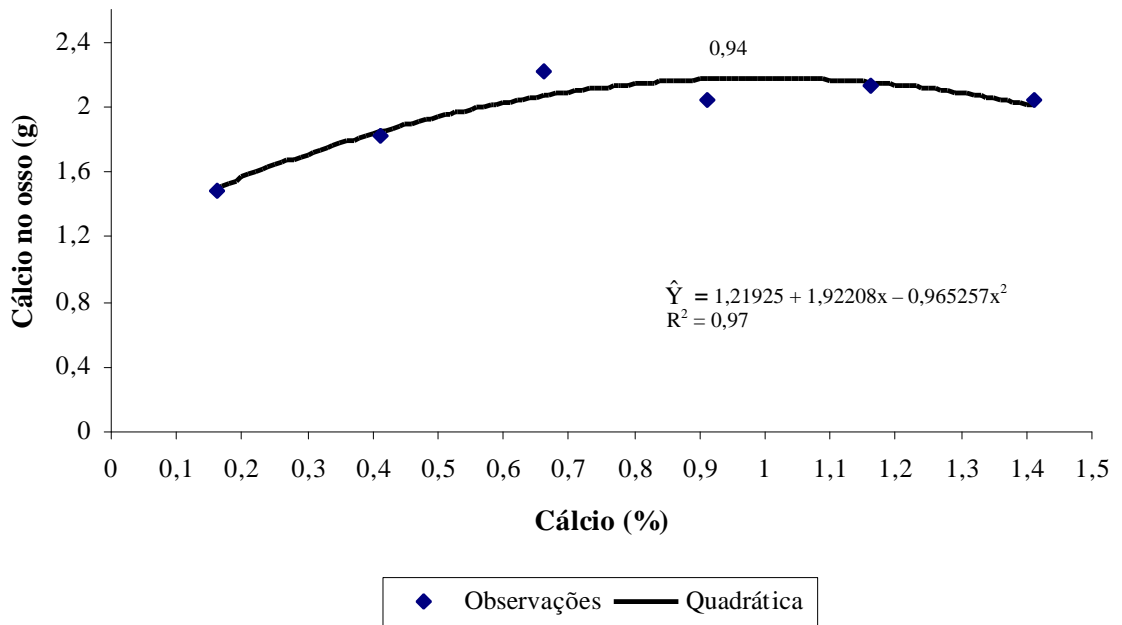


Figura 7 - Efeito dos níveis de cálcio sobre o teor de cálcio no osso (em gramas) de frangos de corte de 43 a 53 dias de idade.

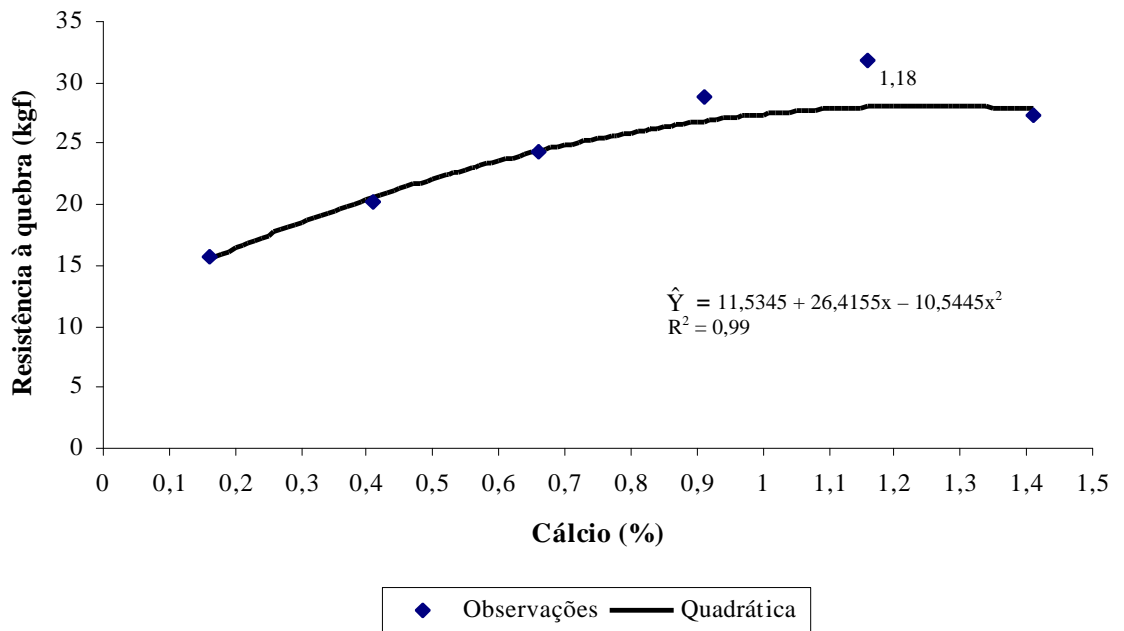


Figura 8 - Efeito dos níveis de cálcio sobre a resistência à quebra óssea de frangos de corte de 43 a 53 dias de idade.

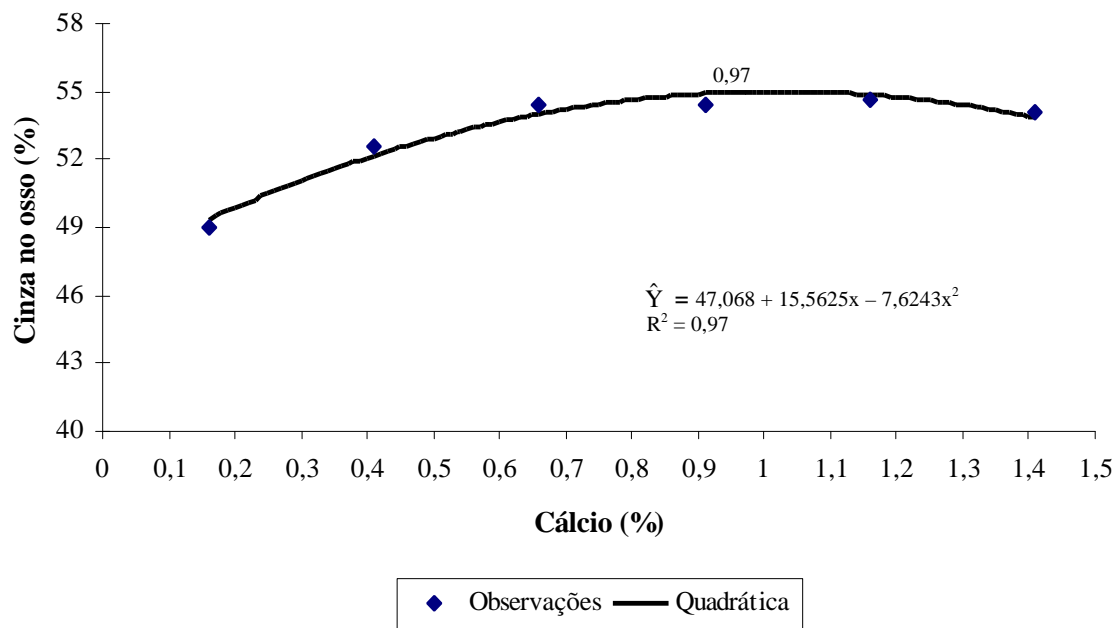


Figura 9 - Efeito dos níveis de cálcio sobre porcentagem de cinza no osso de frangos de corte de 43 a 53 dias de idade.

Conclusões

De acordo com as respostas biológicas das aves frente aos níveis de cálcio estudados, sugere-se os valores de 1,01 e 0,97% de cálcio como sendo a exigência para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade, respectivamente. Contudo, levando-se em consideração a resistência à quebra óssea, que é uma variável importante no abate e processamento das aves, a exigência de cálcio para frangos de corte seria de 1,28 e 1,18%, para as fases de crescimento e terminação, respectivamente.

Literatura Citada

- ANDERSON, J.O.; DOBSON, D.C.; JACK, K. Effect of particle size of the calcium source on performance of broiler chicks fed diets with different calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v.63, p.311-316, 1984.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CABRAL, G.H. **Níveis de cálcio em rações para frango de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 83p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- EDWARDS JR., H.M.; MARION J.E.; FULLER H.L. et al. Studies on calcium requirements of broilers. **Poultry Science**, v.42, p.699-703, 1963.
- EDWARDS JR., H.M.; VELTMANN Jr., J.R. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chicks. **Journal Nutrition**, v.113, p.1568-1575, 1983.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Estimativas dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: Workshop latino-americano Ajinomoto Biolatina. Foz do Iguaçu, PR. p.77-88, 2001.
- FORMICA, S.D.; SMINT, M.J.; BACHARAC, M.M. et al. Calcium and phosphorus requirements of growing turkeys and chickens. **Poultry Science**, v.41 p.771-776, 1962.
- GUINOTTE, F.; NYS, Y. The effects of particle size and origin of calcium carbonate on performance and ossification characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v.70, p.1908-1920, 1991.
- HONNA, N.H. **Efeito dos níveis nutricionais de cálcio sobre a capacidade reprodutiva e integridade dos ossos de galos reprodutores de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- HULAN, H.W.; De GROOTE, G.; FONTAINE, G. et al. The effect of different totals and rations of dietary calcium and phosphorus on the performance and incidence of leg abnormalities of male and female broiler chickens. **Poultry Science**, v.64, p.1157-1169, 1985.
- HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; SHAPIRO, A. et al. Calcium metabolism and requirements of chicks are affect by growth. **Journal of Nutrition**, v.2, p.2679-2686, 1995.
- HUYGHEBAERT, G.; DE GROOTE, G.; KEPPENS, L. L'influence des teneurs en calcium et en fluor et du rapport Na/Cl sur l'utilisation du phosphore et la solidité des os chez les poulets de chair. **Revista Agrícola**, v.34, p.312-330, 1981.

- KLASING, K.C. **Comparative avian nutrition**. New York: Cab International, 1998. 350p.
- McNAUGHTON, J.L.; DILWORTH, B.C.; DAY, E.J. Effect of particle size on the utilization of calcium supplements by the chick. **Poultry Science**, v.53, p.1024-1029, 1974.
- KIDD, M.T.; LERNER, S.P.; ALLARD, J.P.; et al. Threonine needs of finishing broilers: growth, carcass and economic responses. **Journal of Applied Poultry Res.** v.8, p.160-169, 1999.
- LILLIE, R.J.; TWINING, P.F.; DENTON, C.A. Calcium and phosphorus requirements of broilers as influenced by energy, sex, strain. **Poultry Science**, v.43, p.1126-1131, 1964.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed., Washington, D.C., 1994. 155p.
- PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Efeito da retirada do calcário e/ou fosfato bicálcico da ração sobre o desempenho dos frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília-DF. **Anais...** Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995, p.544.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras de aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO, P. Jr.; BARBOZA, W.A. Nutrient Requirement of Poultry determined in Brazil. IN: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.81-107.
- RUFF, C.; HUGHES, B.L. Bone strength of height-restricted broiler as affected by levels of calcium, phosphorus and manganese. **Poultry Science**, v.64, p.1628-1636, 1985.
- RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.187-196, 2001.
- SCHEIDELER, S.E.; RIVES, D.V.; GARLICH, J.D. et al. Dietary calcium and phosphorus effects on broiler performance and the incidence of sudden death syndrome mortality. **Poultry Science**, v.74, p.2011-2018, 1995.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 165p.
- SIMCO, T.F.; STEPHENSON, E.L. Reevaluation of the calcium-phosphorus requirements of the chick. **Poultry Science**, v.40, p.1188-1192, 1961.
- SKINNER, J.T.; IZAT, A.L.; WALDROUP, P.W. Effects of removal of supplemental calcium and phosphorus from broiler finisher diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.1, n.3, p.42-47, 1992.
- SKINNER, J.T.; WALDROUP, P.W. Effects of calcium and phosphorus levels in starter and grower diets in broiler during the finisher period. **Journal of Applied Poultry Research**, v.1, n.3, p.277-279, 1992.

- SMITH, O.B.; KABAIJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium-phosphorus rations in broiler diets. **Poultry Science**, v.64, p.1713-1720, 1984.
- TWINING, P.F.; LILLIE, E.J.; ROBEL, E.J. et al. Calcium and phosphorus requirements of broiler chickens. **Poultry Science**, v.43, p.283-296, 1964.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1997. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. **SAEG – Sistema para análise estatística e genética**, versão 7.0 Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 54p.
- WALDROUP, P.W.; AMMERMAN. B.C.; HARMS, R.H. Comparison of the requirements of battery and floor-grown chicks for calcium and phosphorus. **Poultry Science**, v.41, p.1433-1436, 1962.
- WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; HAZEN, K.R. The phosphorus needs of finishing broilers in relationship to dietary nutrient density levels. **Poultry Science**, v.53, p.1655-1663, 1974.
- WHITE-STEVENSON, E.R.; PENSACK, J.M.; STOKSTAD, E.L.R. The calcium and phosphorus requirement of the chick. **Poultry Science**, v.39, p.1305, 1960.
- YOSHIDA, M.; HOSHII, H. Re-avaluation of requirement of calcium and available phosphorus for starting meat-type chicks. **Japanese Poultry Science**, v.19, p.101-109, 1982.

RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos três experimentos; no primeiro, objetivou-se determinar a exigência nutricional de cálcio para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade e a disponibilidade relativa deste mineral no fosfato bicálcico, calcário calcítico e calcário dolomítico, utilizando-se o carbonato de cálcio como padrão, sendo atribuído o mesmo o valor de 100% de disponibilidade. O segundo e terceiro experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar a exigência nutricional de cálcio para frangos de corte no período de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade, respectivamente.

As exigências de cálcio estimadas de acordo com as respostas biológicas das aves frente aos níveis de cálcio estudados, foram de 1,02, 1,01 e 0,97% de cálcio para frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade, respectivamente. Contudo, levando-se em consideração a resistência à quebra óssea, que é uma variável importante no abate e processamento das aves, a exigência de cálcio para frangos de corte de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade seria de 1,20; 1,28; e 1,18%, respectivamente.

Os valores médios da disponibilidade relativa de cálcio obtidos considerando todas as variáveis estudadas foram de 99,99; 84,67; e 75,28% para o fosfato bicálcico e os calcários calcítico e dolomítico, respectivamente.

APÉNDICE

APÊNDICE A

Tabela 1A - Temperatura registrada no interior do galpão durante o período experimental, de 1 a 21 dias de idade das aves

Data do registro	Período de 1 a 21 dias de idade					
	Temperatura °C		Temperatura °C		Temperatura °C	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
25/08/00	36,5	20	33	19	35	18
26/08/00	38	23	34	21	36	21
27/08/00	36	21,5	36	21,5	35	21
28/08/00	36	21,5	36	21,5	33	21
29/08/00	36	21,5	36	21,5	25	21
30/08/00	28	26	26	25	27	25
31/08/00	29	24	29	21,5	28	19
01/09/00	32	24	31	21,5	32	24
02/09/00	31	24	26	24	29	21
03/09/00	27	21,5	25	20	25	20
04/09/00	25	21	25	21,5	24	21
05/09/00	29	24	25	21	24	21
06/09/00	27	22	25	19	27	21
07/09/00	27	20	25	19	27	21
08/09/00	30	25	29	24	30	26
09/09/00	30	25	29	24	29	25
10/09/00	30	20	29	19	30	19
11/09/00	30	19	29	19	30	20
12/09/00	29	19	29	19	30	20
13/09/00	30	20	29	19	31	21

Tabela 2A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) do ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		GP (g/ave)	CA (g/g)
Tratamento	11	108174,4**	1,04122 **
Resíduo	60	1258,941	0,077912
CV %		6,61	13,78

**Significativo pelo teste F (P<0,01).

Tabela 3A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para cálcio no osso (CAO), resistência à quebra do osso (RQO), e cinza no osso (CO) de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		CAO %	CAO (g)	RQO (kgf/mm)	CO %	CO (g)
Tratamento	11	62,49052 **	0,0553477 **	92,43802 **	396,3625 **	0,296735 **
Resíduo	60	3,271489	0,00217966	2,339938	3,659955	0,0066975
CV %		8,91	15,59	13,89	4,13	11,71

**Significativo pelo teste F (P<0,01).

APÊNDICE B

Tabela 1B - Temperatura registrada no interior do galpão durante o período experimental, de 22 a 42 dias de idade das aves

Data do registro	Período de 22 a 42 dias de idade					
	Temperatura °C		Temperatura °C		Temperatura °C	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
22/09/00	28	21	27	20	28	22
23/09/00	29	22	28	21	29	22
24/09/00	29	19	30	19	29	19
25/09/00	29	19	30	19	29	19
26/09/00	28	19	28	18	28	19
27/09/00	28	18,5	28	18	29	18
28/09/00	29	19	29	18	29	20
29/09/00	29	18	28	18	29	18
30/09/00	29	18	28	18	28	19
02/10/00	27	16	25	16	27	16
03/10/00	28	18	28	17	24	16
04/10/00	29	16	28	17	24	16
05/10/00	32	24	32	23	31	24
06/10/00	33	23	34	25	34	23
07/10/00	29	22	29	21	29	22
08/10/00	23	19	23	20	22	19
09/10/00	26	20,5	25,5	20	26	20
10/10/00	28	16	27	16	28	16
11/10/00	29,5	20	30	21	29	20
12/10/00	29	16	30	16	31	16

Tabela 2B - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) do ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 22 a 42 dias de idade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		GP (g/ave)	CA (g/g)
Tratamento	5	296800,4 **	0,5824816 **
Resíduo	30	4173,093	0,02658478
CV %		5,07	7,26

**Significativo pelo teste F (P<0,01).

Tabela 3B - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para cálcio no osso (CAO), resistência à quebra do osso (RQO), e cinza no osso (CO) de pintos de corte de 22 a 42 dias de idade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		CAO %	CAO (g)	RQO (kgf/mm)	CO %	CO (g)
Tratamento	5	13,25953 **	0,3700768 **	562,5067 **	76,0075 **	1,876768 **
Resíduo	30	1,265291	0,05101532	14,25873	3,671289	0,2543662
CV %		5,28	16,78	16,00	3,75	15,46

**Significativo pelo teste F (P<0,01).

Tabela 4B - Temperatura registrada no interior do galpão durante o período experimental, de 43 a 54 dias de idade das aves

Data do registro	Período de 43 a 54 dias de idade					
	Temperatura °C		Temperatura °C		Temperatura °C	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
20/10/00	31	16	31	16	31	16
21/10/00	34	21	34	21	34	21
22/10/00	32	18	32	18	32	18
23/10/00	31	16	31	17	29	16
24/10/00	31	16	29	16	31	17
25/10/00	31	16	32	17	31	16
26/10/00	31	16	29	16	31	16
27/10/00	31	19	28	16	31	16
28/10/00	31	18	29	16	29	18
29/10/00	31	19	31	19	31	19
30/10/00	20	17	20	17	20	17

Tabela 5B - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) do ganho de peso (GP) e da conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 43 a 53 dias de idade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		GP (g/ave)	CA (g/g)
Tratamento	5	5015,428 ns	0,02791309 ns
Resíduo	30	3358,506	0,125472
CV %		8,69	4,24

ns - Não-significativo pelo teste F ($P > 0,05$).

Tabela 6B - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para cálcio no osso (CAO), resistência à quebra do osso (RQO) e cinza no osso (CO) de pintos de corte de 43 a 53 dias de idade

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		CAO %	CAO (g)	RQO (kgf/mm)	CO %	CO (g)
Tratamento	5	17,99400 **	0,430226 *	148,0234 **	27,93190 **	1,34810 ns
Resíduo	30	1,636335	0,1430265	9,801757	5,085874	0,7224713
CV %		5,55	19,32	13,12	4,24	18,78

ns - Não-significativo pelo teste F ($P > 0,05$).

** Significativo pelo teste F ($P < 0,01$).

* Significativo pelo teste F ($P < 0,005$).