

**EFEITO DOS NÍVEIS DE CÁLCIO EM DUAS
FONTES SOBRE O DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE**

EDUARDO LUÍS ALVES

2000

EDUARDO LUÍS ALVES

**EFEITO DOS NÍVEIS DE CÁLCIO EM DUAS FONTES SOBRE O
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de monogástricos.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

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

Alves, Eduardo Luís

Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte / Eduardo Luís Alves. – Lavras : UFLA, 2000.

68 p. : il.

Orientador: Antonio Soares Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Desempenho. 3. cálcio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.5085

-636.513

EDUARDO LUÍS ALVES

**EFEITO DOS NÍVEIS DE CÁLCIO EM DUAS FONTES SOBRE O
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos.

Aprovada em 20 de dezembro de 2000

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechimi – UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA

Prof. Dr. Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA



Prof. Antônio Soares Teixeira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2000

A Deus.

Aos meus queridos pais, José e Tereza

DEDICO

*Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo
para todo propósito debaixo do céu.*

ECLESIASTES 3:1

A todos os meus familiares e amigos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, pela minha formação.

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

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

Ao professor Antônio Soares Teixeira pela orientação, confiança, apoio e ensinamentos no curso e na realização deste trabalho.

Ao professor Antonio Ilson Gomes de Oliveira pela atenção, por todas as sugestões no trabalho e na realização das análises estatísticas

Aos demais professores, membros da banca examinadora, Antonio Gilberto Bertechini e Paulo Borges Rodrigues, pela atenção e sugestões apresentadas.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFLA, Luis C. Oliveira (Borginho), Geraldo Alves e José Onofre, do Setor de Avicultura; Carlos H. Souza, Mariana Cornélio, Pedro Adão Pereira, Keila C. Oliveira e Isbela M. R. Silva, da secretaria; Suelba F. Sousa, Márcio S. Nogueira, Eliana M. Santos e José G. Virgílio, do Laboratório de Pesquisa Animal; pela amizade e colaboração de todos na execução deste trabalho.

Aos amigos, Éder Clementino dos Santos, Delma Maria Torres, Joerley Moreira, Ademir José Conte, Elaine Barbosa Muniz, Mônica Maciel Judice, Estela Neves da Silva e Bonifácio Benício de Souza, pela amizade e grande colaboração durante a execução do experimento.

Em especial aos colegas de pós-graduação, Carla C. Pizzolante, Antonio Inacio Neto , Sidney Tavares Reis, Patrícia Elaine C. Nascimento, Lillian de Oliveira e Iraídes Rosa Rezende, Vitor C. Rodrigues, Vladimir de Oliveira, Marcos Aronovich, Christiane Perali, Milene S. L. Borman, Fabiana C. Rosa, Norka S. Albernaz, Flávio G. Vilela, Gustavo A. Andrade, Ivina Paula A. dos Santos, Cristiane Leal dos Santos, Osni V. Prado, Raquel Santos Azevedo, Rosana C. Pereira, Murilo A. F. de Andrade, Daniela D. Menegatti e Cláudio M. R. de Melo, pela amizade.

À Sena Consultoria Ltda, pelo fornecimento dos suplementos mineral e vitamínico.

Aos demais professores, colegas e funcionários que, direta ou indiretamente, colaboraram para realização deste trabalho, meu eterno agradecimento.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Eduardo Luís Alves, filho de José Marcelino Alves e Tereza Mesquita Alves, nasceu a 29 de janeiro de 1970, em Lavras - MG.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras - MG, em janeiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia na mesma Universidade, na Área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa em dezembro de 2000.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Histórico	3
2.2 Absorção de Cálcio	3
2.2.1 Interação entre minerais	5
2.2.2 Solubilidade e tamanho de partícula	5
2.3 Transporte de Cálcio	6
2.4 Mineralização óssea	7
2.5 Sintomas de deficiência e toxidez de cálcio	8
2.6 Efeito dos níveis de cálcio no desempenho das aves	9
2.7 Teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Localização e época de realização	14
3.2 Aves, instalação e equipamentos	14
3.3 Tratamentos e dietas experimentais	15
3.4 Características das fontes de cálcio	19
3.5 Manejo das aves	20
3.6 Desempenho das aves	21
3.7 Teores de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia	22
3.8 Balanço de cálcio	23
3.8.1 Teores de cálcio e fósforo nas excretas	23
3.8.2 Consumo e retenção de cálcio e fósforo	23
3.9 Delineamento experimental e análise estatística	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25

4.1 Consumo de ração	25
4.2 Ganho de peso	28
4.3 Conversão alimentar	31
4.4 Teores de cinzas na tibia	33
4.5 Teores de cálcio e fósforo na tibia.....	35
4.5.1 Teor de cálcio na tibia	35
4.5.2 Teor de fósforo na tibia	36
4.6 Relação dos teores de cálcio e fósforo da tibia	38
4.7 Comprimento, diâmetro da tibia	40
4.8 Consumo e retenção de cálcio e fósforo	43
4.8.1 Consumo de cálcio	43
4.8.2 Cálcio retido	45
4.8.3 Consumo de Fósforo	47
4.8.4 Fósforo retido	49
5 CONCLUSÃO	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXO	59

RESUMO

ALVES, Eduardo Luís. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte. Lavras: UFLA, 2000. 68 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)¹.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito dos níveis de cálcio (Ca) em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte, machos e fêmeas, Starbro. Foi conduzido um experimento com níveis de Ca (0,65; 0,80; 0,95; 1,10 e 1,25%) e fontes de Ca (calcário calcítico e carbonato de cálcio) em esquema fatorial 5 x 2 x 2 (nível, fonte e sexo), com 4 repetições por tratamento, utilizando-se 480 aves. Ao final do experimento, 2 aves por parcela foram abatidas e retirada a tibia direita de cada, para análise de cinza, Ca e fósforo (P). Após o período experimental de 28 dias, quatro aves por parcela foram mantidas para um balanço de Ca e P, dos 29 aos 31 dias de idade. As rações utilizadas no experimento foram formuladas com 21,6 % de PB e 3000 kcal/kg de EM. Avaliaram-se no período experimental: o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA), o teor de cinzas, Ca e P na tibia, relação Ca : P na tibia, o comprimento e o diâmetro da tibia; e no balanço de Ca e P : o consumo de Ca e P, o Ca e P retido (%). Observou-se uma interação ($P < 0,01$) entre nível e fonte para CR, com resposta quadrática do CR aos níveis de Ca para as aves que receberam ração contendo o CaCO_3 , obtendo-se maior consumo com o nível de 0,67 % de Ca. O GP reduziu linearmente com o aumento dos níveis de Ca. A CA não apresentou diferenças significativas para diferentes níveis de Ca utilizados. Os níveis de Ca não afetaram a deposição de cinzas, Ca, P e a relação Ca : P na tibia. As fêmeas que consumiram ração contendo CaCO_3 apresentaram um maior teor de cinzas e P nas tibias. O comprimento e diâmetro das tibias não sofreram efeito dos níveis de Ca, porém, os machos apresentaram um maior diâmetro. Observou-se interação entre níveis de Ca e sexo ($P < 0,05$) para o consumo de Ca, os níveis de Ca tiveram efeito quadrático sobre os machos e efeito linear crescente sobre as fêmeas. A retenção de Ca não foi influenciada pelos níveis de Ca, entretanto, as fêmeas que receberam ração contendo calcário apresentaram maior retenção ($P < 0,05$). Para consumo de P, pela interação níveis e sexo, observou que os machos tiveram efeito dos níveis, apresentando maior consumo de P na ração com o nível 0,88% de Ca e os níveis tiveram efeito linear sobre o consumo de P. Quanto à retenção de P, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$). Pelos dados

¹ Comitê orientador: Antônio Soares Teixeira – UFLA (Orientador); Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Paulo Borges Rodrigues – UFLA, Antônio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA.

obtidos e nas condições em que este experimento foi conduzido, pode-se concluir que: 1) Independente da fonte, o aumento do nível de cálcio reduziu o ganho de peso das aves. O menor nível de cálcio (0,65%), não prejudica o desempenho, a deposição mineral e o crescimento ósseo das aves. 2) Aves alimentadas com ração contendo CaCO_3 reduzem o consumo à medida que o nível de cálcio é elevado no período de 1 a 28 dias de idade.

ABSTRACT

ALVES, Eduardo Luís. Effects of the level of calcium in two sources on the broiler chickens' performance. Lavras: UFLA, 2000. 68 p. (Dissertation –Master in Animal Science)².

The present work was designed to verify the effect of the levels of calcium (Ca) in two sources on the performance of broiler chickens, males and females, Starbro. An experiment was carried out with levels of Ca of (0.65, 0.80, 0.95, 1.10 and 1.25%), and sources of Ca (calcitic limestone and calcium carbonate) in factorial design 5 x 2 x 2 (level, source and sex), with 4 replicates per treatment by utilizing 480 birds. At the end of the experiment, 2 birds per plot were slaughtered for removing the right tibia of each, for ash, Ca and phosphorus (P) analysis. After the experimental 28-day period, four birds per plot were maintained for a balance study of Ca and P, from 29 to 31 days of age. The rations used in the experiment were formulated with 21.6% CP and 3,000 kcal/kg of ME. In the experimental period were evaluated : ration consumption (RC), weight gain (WG), feed conversion (FC), tibia ash Ca and P content, Ca:P ratio in the tibia, tibia length and diameter, and in the balance of Ca and P: Ca and P consumption, retained Ca and P (%). An interaction ($P < 0.01$) between level and source for RC, with a quadratic response of RC to Ca levels for, the birds fed rations containing CaCO_3 , obtaining the greatest consumption with the level of 0.67% of Ca in the ration. WG was reduced linearly with increasing Ca levels. FC did not present significant differences for different Ca levels utilized. Ca levels did not affect ash deposition in the tibia and Ca: P ratio in the tibias. The females which consumed CaCO_3 -containing ration presented greater tibia ash and phosphorus content. The length and diameter of the tibias did not suffer effects of the Ca levels, but the males presented greater diameter. Interaction between Ca levels and sex ($P < 0.05$) for Ca consumption, where the levels of Ca had a quadratic effect on the males and linear growing effect on the females. Ca retention was not influenced by the levels of Ca, nevertheless, the females which were given ration containing limestone presented increased retention ($P < 0.05$). For P consumption by the interaction levels and sex, it was found that males had effect from the levels, the greatest phosphorus consumption in the ration with the level of 0.88% of Ca. Where the levels of Ca had linear effect on the consumption. As to the retention of phosphorus, no significant differences

² Guidance Committee Antônio Soares Teixeira – UFLA (Adviser); Antônio Gilberto Bertechini – UFLA; Paulo Borges Rodrigues – UFLA; Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA.

($P > 0.05$) were observed. From the data obtained and under the conditions this experiment was conducted, it may be followed that : 1) regardless of the Ca source, the increase of the level of Ca reduced birds' WG. The lowest Ca level (0.65%) do not impair performance, mineral deposition and bone growth of birds. 2) Birds fed ration containing CaCO_3 reduce consumption as the level of Ca is raised in the period of 1 to 28 days of age.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem se destacado muito nos últimos 20 anos, atingindo índices extraordinários de produtividade, por meio de uma interação entre genética, nutrição, manejo e sanidade.

Entretanto, embora o conhecimento quanto à nutrição deste tipo de ave seja grande, as descobertas nutricionais ainda não acompanham a evolução genética dos frangos de corte.

Através de melhoramento genético, tem-se conseguido reduzir cerca de um dia por ano na idade de abate dos frangos de corte. Este aumento na velocidade de crescimento torna necessária a realização de pesquisas para reavaliar as necessidades nutricionais das novas linhagens.

Os minerais assumem papel importância, pois uma deficiência ou excesso deles impossibilita a ave de atingir o seu máximo desenvolvimento. Dentre os minerais, o cálcio (Ca) é um macromineral essencial à estrutura óssea e ao metabolismo corporal.

A formação óssea é altamente dependente de um suprimento adequado de Ca na alimentação, e cerca de 99% do Ca do organismo são encontrados na massa óssea dos animais na forma de fosfato de cálcio e hidroxiapatita, enquanto o 1% restante acha-se distribuído pelos órgãos e tecidos desempenhando funções essenciais ao metabolismo orgânico.

Alguns fatores podem influenciar a utilização e metabolismo do Ca no organismo animal, sendo que os mais importantes são os níveis adequados de Ca e fósforo (P) na dieta, proporção entre as quantidades de Ca e P, níveis apropriados de vitamina D, origem da fonte de Ca e a idade dos animais.

A deposição de Ca no esqueleto é mais intensa na fase de crescimento. Assim, o conteúdo de Ca no organismo dos pintinhos aumenta de maneira rápida

na fase inicial, chegando, ao final do primeiro mês de vida, a 80% do total de Ca da ave adulta. Uma má nutrição óssea durante a fase de crescimento não tem somente como consequência um desenvolvimento inadequado da ave, mas também uma série de anormalidades estruturais.

O milho e o farelo de soja, que são os componentes básicos da alimentação das aves, possuem baixos teores de Ca. Assim, a suplementação de Ca é quase sempre necessária, sendo feita, na maioria das vezes, com o uso de calcário calcítico, uma fonte rica em Ca e abundante na natureza. Apesar de ser uma fonte de baixo custo, deve-se evitar o gasto desnecessário com excesso de Ca nas dietas, o que pode provocar uma maior poluição ambiental.

As tabelas do NRC (1994) e Rostagno (2000) recomendam um fornecimento de 1,0 ; 0,9% e 0,96 ; 0,84% de Ca para aves com idades de 0 a 3, 3 a 6 semanas de idade, respectivamente. Entretanto, muitos pesquisadores têm encontrado valores discordantes e, até certo ponto, menores do que os níveis recomendados pela tabela citada.

Até hoje, com mais de 35 anos de estudos, ainda há considerável discordância na literatura sobre os níveis de Ca necessários para o crescimento ótimo de frangos de corte. Níveis variando de 4% na década de 30 até 0,7% nos dias de hoje foram descritos como satisfatórios para sustentar o ótimo crescimento.

O objetivo deste experimento foi verificar o desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca e diferentes níveis deste elemento em cada uma delas, no período de 1 a 28 dias de idade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico

O Ca é um metal alcalino terroso com um peso atômico de 40,08% e número atômico 20. Sua ocorrência na crosta terrestre é 3,64%, sendo considerado o 5^º elemento em ordem de abundância. É encontrado naturalmente em compostos na forma de Calcário, Carbonato de cálcio, Cloreto de cálcio e Sulfato de cálcio.

Os estudos sobre o Ca iniciaram quando John Belchier, em 1736, constatou que fornecendo um tipo de farelão fervido com corante aos suínos, esse corante era depositado nos ossos. Essa descoberta levou, então, ao estudo da calcificação dos ossos.

Soube-se, em 1817, que a parte inorgânica do osso era em grande parte fosfato de cálcio, com uma pequena quantidade de carbonato e um pouco de magnésio.

Com 99% de ocorrência nos ossos, o Ca é considerado o elemento mineral mais abundante no corpo dos animais.

Um experimento no qual o Ca mostrou modificar a composição do osso foi descrito pela primeira vez por Choussat, em 1842, quando pombos que receberam uma dieta à base de trigo e água morreram com ossos frágeis, mas quando foi adicionado CaCO_3 à dieta, os ossos se apresentaram novamente normais.

2.2 Absorção de cálcio

A absorção do Ca se dá principalmente na sua forma iônica e o processo tem lugar basicamente no intestino delgado, dependendo de vários fatores

fisiológicos, entre eles o estado de reserva deste mineral no organismo, a ação dos derivados ativos de vitamina D, os níveis anterior e atual dos aportes de Ca (Gueguen, 1990) e também a solubilidade do mineral no meio ácido do estômago (Pak e Avioli, 1988).

Sempre ocorrem perdas nos processos digestivos e metabólicos, pois o Ca alimentar não é completamente absorvido e utilizado (Peeler, 1972 e Tintignac, 1985). Depois de absorvido no intestino, o Ca se move através do sistema porta para o fígado, onde os compostos complexos são quebrados e o Ca forma novo composto semelhante a outro cátion, possivelmente com proteínas. O Ca permanece por algum tempo no fígado; assim, sua taxa de passagem para o sangue periférico é relativamente uniforme. O fígado é considerado uma central metabólica por onde o sangue tem que passar durante a sua absorção, deposição nos tecidos moles, migrando de tecido para tecido até ser excretado (Georgievskii, 1982).

O Ca absorvido provém de alimentos de origem animal, vegetal ou aditivos minerais. Nos vegetais, o Ca está ligado a proteínas e a ânions de ácidos orgânicos, enquanto, nos aditivos minerais, ele aparece como carbonato ou fosfato de cálcio. Qualquer que seja sua forma química, a massa de Ca composta e introduzida na dieta é convertida pelo suco gástrico em cloreto de cálcio, o qual é quase completamente dissociado em íons (Barcelos, 1999).

Independente da forma como o Ca é ingerido, sua absorção é dependente da sua solubilidade no ponto de contato com as membranas absorventes (Maynard et al., 1979).

Segundo Bener e Levy (1988), o Ca é ativamente absorvido em todos os segmentos do intestino, principalmente no duodeno e jejuno. A velocidade de absorção do Ca é maior que a de qualquer íon, exceto o Na.

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

absorção, enquanto altos níveis dietéticos de Ca levam à redução da absorção (Rutz, 1994).

Existem fatores que interferem na absorção de Ca, e dentre eles podemos destacar a interação entre minerais e a solubilidade e tamanho de partículas.

2.2.1 Interação entre minerais

A quantidade excessiva de alguns minerais pode ser tóxica ou agir como antagonista de outros minerais, como o magnésio. Se usado em excesso, ele atua como antagonista de vários minerais, inclusive do Ca (Georgevskii, 1982), que pode agir como antagonista, dificultando a absorção de alguns minerais, Smith e Kabaja (1985) relataram que o excesso de Ca da ração, que se torna solúvel pela ação do ácido gástrico, forma um precipitado floculado de fosfato de cálcio no suco alcalino do duodeno. Esse precipitado adsorveu manganês, tornando-o inabsorvível, causando deficiência em manganês nas aves, o que foi observado devido ao aumento de anomalias nas pernas de frangos de corte.

De acordo com Furtado (1991), a absorção adequada de P só ocorre se a concentração de Ca na dieta for ideal. A deficiência de Ca limita o aproveitamento do P absorvido e o excesso tende a reagir com o P, formando compostos insolúveis na luz intestinal.

2.2.2 Solubilidade e tamanho de partículas

A eficiência da digestão dos alimentos pode ser influenciada pela exposição destes às ações das secreções digestivas, bem como pela taxa de passagem no trato gástrico-intestinal das aves. Sendo assim, o grau de moagem dos suplementos tem influência sobre a disponibilidade dos minerais, pois a

variação existente na utilização do Ca de diversas fontes é também devida ao tamanho de partícula, o que vai influenciar na solubilidade dos minerais, sendo esta melhora considerável com a diminuição do tamanho da partícula (Deobald, Everjem e Hart, 1936).

De acordo com (Motzok, Arthur e Branion, 1965), um alto nível de Ca, proveniente de uma fonte altamente solúvel, como o carbonato de cálcio ou calcário calcítico, pode interferir na absorção do Ca e do P de um suplemento de baixa solubilidade utilizado.

Em relação à granulometria da fonte de Ca, Damron e Harms (1971); (Mc Naughton, Dilworth e Day, 1974); Anderson, Dobson e Jack (1984) relataram que as aves apresentaram diferença na absorção de Ca, de acordo com o tamanho das partículas da fonte, tendo a melhor utilização do Ca da ração ocorrido quando as partículas se encontravam com granulometria de média a fina, devido à maior facilidade de atuação dos sucos digestivos.

A hipótese para explicar o aumento no Ca retido em aves alimentadas com calcário é de que partículas grandes permaneceriam por mais tempo na moela (Scott, Hull e Mullenhof, 1971), ocorrendo uma liberação gradual para o intestino (Rao e Roland, 1990 e 1992).

Avaliando a influência do tamanho da partícula sobre a solubilização *in vivo* pelas poedeiras, Rao e Roland (1990) relataram que as aves que receberam ração com calcário de partículas grandes tiveram maior porcentagem de Ca solubilizado e retido, quando comparadas com as aves que consumiram calcário pulverizado.

2.3 Transporte de cálcio

A ação da vitamina D parece ser essencial na absorção, transporte do epitélio e passagem do Ca para a corrente sangüínea. Esta vitamina atua sobre o

DNA do núcleo das células no microviló intestinal, ativando a síntese de uma proteína transportadora de Ca (PTCa). Esta proteína se liga ao Ca presente no microviló com gasto de energia e transporta-o para a corrente sanguínea, sem sair da célula, com ajuda do sódio (Bertechini, 1994).

Registra-se que altos níveis dessa proteína correlacionam-se positivamente à absorção do mineral. Aliada a essas evidências, existem as de que a PTCa favorece a entrada de grandes quantidades de Ca no citosol, não permitindo, entretanto, concentrações que levem à formação de sais insolúveis com íons intracelulares.

2.4 Mineralização óssea

A massa de Ca no corpo de animais adultos, que está em torno de 99%, é encontrada na forma de cristais de hidroxiapatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, no tecido ósseo. O acúmulo de Ca no esqueleto é mais intenso no período osteogênico precoce, fazendo com que a porcentagem do conteúdo de Ca nos pintinhos aumente rapidamente na fase inicial, chegando, ao final do primeiro mês de vida a 80 % do conteúdo deste elemento presente em uma ave adulta (Barcelos, 1999).

O tecido ósseo se encontra em processo constante de reabsorção e sedimentação de Ca e P, mantendo o equilíbrio sérico. Os animais jovens apresentam um melhor equilíbrio de sedimentação, já o adulto, tem uma tendência de maior remoção óssea.

O osso sofre um processo contínuo de reabsorção e formação, com mobilização e rearmazenagem de Ca e P ocorrendo por toda vida. Há um intercâmbio contínuo de Ca e P entre o osso, sangue e outras partes do corpo. Se a extração for maior que a deposição, o osso torna-se fraco e poroso, podendo ser deformado ou quebrado pelo peso do animal.

Os osteoblastos formam osso novo na superfície do osso previamente absorvido pelos osteoclastos. Os osteoclastos são células gigantes multinucleadas responsáveis pela reabsorção óssea, estão ativamente envolvidos na síntese de componentes da matriz do osso e facilitam o movimento de íons minerais extracelulares e superfície óssea (Georgevskii, 1982).

2.5 Sintomas de deficiência e toxidez de cálcio

O principal sintoma clínico de deficiência de Ca e P em aves em crescimento é a redução da mineralização óssea, com ossos tornando-se frágeis; neste caso, os teores de cinza podem ser reduzidos aproximadamente à metade da quantidade normal.

A deficiência de Ca na dieta provoca desmineralização dos ossos, a ausência de Ca na estrutura óssea causa o raquitismo, osteomalácia e osteoporose.

A ingestão elevada de Ca e vitamina D causa hipercalcemia, ou seja, calcificação excessiva dos ossos e dos tecidos delicados dos rins (Georgevskii, 1982).

Altos níveis de Ca e P podem causar desordens ósseas e reduzir o consumo alimentar das aves. E ainda podem facilitar a formação do fosfato tricálcico, insolúvel no trato gastrointestinal.

Excesso de Ca na dieta interfere na disponibilidade de alguns microminerais, como o magnésio, manganês e zinco, afetando o desempenho das aves.

2.6 Efeito dos níveis de cálcio no desempenho das aves

Após muitos anos de estudo, ainda há considerável discordância, na literatura, sobre os níveis de Ca e P necessários para um desempenho ótimo de frangos de corte.

A faixa de valores dos níveis de Ca está sendo reduzida até certo ponto e, desta forma, os níveis de Ca recomendados pelo NRC (1,0 e 0,9%) e Rostagno (0,96 e 0,84%), no período de 0 a 3 e 3 a 6 semanas, respectivamente, acabaram ficando mais altos do que aqueles que muitos pesquisadores constataram ser os mais adequados para o crescimento ótimo (Lillie, Twining e Denton, 1964).

Testando os níveis 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7% de Ca na ração de frangos de corte até 4 semanas de idade, Waldroup et al. (1964) observaram um efeito quadrático para ganho de peso, sendo que o nível 0,5% de Ca foi o que apresentou maior ganho de peso.

Utilizando os níveis de 0,5; 0,6; 0,7 e 0,8% de Ca na ração, Twining et al. (1965) encontraram diferenças significativas para ganho de peso em frangos de corte de 0 a 4 semanas de idade. Concluíram que o nível 0,8% de Ca foi o que apresentou o máximo ganho de peso, e que níveis menores que 0,7% de Ca foram considerados inadequados para o crescimento.

Em um experimento utilizando os níveis de 0,7; 0,94; 1,17; 1,41; 1,64 e 1,88% de Ca na ração de frangos de corte até 3 semanas de idade, Dilworth e Day (1965) verificaram uma redução do ganho de peso e uma piora na conversão alimentar à medida que o Ca da dieta foi aumentado.

Os resultados de Azevedo (1980) não tiveram efeito significativo dos níveis 1,0 e 1,3% de Ca da ração sobre o ganho de peso médio de frangos de corte. Mesmo assim, pôde-se notar que os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar foram observados nas aves que receberam 1,0% de Ca.

Utilizando rações com o nível de Ca variando de 0,98 a 1,47%, Hulan et al. (1985) concluíram que à medida que o Ca na ração aumentou, aumentaram também o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte.

Em um experimento com frangos de corte (Burnell, Cromwell e Stahly, 1990) usaram níveis de Ca que variaram de 0,47 a 0,74% nas rações, e verificaram um efeito quadrático no ganho de peso e no consumo. O maior ganho de peso e consumo foram obtidos com o nível 0,71% de Ca, o que contraria os resultados de Twining et al. (1965), descritos anteriormente.

Experimento realizado do 5º ao 17º dia de idade, utilizando 1,2; 2,2 e 3,2% de Ca na ração para frangos de corte, Shafey et al. (1990) verificaram que o aumento do nível de Ca na ração reduziu o ganho de peso e aumentou o consumo.

Para testar os níveis 0,3; 0,4; 0,5 e 0,6% de Ca nas rações, Bessa (1992) trabalhou com frangos de corte até os 20 dias de idade, e não encontrou diferenças significativas para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Testando os níveis 0,45; 0,55; 0,65; 0,75; 0,85 e 0,95% de Ca para frangos de corte até 16 dias de idade, Edwards Jr. (1992) verificaram um efeito quadrático no ganho de peso das aves, sendo que o maior ganho de peso foi obtido com o nível 0,75% de Ca, concordando com os resultados de (Burnell, Cromwell e Stahly, 1990).

Um aumento no ganho de peso em frangos de corte com 3 semanas de idade foi observado por Elliot et al. (1995), quando passou de 0,65 para 1,0% o nível de Ca das rações.

Alimentando frangos de corte até 3 semanas de idade com os níveis 0,88; 1,05 e 1,45% de Ca na ração, Scheideler et al. (1995) não encontraram diferenças significativas para ganho de peso e conversão alimentar.

Níveis de 0,56; 0,71; 0,87 e 1,02% de Ca na ração de frangos de corte até 21 dias de idade fizeram com que as aves apresentassem redução no consumo e ganho de peso à medida que o nível de Ca foi aumentado (Qian, Komegay e Denbow, 1997).

Utilizando os níveis 0,93; 0,99; 1,05; 1,11; 1,17 e 1,23% de Ca na ração de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, Cabral (1999) verificou que o ganho de peso, o consumo e a conversão alimentar foram influenciados pelos níveis de Ca. Os níveis mais elevados acarretaram os menores ganho de peso e consumo e uma pior conversão alimentar. O maior ganho de peso e a melhor conversão alimentar foram obtidos com o nível 0,93% de Ca, e um maior consumo ocorreu com os níveis 1,05 e 0,99%, para machos e fêmeas, respectivamente.

Não foram encontradas diferenças significativas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte alimentados até 21 dias de idade com níveis 0,7; 0,8; 0,9 e 1,0% de Ca e 0,45% de P disponível na ração (Pizzolante, 2000).

Em um trabalho utilizando níveis 0,65; 0,8; 0,95; 1,10 e 1,25% de Ca, calcário calcítico e carbonato de Ca como fontes suplementares de Ca em rações para frangos de corte de 1 a 28 dias de idade, criados em cama, Alves et al. (2000a) observaram uma redução linear para consumo e ganho de peso.

Com base nos trabalhos relatados, observa-se que há uma tendência de melhorar o desempenho quando os níveis de Ca aumentam até as proximidades de 0,7%. Aumentos além deste nível não tiveram efeitos ou pioraram o desempenho das aves.

2.7 Teores de cinza, cálcio e fósforo das tíbias

Utilizando os níveis 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7% de Ca na ração de frangos de corte, Waldroup et al. (1964) registraram maiores teores de cinza nas tíbias das aves quando o nível de Ca aumentou. Observaram também que as fêmeas apresentavam maiores teores de cinza nas tíbias do que os machos.

De acordo com Azevedo (1980), o teor de Ca e P da ração não teve efeito significativo sobre o conteúdo de Ca e P das tíbias. Os níveis mais baixos utilizados (1,0% Ca e 0,5% P) apresentaram maiores teores de cinza.

Em experimento utilizando os níveis de 0,63; 0,80 e 1,10% de Ca na ração, Edwards Jr. e Veltmann (1983) observaram que os valores de cinzas da tíbia foram menores e os níveis de Ca e P das tíbias foram mais altos quando as aves receberam ração com nível 0,63% de Ca.

Com níveis de Ca variando de 0,98 a 1,47% e 0,32 a 0,67% de P na ração de frangos de corte, Hulan et al. (1985) verificaram que à medida que o Ca e o P da dieta aumentaram, houve um aumento significativo do peso seco e dos teores de cinzas das tíbias, enquanto os níveis de Ca e P não apresentaram diferenças significativas em relação ao aumento de Ca e P da dieta.

Mesmo não encontrando diferença significativa, Bessa, (1992) observou um pequeno aumento dos teores de cinzas das tíbias, quando o Ca da dieta variou de 0,3 a 0,6%. Os níveis de Ca e P das tíbias não apresentaram diferenças significativas.

Níveis de 0,65 e 1,0% de Ca utilizados na ração de frangos de corte até 3 semanas de idade, provocaram um aumento significativo para cinza óssea e não foram observadas diferenças significativas para Ca e P disponível no plasma (Elliot et al., 1995).

Uma redução linear nos teores de cinzas e nos teores de Ca e P dos dedos de frangos de corte foi observada por (Qian, Kornegay e Denbow, 1997), quando foram utilizados níveis variando de 0,56 a 1,02%.

Um aumento linear dos teores de cinzas e do níveis de Ca e P das tíbias foi encontrado por Pizzolante (2000), em frangos de corte alimentados com os níveis 0,7; 0,8; 0,9 e 1,0% de Ca na ração. Não houve efeito significativo para sexo nas observações acima citadas.

Com os níveis 0,65; 0,8; 0,95; 1,10 e 1,25% de Ca na ração, Alves et al. (2000b) não encontraram diferenças significativas para cinzas, Ca e P nas tíbias de frangos de corte com 28 dias de idade. As fêmeas apresentaram maiores teores de cinza, Ca e P na tíbia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e época de realização

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG).

O município de Lavras está localizado na região Sul do Estado de Minas Gerais, a 21° 14' 30" de Latitude Sul, 45° 00' de Longitude Oeste e a uma altitude de 910 metros (Brasil, 1992).

3.2 Aves, instalação e equipamentos

Foram utilizados 480 pintos da linhagem Starbro com 1 dia de idade, sexados e vacinados contra as doenças de Marek e Bouda Aviária.

As aves foram alojadas em baterias, localizadas em um galpão de alvenaria e telhado de cimento amianto, construído na orientação leste-oeste, medindo aproximadamente 5 x 8m. Os quatro conjuntos de baterias metálicas eram constituídos de quatro andares cada, com três gaiolas por andar, perfazendo um total de 48 gaiolas, das quais 40 foram utilizadas para alojar as aves durante o período experimental. Cada gaiola media 94 x 94 x 32cm, continha um comedouro e um bebedouro tipo calha e, para aquecimento, uma lâmpada incandescente de 60 W. As aves, 12 por gaiola, permaneceram nestas até o final do experimento, aos 28 dias de idade.

3.3 Tratamentos e dietas experimentais

Os tratamentos estudados, contendo duas fontes suplementares de Ca e cinco níveis deste elemento em cada uma delas, foram os seguintes:

1. Ração com 0,65 % de cálcio utilizando calcário calcítico
2. Ração com 0,80 % de cálcio utilizando calcário calcítico
3. Ração com 0,95 % de cálcio utilizando calcário calcítico
4. Ração com 1,10 % de cálcio utilizando calcário calcítico
5. Ração com 1,25 % de cálcio utilizando calcário calcítico
6. Ração com 0,65 % de cálcio utilizando CaCO_3 comercial
7. Ração com 0,80 % de cálcio utilizando CaCO_3 comercial
8. Ração com 0,95 % de cálcio utilizando CaCO_3 comercial
9. Ração com 1,10 % de cálcio utilizando CaCO_3 comercial
10. Ração com 1,25 % de cálcio utilizando CaCO_3 comercial

As Tabelas 1 e 2 mostram a composição dos alimentos e dos suplementos de minerais e vitaminas utilizados no preparo das rações experimentais.

As análises dos ingredientes básicos das rações foram feitas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFPA, determinando-se o teor de proteína pelo método de Kjeldhal, o de cálcio por Permanganometria e o de fósforo por Colorimetria, conforme a metodologia do AOAC (1990). Os teores dos demais nutrientes foram retirados do NRC (1994).

TABELA 1 - Composição dos alimentos utilizados nas rações experimentais.

INGREDIENTES	E.M	PB	Met. + Cist.	Lis	Ca	P_a
	(kcal / kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Milho	3350 ²	8,67 ³	0,35 ²	0,23 ²	0,04 ³	0,09 ⁴
Farelo de Soja	2230 ²	47,52 ³	1,04 ²	2,87 ²	0,19 ³	0,23 ⁴
CaCO ₃	—	—	—	—	39,63 ³	—
MAP	—	—	—	—	0,4 ³	24,63 ³
Calcário	—	—	—	—	38,57 ³	—
DL-Metionina	—	—	99 ²	—	—	—
Óleo	8800 ²	—	—	—	—	—

² NRC (1994).

³ Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

⁴ Considerou-se disponível 1/3 do fósforo total analisado.

As rações experimentais (Tabela 3) foram formuladas à base de milho, farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e aditivos, sendo todas isonutrientes e formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994), com exceção do Ca. Foram utilizadas nas rações, fosfato monoamônio (MAP) como fonte suplementar de P e areia lavada como material inerte. As aves receberam ração inicial durante todo o período experimental (28 dias).

TABELA 2. Composição das misturas mineral e vitamínica utilizadas nas rações experimentais.*

INGREDIENTES	UNIDADE	QUANTIDADE POR kg DO PRODUTO	ENRIQUECIMENTO POR kg DA RAÇÃO
Cálcio	Mg	101.570	50,8
Cobre	Mg	20.000	10,0
Ferro	Mg	50.000	25,0
Iodo	Mg	2.400	1,2
Manganês	Mg	170.000	85,0
Zinco	Mg	100.000	50,0
Selênio	Mg	1.000	0,5
Vit. A	UI	32.000.000	9.600
Vit. D ₃	UI	6.000.000	1.800
Vit. E	Mg	60.000	18,0
Vit. K ₃	Mg	8.000	2,4
Tiamina	Mg	5.000	1,5
Riboflavina	Mg	20.000	6,0
Piridoxina	Mg	7.500	2,25
Vit. B ₁₂	µg	60.000	18,0
Niacina	Mg	120.000	36,0
Ác. Pantotênico	Mg	40.000	12,0
Ác. Fólico	Mg	2.500	0,75
Biotina	µg	400.000	120,0
Antioxidante	Mg	125.000	37,5

* Foram utilizados os produtos Senaminer e Senamix, formulados pela Sena Consultoria Ltda.

TABELA 3. Composição centesimal e bromatológica das rações experimentais.

INGREDIENTES	CALCÁRIO CALCÍTICO (%)					CARBONATO DE CÁLCIO (%)				
	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25
Milho	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94
Farelo de soja	35,27	35,27	35,27	35,27	35,27	35,27	35,27	35,27	35,27	35,27
Óleo de soja	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92
Calcário calcítico	1,44	1,83	2,22	2,61	3,00	—	—	—	—	—
Carbonato cálcio	—	—	—	—	—	1,40	1,78	2,16	2,54	3,00
Material inerte	1,56	1,17	0,78	0,39	—	1,6	1,22	0,84	0,46	0,08
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de colina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Mistura mineral	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Mist. Vitamínica	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
MAP ¹	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Surmax	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cygro	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
COMPOSIÇÃO CALCULADA										
E.M (Kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta(%)	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
Metionina (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
M + C (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Lisina (%)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Fósforo total (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo disp. (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Cálcio (%)	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25

^{1/} O fosfato monoamônio (MAP) foi escolhido para completar a exigência de 0,45% de fósforo disponível, por apresentar um elevado teores de fósforo e baixíssimo teores de cálcio.

3.4 Características das fontes de cálcio

Na Tabela 4 estão os valores referentes à granulometria das fontes de Ca que foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Zanotto e Bellover (1996).

TABELA 4. Granulometria das fontes de cálcio.

PENEIRAS (mm)	FONTE DE CÁLCIO	
	CaCO ₃ comercial	Calcário calcítico
	% DE PARTÍCULAS RETIDAS	
4,00	0	0
2,00	0	0
1,20	0	0
0,60	0	0
0,30	0	0
0,15	0	1
Fundo	100	99

Os dados de solubilidade das fontes de Ca de acordo com o método descrito por Zhang e Coon (1997) encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5. Valores de solubilidade in vitro das fontes de cálcio.

FONTE DE CÁLCIO	SOLUBILIDADE (%)
CaCO ₃ comercial	98,24
Calcário calcítico	96,85

3.5 Manejo das aves

Foram alojados 12 pintos de corte por unidade experimental e as aves receberam as rações experimentais e água à vontade em comedouros tipo calha, sendo o fornecimento de ração realizado quatro vezes ao dia, para evitar grandes perdas. A luz foi mantida permanentemente durante todo o período experimental. As temperaturas máxima e mínima, no interior do galpão, foram registradas diariamente às 9 e 15 horas (Figura 1).

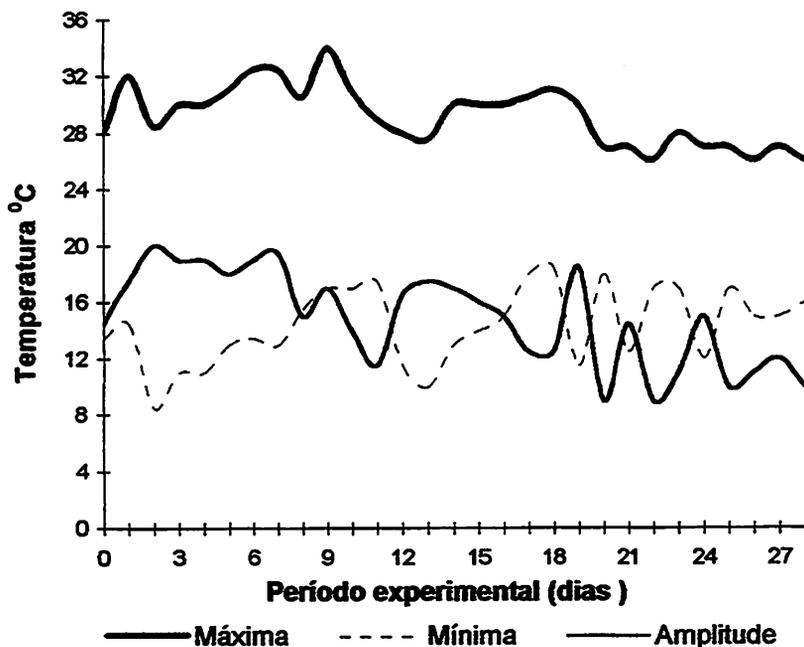


Figura 1. Temperaturas medidas no interior do galpão durante o período experimental.

A ração e o grupo de aves de cada parcela experimental foram pesados no início do experimento e semanalmente até os 28 dias, terminando a fase de coleta de dados para avaliar o desempenho das aves.

No caso de morte, eram registrados a data e o número da parcela para correção dos cálculos de consumo, conversão alimentar e ganho de peso por parcela.

No 28º dia de idade, foram selecionadas 2 aves de cada unidade experimental para serem abatidas. As aves foram pesadas individualmente e marcadas com anilhas numeradas feitas de alumínio. Posteriormente, elas foram sacrificadas para retirada da tibia direita. As tibias foram descarnadas, marcadas com a anilha e levadas para serem analisadas.

3.6 Desempenho das aves

A medida de consumo de ração foi feita semanalmente pela diferença entre o peso da ração fornecida e a sobra nos comedouros de cada unidade experimental. No final do experimento (4ª semana), foi calculado o consumo médio acumulado por ave.

O controle do ganho de peso foi feito semanalmente pela pesagem de todas as aves das unidades experimentais. E no final do experimento foi calculado o ganho de peso médio acumulado por ave.

A conversão alimentar foi calculada no final do experimento, utilizando-se o consumo e o ganho de peso acumulados das unidades experimentais.

3.7 Teores de cinzas, cálcio e fósforo na tibia

As tibias que foram coletadas das aves no 28º dia de idade, conforme descrito no item 3.4, foram fervidas em uma panela de alumínio com água destilada para amolecer os resíduos que ficaram aderidos ao osso após o descarte. Após a fervura, todas as tibias foram lavadas em água destilada com o auxílio de uma escova, sendo retirados os resíduos de carne, a fibula e cartilagem proximal. Após serem secas por aproximadamente 16 horas em estufa a 100° C, as tibias foram colocadas em um frasco de vidro de boca larga e tampa hermética, juntamente com éter etílico para serem desengorduradas. O éter foi trocado pela manhã e à tarde por aproximadamente 5 dias, e o éter engordurado foi levado para o extrator de Soxhlet para ser recuperado. O processo de troca do éter foi repetido até não se observar nenhum resíduo de gordura no éter. Depois de saírem do éter, retiraram-se as anilhas de todas as tibias e a numeração foi feita no próprio osso com lápis comum. Só então as tibias foram levadas para estufa a 105° C para secarem. Depois de esfriarem em dessecador, foram pesadas individualmente em balança de precisão. Em seguida, elas foram radiografadas para avaliar as medidas de comprimento e diâmetro da tibia com o auxílio de um paquímetro.

Depois de obtido o peso seco em estufa de 105° C e as medidas de comprimento e diâmetro, as tibias foram quebradas em almofariz e incineradas a 550° C por cerca de 8 horas, sendo novamente pesadas e determinada a porcentagem de cinzas. Então deu-se início à digestão das cinzas com 40 ml de ácido clorídrico 1 : 3 e 5 gotas de ácido nítrico, em chapa aquecida a 200° C. A solução obtida foi filtrada através de papel de filtro para um balão de 250 ml, completando o volume com água destilada. Em seguida foi analisado o Ca pelo método de permanganatometria e o fósforo pelo método de colorimetria, conforme a metodologia do AOAC (1990).

3.8 Balanço de cálcio

3.8.1 Teores de cálcio e fósforo nas excretas

No final do experimento, foram mantidas 4 aves por parcela por mais 3 dias para coleta total de excretas. A coleta foi feita uma vez por dia, 24 horas de a bandeja ter sido forrada com lona plástica, e as seguintes coletas obedeceram o mesmo intervalo. O Ca das excretas foi analisado pelo método da permanganatometria e o fósforo por colorimetria, conforme a metodologia do AOAC (1990).

3.8.2 Consumo e retenção de cálcio e fósforo

O consumo médio de Ca por ave foi observado apenas nos dias do balanço, entre 29 e 31 dias de idade das aves, quando o consumo de Ca foi calculado em relação ao nível de Ca obtido em função da análise dos ingredientes da ração. O consumo de P foi calculado em relação ao P total da ração consumida.

A retenção de Ca e P foi obtida através da diferença entre o consumo e excreção de Ca e P pelas aves durante o balanço, em relação ao total destes minerais consumidos.

3.9 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 x 2 (níveis de Ca, fontes de Ca e sexo)

com quatro repetições, sendo 2 de machos e 2 de fêmeas, em um total de 12 aves por parcela. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR) , descrito por Ferreira (1998).

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + N_i + F_j + S_k + NF_{ij} + NS_{ik} + FS_{jk} + NFS_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

sendo:

- Y_{ijkl} : Observação na parcela que recebia a dieta com o nível de cálcio i , oriundo da fonte de cálcio j , com aves do Sexo k e da repetição l ;
- μ : Média geral;
- N_i : Efeito do nível de cálcio i , com $i = 1, \dots, 5$;
- F_j : Efeito da fonte de cálcio j , com $i = 1, 2$;
- S_k : Efeito do sexo k , com $i = 1, 2$;
- NF_{ij} : Interação do nível i com a fonte j ;
- NS_{ik} : Interação do nível i com o sexo k ;
- FS_{jk} : Interação da fonte j com o sexo k ;
- NFS_{ijk} : Interação do nível i com a fonte j e o sexo k ;
- ε_{ijkl} : Erro associado a cada observação, normal e independentemente distribuído com média 0 e variância σ_e^2 .

Foram avaliados os efeitos dos níveis através de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de ração

O consumo médio de ração por frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações suplementadas com duas fontes suplementares de Ca e cinco níveis deste elemento em cada uma delas, é apresentado na Tabela 6.

TABELA 6. Consumo médio de ração (g) dos frangos de acordo com a fonte e os níveis de cálcio e sexo, no período de 1 a 28 dias.

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	1697	1703	1718	1671	1528	1663
	Fêmea	1658	1618	1744	1632	1616	1654
MÉDIA		1677	1661	1731	1651	1572	1658
CaCO ₃	Macho	1763	1627	1802	1420	1370	1596
	Fêmea	1802	1643	1693	1633	1365	1627
MÉDIA ¹		1782	1635	1748	1526	1367	1612
MÉDIA TOTAL		1730	1648	1739	1589	1470	1635
CV (%)							4,96

¹ Efeito quadrático ($P < 0,01$)

Houve interação ($P < 0,01$) entre o nível e a fonte de Ca, sendo que o nível de Ca influenciou de forma quadrática o consumo das rações em que foi

utilizado o CaCO_3 como fonte suplementar de Ca (Fig.2). O consumo foi máximo para um nível de 0,67 % de Ca e reduziu com a elevação dos níveis deste elemento.

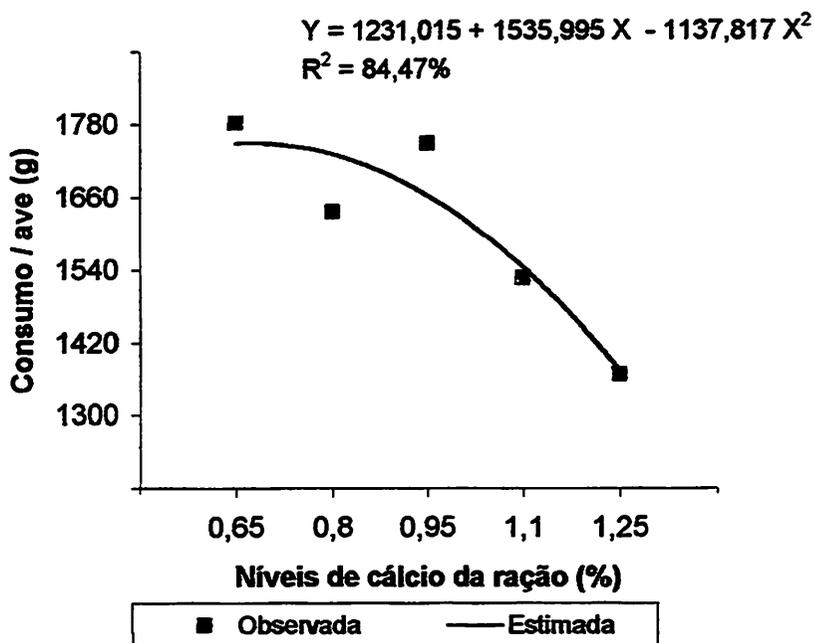


FIGURA 2. Consumo de ração/ave (g) segundo os níveis de cálcio da ração fornecidos por CaCO_3 .

Os resultados encontrados neste experimento assemelham-se aos de (Burnell, Cromwell e Stahly, 1990), que utilizando diferentes níveis de Ca na ração e o CaCO_3 como fonte suplementar de Ca, observaram maior consumo com a utilização do nível 0,71% de Ca na ração.

Resultados contraditórios foram encontrados por Alves et al. (2000a), que utilizando como fonte suplementar de Ca o CaCO_3 e níveis deste elemento

variando de 0,65 a 1,25% nas rações, observaram uma redução linear do consumo.

Com a utilização da fonte suplementar de Ca o CaCO_3 , não foram encontradas diferenças significativas para sexo ($P>0,05$), apesar de Alves et al. (2000a), utilizando a mesma fonte e níveis crescentes de Ca na ração, terem encontrado um maior consumo para machos.

A redução do consumo das aves que receberam ração com nível acima de 0,67% de Ca, quando se utilizou CaCO_3 como fonte suplementar, pode estar relacionada à sua maior solubilidade (Guinotte e Nys, 1991). Sendo esta fonte mais solúvel, o Ca iônico no sangue é rapidamente elevado, inibindo o apetite das aves (Lobaugh, Joshua e Muzler, 1981).

Quando foi utilizado o calcário calcítico como fonte suplementar de Ca, o consumo não foi influenciado pelos níveis utilizados. Pizzolante (2000), utilizando rações com níveis crescentes de Ca e o calcário como fonte suplementar deste elemento, também não encontrou efeito dos níveis sobre o consumo.

Utilizando níveis crescentes de Ca e o calcário como fonte suplementar deste elemento, Cabral (1999) observou uma influência quadrática dos níveis sobre o consumo, sendo que o maior consumo foi verificado com o nível 1,027% de Ca, tanto para machos quanto para fêmeas. Já Scheideler et al. (1995), (Qian, Kornegay e Denbow, 1997) e Alves et al. (2000a) observaram uma redução linear do consumo.

Quando o calcário foi utilizado como fonte suplementar de Ca, o sexo não apresentou diferenças significativas, concordando com os resultados de Cabral (1999). Porém, Pizzolante (2000) e Alves et al. (2000a) observaram um maior consumo para machos.

4.2 Ganho de peso

As médias de ganho de peso de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com rações suplementadas com duas fontes de suplementares de Ca e cinco níveis deste elemento em cada uma delas , são apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7. Ganho de peso médio (g) de frangos de 1 a 28 dias de idade, de acordo com a fonte e os níveis de cálcio da ração.

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	1098	1067	1084	1103	926	1056
	Fêmea	1043	983	1119	936	1081	1032
MÉDIA		1071	1025	1101	1019	1003	1044
CaCO ₃	Macho	1147	1068	1170	946	894	1045
	Fêmea	1141	1033	1087	978	891	1026
MÉDIA		1144	1050	1129	962	893	1036
MÉDIA TOTAL¹		1107	1038	1115	990	948	1040
CV (%)							8,6

¹ Efeito linear (P<0,01)

Observou-se uma redução linear (P < 0,01) no ganho de peso das aves à medida que aumentava o nível de Ca das rações, independente das fontes ou sexo (Fig.3). Estes resultados concordam com os de (Qian, Komegay e Denbow, 1997) e Alves et al. (2000a), que utilizando o calcário como fonte

suplementar de Ca e níveis crescentes deste elemento na ração, observaram uma redução linear no ganho peso das aves.

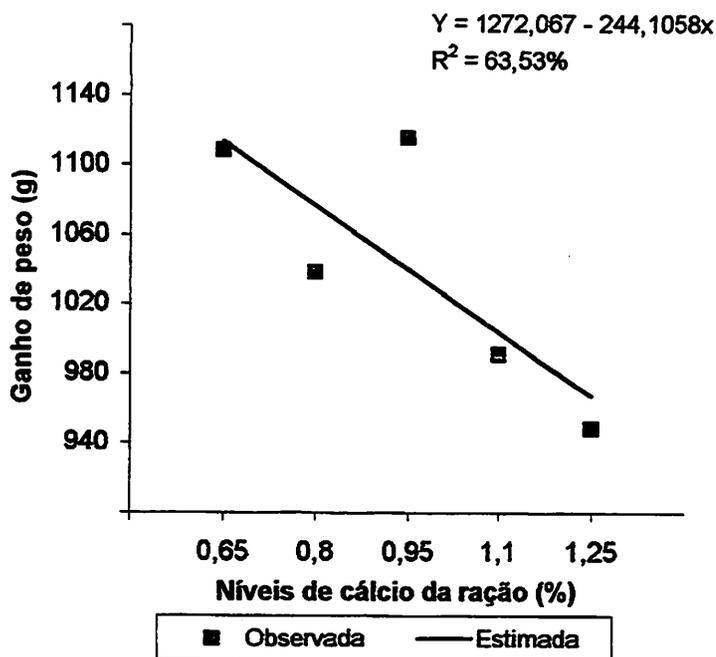


FIGURA 3. Ganho de peso das aves (g) em função dos níveis de cálcio da ração.

Utilizando níveis crescentes de Ca e o calcário como fonte deste elemento, Elliot et al. (1995) observaram um maior ganho de peso e Scheideler et al. (1995) e Pizzolante (2000) não encontraram diferenças significativas para ganho de peso.

Quanto ao sexo, não foram encontradas diferenças significativas com o uso do calcário como fonte suplementar de Ca. Estes resultados estão de acordo com os resultados de Scheideler et al. (1995), Pizzolante (2000) e discordam dos

de Hulan et al. (1985), Cabral (1999) e Alves et al. (2000a), que observaram um maior ganho de peso para os machos.

Quando foi utilizado o CaCO_3 como fonte suplementar de Ca, também foi verificada uma redução linear do ganho de peso de acordo com o aumento do nível de Ca da ração. Resultados semelhantes foram encontrados por Dilworth e Day (1965) e Alves et al. (2000a). Já Bessa (1992) não encontrou diferenças significativas para ganho de peso com a utilização de níveis crescentes de Ca. Os resultados discordantes encontrados por Bessa (1992) podem estar relacionados aos níveis de Ca mais baixos utilizados e à idade de pesagem, que foi aos 20 dias de idade.

Com a utilização do CaCO_3 como fonte suplementar de Ca, não foram observadas diferenças significativas para sexo. Estes resultados discordam dos de Twining et al. (1965) e Alves et al. (2000a), que encontraram um maior ganho de peso para os machos.

A redução do ganho de peso se deve ao menor consumo com menos nutrientes, com possível redução da utilização destes nutrientes presentes nas rações de acordo com o aumento dos níveis de Ca. Esta menor utilização foi atribuída, por Shafey e Mc Donald (1991), a uma diminuição da digestão de nitrogênio. Já Shafey (1988) a atribuiu a um aumento da população da microflora intestinal, o que causaria uma crescente irritação na mucosa intestinal, e Salter (1973) a um aumento da espessura da mesma, impedindo uma absorção intestinal adequada e diminuindo o trânsito da dieta.

Além disso, o efeito negativo da elevação do nível dietético de Ca sobre o ganho de peso pode estar relacionado à redução na absorção da fração solúvel de outros minerais nutricionalmente importantes, pela formação de complexos insolúveis com o Ca (Edwards Jr, Elliot e Scooncharemyng, 1992) e Shafey, 1993).

De acordo com os resultados deste trabalho, os frangos alimentados com a ração com o nível de 0,65% de Ca foram os que apresentaram um maior ganho de peso em ambas as fontes suplementares de Ca utilizadas. Níveis mais altos provocaram uma redução do ganho de peso. Este nível encontrado (0,65% de Ca), para o qual se obteve um maior ganho de peso, está abaixo das recomendações de Twining et al. (1965) e (Burnell, Cromwell e Stahly, 1990), que utilizando o CaCO_3 como fonte suplementar de Ca, encontraram maior ganho de peso com níveis de 0,8 e 0,71% de Ca na ração, respectivamente, e também das recomendações de Edwards Jr. et al. (1963) e Sebastian et al. (1997), que utilizando o calcário como fonte suplementar de Ca, observaram um maior ganho de peso utilizando o nível de 1% de Ca. As recomendações do NRC (1994), de 1%, e de Rostagno (2000), de 0,96% de Ca, também estão acima das observadas no presente trabalho.

4.3 Conversão alimentar

Os dados médios referentes à conversão alimentar de frangos de corte de ambos os sexos, alimentados com diferentes níveis de duas fontes suplementares de Ca com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se na Tabela 8.

Nenhum dos fatores estudados (níveis, fontes e sexo) influenciaram a conversão alimentar dos frangos no período de 1 a 28 dias ($P>0,05$). A não significância da conversão alimentar das aves deste trabalho deve-se à redução do ganho de peso e do consumo de ração.

Estes resultados estão de acordo com os de Shafey et al. (1990), que apesar de terem utilizado níveis mais altos (1,2; 2,2 e 3,2% de Ca), concluíram que o excesso de Ca na ração reduziu significativamente o ganho de peso, porém não prejudicou a conversão alimentar das aves.

TABELA 8. Conversão alimentar média de frangos aos 28 dias de idade.

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	1,55	1,59	1,59	1,51	1,65	1,58
	Fêmea	1,59	1,64	1,56	1,77	1,49	1,61
MÉDIA		1,57	1,62	1,58	1,64	1,57	1,60
CaCO ₃	Macho	1,53	1,52	1,54	1,53	1,56	1,54
	Fêmea	1,58	1,59	1,56	1,69	1,53	1,59
MÉDIA		1,56	1,56	1,55	1,61	1,54	1,56
MÉDIA TOTAL		1,56	1,59	1,56	1,63	1,56	1,58
CV (%)							10,41

Os resultados estão de acordo com os de Azevedo (1980), Sheideler et al. (1995), Pizzolante (2000) e Alves et al. (2000a), que também utilizando como fonte suplementar o calcário e diferentes níveis de Ca na ração, não encontraram diferenças significativas na conversão alimentar. Por outro lado, Hulan et al. (1985), utilizando a mesma fonte de Ca, observaram uma melhor conversão alimentar das aves quando foi elevado o nível de Ca das rações (0,98 a 1,47%).

Resultados não significativos referentes ao sexo concordam com os de Hulan et al. (1985), Cabral (1999), Pizzolante (2000) e Alves et al. (2000a), que com a utilização do calcário como fonte suplementar encontraram resultados semelhantes.

4.4 Teores de cinzas na tibia

Os dados médios referentes aos teores de cinzas nas tibias secas e desengorduradas de frangos de corte de ambos os sexos, com 28 dias de idade, alimentados com rações contendo diferentes níveis de duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se na Tabela 9.

TABELA 9. Teores médios de cinzas da tibia seca e desengordurada de frangos aos 28 dias de idade (%).

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	49,70	49,35	49,62	48,90	49,58	49,43
	Fêmea	49,53	49,85	49,37	50,35	47,46	49,31
MÉDIA		49,43	49,17	48,78	49,06	48,72	49,37
CaCO ₃	Macho	49,15	48,99	47,94	49,22	47,86	48,63 b
	Fêmea	49,74	52,39	49,53	50,85	49,72	50,45 a
MÉDIA		49,64	51,12	49,45	50,60	48,59	49,54
MÉDIA TOTAL		49,53	50,14	49,12	49,83	48,65	49,46
CV (%)							2,73

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,04$) pelo teste Tukey

Houve interação significativa entre fonte e sexo ($P < 0,04$), sendo que as fêmeas apresentaram maiores teores de cinzas nas tibias quando alimentadas com a ração em que foi utilizado o CaCO₃ como fonte suplementar de Ca. Estes

resultados concordam com os de Waldroup et al. (1964), Twining et al. (1965) e Alves et al. (2000b).

Os níveis crescentes de Ca na ração não tiveram efeito na quantidade de cinzas da tibia. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por Waldroup et al. (1963) e Alves et al. (2000b), os quais também não encontraram diferenças significativas nos teores de cinzas da tibia quando utilizaram o CaCO_3 como fonte de Ca. Entretanto, os resultados encontrados por Dilworth e Day (1965) e (Burnell, Cromwell e Stahly, 1990) utilizando a mesma fonte mostraram que à medida que se aumenta o nível de Ca na ração, os teores de cinza dos ossos aumenta.

Quando o calcário foi utilizado como fonte suplementar de Ca, não foram observados efeito dos níveis nos teores de cinzas da tibia, concordando com os resultados de Honma (1992) e Alves et al. (2000b). Já os resultados de Reid e Weber (1975), Hulan et al. (1985), Elliot et al. (1995), Scheideler et al. (1995), Roberson e Edwards Jr. (1996) e Pizzolante (2000) foram contraditórios. Neles foi observada uma elevação dos teores de cinzas dos ossos. Cabral (1999) observou uma redução nos teores de cinzas quando o nível de Ca da dieta foi elevado.

Não houve diferenças significativas para sexo com o uso do calcário como fonte de Ca, resultado este que concorda com o de Pizzolante (2000) e Cabral (2000). Entretanto, Hulan et al. (1985) e Alves et al. (2000b), alterando o nível de Ca, encontraram maiores teores de cinzas nas tíbias das fêmeas.

Os resultados discordam em parte dos de Furtado (1991), que avaliando a disponibilidade do P de vários suplementos, observou que quanto maior a quantidade de calcário calcítico na dieta, maior a porcentagem de cinzas ósseas.

Os teores de cinzas das tíbias não foram influenciado pelos níveis de Ca das rações. Somente as fêmeas que receberam a ração com a fonte CaCO_3 tiveram uma maior quantidade de cinzas na tibia.

4.5 Teores de cálcio e fósforo na tibia

4.5.1 Teor de cálcio na tibia

Os dados médios referentes aos teores de Ca e P nas tíbias secas e desengorduradas de frangos de corte de ambos os sexos, com 28 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis em cada uma delas, encontram-se nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

TABELA 10. Teor médio de cálcio da tibia seca e desengordurada de frangos aos 28 dias de idade (%).

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	17,78	17,93	17,66	17,87	18,12	17,87
	Fêmea	17,70	18,07	17,86	18,15	17,74	17,92
MÉDIA		17,77	18,00	17,76	18,01	17,93	17,90
CaCO ₃	Macho	17,70	17,43	17,80	17,90	17,24	17,61
	Fêmea	18,07	18,75	17,30	18,39	18,10	18,12
MÉDIA		17,89	18,09	17,55	18,15	17,70	17,87
MÉDIA TOTAL		17,83	18,05	17,66	18,08	17,80	17,88
CV (%)							2,85

Não foram observadas diferenças significativas para níveis, fontes e sexo ($P>0,05$) em relação à quantidade de Ca depositada na tibia de frangos de corte. Utilizando como fonte suplementar o calcário, Azevedo (1980) e Alves

et al. (2000) encontraram resultados semelhantes. Qian et al. (1997) observaram uma redução linear e Pizzolante (2000) observou um aumento no teor de Ca com o aumento do nível de Ca da dieta.

Para sexo, não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das fontes utilizadas. Os resultados concordam com os de Pizzolante (2000) e discordam dos de Alves et al. (2000), que utilizando níveis crescentes de Ca e o calcário como fonte deste elemento, observaram um maior teor de Ca nas tíbias das fêmeas.

De acordo com Murata (1995), é possível que nem todo o Ca ingerido seja solubilizado, e a capacidade da ave absorver o excesso de Ca pode ser limitada.

4.5.2 Teor de fósforo na tíbia

Houve interação significativa entre nível e sexo ($P < 0,05$). As fêmeas alimentadas com a ração em que se utilizou o CaCO_3 como fonte de Ca apresentaram uma maior deposição de P na tíbia (Tabela 11). Estes resultados estão de acordo com os de Alves et al. (2000b), que observaram uma maior deposição de P na tíbia das fêmeas.

TABELA 11. Teor médio de fósforo das tibias secas e desengorduradas, de frangos com 28 dias de idade (%) *.

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	11,34	10,62	11,08	10,78	11,07	10,98
	Fêmea	11,00	10,91	10,91	10,99	10,87	10,94
MÉDIA		11,17	10,77	10,99	10,89	10,97	10,96
CaCO ₃	Macho	10,73	10,69	10,69	10,91	11,27	10,86 b
	Fêmea	11,04	11,93	11,15	11,75	11,31	11,44 a
MÉDIA		10,89	11,31	10,92	11,33	11,29	11,15
MÉDIA TOTAL		11,03	11,04	10,96	11,11	11,13	11,05
CV (%)							4,16

* Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,04$) pelo teste de Tukey

Utilizando o calcário como fonte suplementar de Ca, não foram encontradas diferenças significativas para sexo. Os resultados concordam com os de Azevedo (1980) e Pizzolante (2000), que também não encontraram diferenças significativas para sexo. Apesar de Hulan et al (1985) terem observado um maior teor de P na tibia dos machos e Alves et al. (2000b) ter observado um maior teor de P nas tibias das fêmeas.

Independente das fontes e do sexo, os níveis de Ca não tiveram influência sobre a deposição de P na tibia. Utilizando o calcário como fonte suplementar de Ca e níveis crescentes deste elemento na ração, Azevedo (1980) e Alves et al. (2000b) encontraram resultados semelhantes. Já Pizzolante (2000) observou um aumento no teor de P e Shafey et al. (1990) observaram uma redução do teor de P depositado na tibia com o uso da mesma fonte e de níveis

crescentes de Ca, e descreveu que o excesso de Ca pode diminuir a disponibilidade do P pela formação de fosfato de cálcio insolúvel no trato digestivo e, conseqüentemente, a absorção.

4.6 Relação dos teores de cálcio e fósforo da tíbia

Os dados médios referentes à relação Ca e P das tíbias de frangos de corte de ambos os sexos, com 28 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis em cada uma delas, encontram-se na Tabela 12.

Não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos fatores estudados ($P > 0,05$) na relação Ca e P presente nas tíbias de frangos de corte. Os resultados estão de acordo com os de Dilworth e Day (1965) e Bessa (1992), que utilizando rações contendo o CaCO_3 como fonte suplementar de Ca e níveis crescentes deste elemento, encontraram resultados semelhantes.

Shafey et al. (1990) observaram um aumento da relação de Ca e P na tíbia quando utilizaram níveis crescentes de Ca e o calcário como fonte suplementar deste elemento. Os resultados discordantes encontrados por estes autores podem estar relacionado aos níveis mais elevados e crescentes de P utilizados. Fritz et al. (1969) justificam tal fato, uma vez que o excedente de Ca, aparentemente, forma compostos com o P que não são utilizados pelas aves.

Embora a relação Ca : P considerada ideal seria de 2 : 1, de acordo com as recomendações para fabricação da ração, os resultados indicam que a quantidade depositada não foi igual à quantidade ingerida, sendo que a média geral da relação Ca : P depositada na tíbia deste experimento foi de 1,62 : 1. Tanto a falta como o excedente de Ca utilizado, junto com o nível recomendado de P, não interferiram na deposição de Ca e de P na tíbia, visto que a relação não

apresentou diferença com a utilização de níveis crescentes de Ca na ração e a relação Ca : P geral se apresentou pouco abaixo da ideal.

TABELA 12. Relação dos teores de cálcio e fósforo da tibia de frangos aos 28 dias de idade.

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	1,56	1,71	1,59	1,66	1,63	1,63
	Fêmea	1,61	1,65	1,63	1,65	1,63	1,64
MÉDIA		1,59	1,68	1,61	1,65	1,63	1,63
CaCO ₃	Macho	1,64	1,62	1,66	1,64	1,53	1,62
	Fêmea	1,63	1,57	1,55	1,56	1,60	1,58
MÉDIA		1,64	1,60	1,61	1,60	1,57	1,60
MÉDIA TOTAL		1,61	1,64	1,61	1,63	1,60	1,62
CV (%)							3,85

De acordo com Underwood (1981), a mobilização não ocorre por igual em todos os ossos do corpo. Nos porosos, como vértebras e esterno, por apresentarem teores menores de cinzas, são os primeiros em que ocorre a mobilização. Por último, ocorre a mobilização nos ossos longos, como humero, fêmur e tibia. Nos ossos em que ocorre primeiro uma mobilização, a relação Ca : P é mais próxima da ingerida, o que não ocorre em ossos como a tibia, em que uma mobilização só ocorre em caso de extrema deficiência.

4.7 Comprimento e diâmetro da tibia

Os dados médios referentes ao comprimento e diâmetro das tíbias de frangos de corte de ambos os sexos, com 28 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se, respectivamente, nas Tabela 13 e 14.

Não foram observadas diferenças significativas para nível de Ca, fonte e sexo ($P > 0,05$), em relação ao comprimento das tíbias.

Utilizando rações com diferentes níveis de Ca e o calcário como fonte suplementar de Ca, Hulan et al. (1985) também não encontraram diferenças significativas para comprimento de tibia de frangos de 0 a 21 dias de idade.

Resultados discordantes foram obtidos por Cabral (1999) que utilizando rações com diferentes níveis de Ca (0,93 1,23%), concluiu que o níveis de Ca afetaram o comprimento, no qual foi observada uma redução à medida que o nível de Ca era aumentado.

Tal discordância pode ser parcialmente explicada tendo em vista que, neste trabalho, a deposição de Ca e P na tibia não foi afetada pelos diferentes níveis de Ca, não provocando nenhuma anormalidade no comprimento ósseo das tíbias dos frangos de corte, enquanto Cabral (1999) observou uma menor deposição de Ca em detrimento do aumento do nível de Ca, o que pode ter ocasionado um comprimento reduzido.

O diâmetro das tíbias de frangos de corte foi influenciado significativamente ($P < 0,01$) apenas pelo sexo, sendo que os machos apresentaram um maior diâmetro das tíbias. Com relação às diferentes fontes e níveis de Ca, não se observaram diferenças significativas.

TABELA 13. Comprimento médio da tíbia de frangos aos 28 dias de idade (mm).

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	76,75	75,17	77,32	76,72	75,87	76,37
	Fêmea	77,32	74,65	77,50	74,82	75,25	75,91
MÉDIA		77,04	74,61	77,41	75,77	75,56	76,14
CaCO ₃	Macho	76,10	73,92	75,32	75,15	74,40	74,98
	Fêmea	76,92	74,27	74,30	76,55	75,77	75,56
MÉDIA		76,51	74,10	74,81	75,85	75,09	75,27
MÉDIA TOTAL		76,77	74,51	76,11	75,81	75,32	75,71
CV (%)							2,01

Os resultados deste trabalho discordam dos de Cabral (1999) que utilizando níveis crescentes de Ca e fonte suplementar o calcário, observou que quando se elevou o Ca da ração, os machos apresentaram uma redução do diâmetro das tíbias. Com relação às fêmeas, o resultado foi semelhante ao deste trabalho, no qual o diâmetro não foi influenciado pelos diferentes níveis de Ca utilizados.

TABELA 14. Diâmetro médio das tíbias de frangos de corte aos 28 dias de idade (mm)*.

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA	MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25		
Calcário	Macho	7,10	7,67	7,80	7,42	7,32	7,46	
	Fêmea	6,65	7,07	7,52	6,97	6,27	6,90	
MÉDIA		6,87	7,37	7,66	7,20	6,80	7,18	
CaCO ₃	Macho	7,62	7,45	7,30	7,22	7,15	7,35	
	Fêmea	6,87	6,92	6,55	6,65	6,97	6,79	
MÉDIA		7,25	7,19	6,92	6,94	7,06	7,07	
MACHOS								7,40 a
FÊMEAS								6,84 b
MÉDIA TOTAL		7,06	7,28	7,29	7,07	6,93		
CV (%)								6,10

*Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si (P<0,01) pelo teste de tukey.

O maior diâmetro da tibia dos machos encontrado neste trabalho não está relacionado a uma maior deposição de minerais, visto que em nenhuma análise eles se mostraram superiores às fêmeas em deposição de Ca e P na tibia. Este resultado pode, simplesmente, ser decorrência de um efeito fisiológico.

4.8 Consumo e retenção de cálcio e fósforo

4.8.1 Consumo de cálcio

Os dados referentes ao consumo médio de Ca de frangos de corte de ambos os sexos, de 29 aos 31 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se na Tabela 15.

TABELA 15. Consumo de cálcio (g/ave/dia).

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	1,07	1,15	1,64	1,60	1,35	1,36
	Fêmea	0,95	1,26	1,37	1,40	1,85	1,37
MÉDIA		1,01	1,21	1,50	1,50	1,60	1,36
CaCO ₃	Macho	0,85	1,27	1,54	1,72	1,40	1,36
	Fêmea	1,02	1,13	1,19	1,44	1,72	1,30
MÉDIA		0,94	1,20	1,36	1,58	1,56	1,33
MACHOS ¹		0,96	1,21	1,59	1,66	1,38	1,36
FÊMEAS ²		0,98	1,20	1,28	1,42	1,78	1,33
MÉDIA TOTAL		0,97	1,20	1,43	1,54	1,58	1,35
	CV (%)						11,12

¹ Efeito quadrático

² Efeito linear

Houve interação significativa níveis e sexo ($P < 0,01$), sendo que os níveis crescentes de Ca utilizados afetaram o consumo de Ca pelas aves em ambos os sexos, discordando dos resultados de Muniz (2000), que não encontrou diferença para sexo quanto ao consumo de Ca.

Os níveis de Ca da ração tiveram um efeito quadrático sobre o consumo de Ca dos machos, sendo que o maior consumo foi verificado na ração contendo o nível de 1,05 % de Ca e níveis mais altos provocaram uma redução (Fig.4).

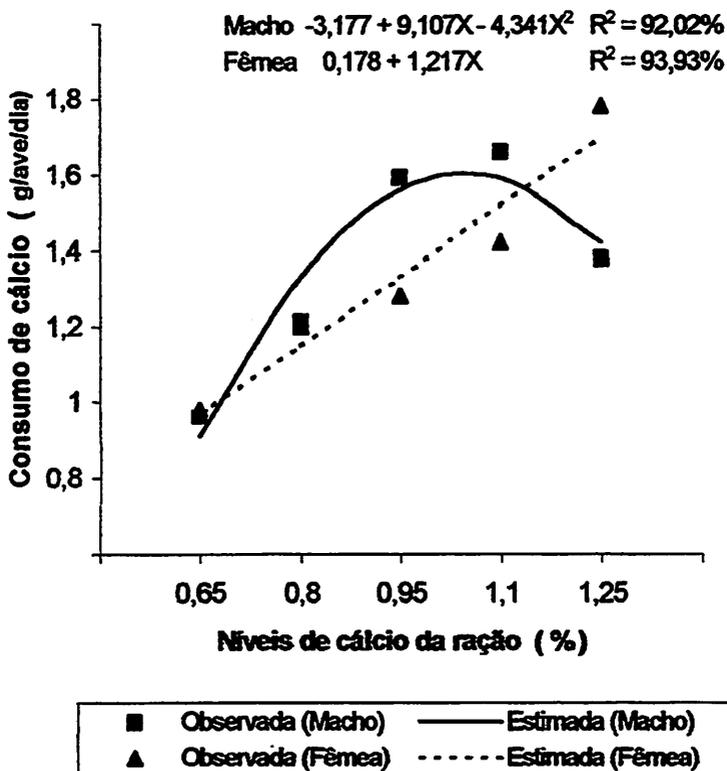


FIGURA 4. Consumo de cálcio em relação aos níveis de cálcio da ração.

As fêmeas tiveram um aumento linear do consumo de Ca, à medida que o nível deste elemento da ração foi elevado (Fig.4).

De acordo com (Lobaugh, Joshua e Muzller,1981), o apetite pode ser inibido pelo aumento do Ca iônico no sangue. Pelo resultado obtido, a ocorrência de uma provável inibição do apetite das aves acima de 1,05% devido ao aumento do Ca iônico no sangue, só foi válida para os machos, visto que para as fêmeas o consumo de Ca foi crescente.

Muniz (2000) observou um aumento linear para consumo de Ca, sendo este proporcional ao teor de Ca das rações para todas as fontes utilizadas, estes dados concordam com os resultados encontrados para fêmeas neste trabalho.

4.8.2 Cálcio retido

Os dados médios referentes à quantidade de Ca retido pelos frangos de corte de ambos os sexos, de 29 a 31 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se na Tabela 16.

Foram observadas diferenças para sexo ($P < 0,01$), sendo que os machos apresentaram uma maior retenção que as fêmeas.

Os níveis crescentes de Ca utilizados não tiveram influência na retenção deste elemento em nenhuma das fontes suplementares utilizadas ($P > 0,05$).

Os resultados deste trabalho discordam dos encontrado por Shafey et al. (1990), que também utilizando níveis crescentes de Ca na ração de frangos de corte, observaram uma redução da retenção relativa deste elemento. Os resultados contraditórios encontrados por Shafey et al. (1990) podem estar relacionados aos níveis mais altos de Ca utilizados por ele, maiores do que o mais alto utilizado neste trabalho.

TABELA 16. Cálculo retido (%)*

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	60,8	46,2	49,6	57,1	48,5	52,5
	Fêmea	49,4	50,2	45,5	45,3	50,0	48,1
MÉDIA		55,1	48,2	47,6	51,2	49,3	50,3
CaCO ₃	Macho	54,4	54,2	53,2	60,9	53,0	55,1
	Fêmea	50,8	56,6	54,8	54,9	41,9	51,8
MÉDIA		52,6	55,4	54,0	57,4	47,4	53,5
MACHOS							53,8 a
FÊMEAS							49,9 b
MÉDIA TOTAL		53,8	51,8	50,8	54,5	48,4	51,9
CV (%)							10,63

* Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,01$) pelo teste de Tukey

De acordo com Hurwitz et al. (1995), o aumento do consumo de Ca acarreta aumento inicial no Ca plasmático, suprimindo a secreção do paratormônio (PTH), o que leva à supressão da 1-hidroxilase renal, diminuindo, assim, a produção do 1,25-hidroxicolecalciferol na mucosa intestinal e, conseqüentemente, a absorção de Ca.

4.8.3 Consumo de Fósforo

Os dados referentes ao consumo médio de P de frangos de corte de ambos os sexos, de 29 a 31 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se na Tabela 17.

À medida em que aumentaram os níveis de Ca na ração, ocorreu uma redução linear no consumo de P pelas aves (Fig. 5).

TABELA 17. Consumo de fósforo (g/ave/dia).

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	1,15	1,01	1,21	1,02	0,76	1,03
	Fêmea	1,02	1,11	1,00	0,69	1,03	1,01
MÉDIA		1,09	1,06	1,11	0,95	0,90	1,02
CaCO ₃	Macho	0,91	1,11	1,14	1,09	0,79	1,01
	Fêmea	1,09	0,99	0,87	0,92	0,96	0,97
MÉDIA		1,00	1,05	1,01	1,01	0,87	0,99
MACHOS ¹		1,03	1,06	1,18	1,06	0,77	1,02
FÊMEAS		1,06	1,05	0,94	0,90	1,00	0,99
MÉDIA TOTAL ²		1,05	1,05	1,06	0,98	0,89	1,00
CV (%)							10,91

¹ Efeito quadrático

² Efeito linear

Houve diferenças ($P < 0,01$) para interação nível e sexo no consumo de P pelas aves, com efeito quadrático dos níveis sobre o consumo de P dos machos, obtendo-se o maior consumo de P com o nível de 0,88% de Ca (Fig. 5). Para as fêmeas, não houve efeito dos níveis de Ca no consumo de P. Observa-se, então, que os níveis de Ca somente afetaram o consumo de P dos machos, mostrando que níveis maiores que 0,88% de Ca aumentaram o Ca iônico, reduzindo consequentemente o consumo de P.

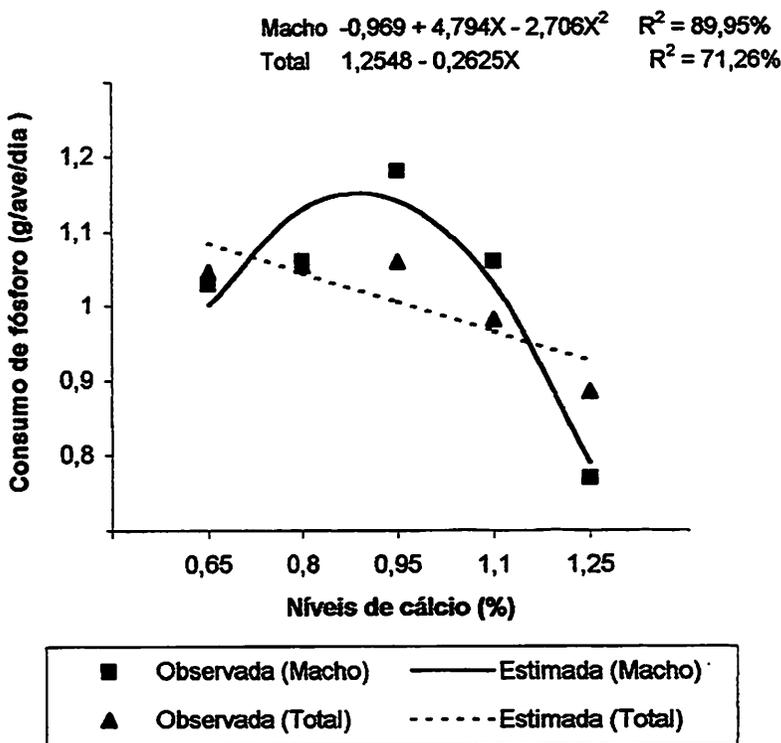


FIGURA 5. Consumo de fósforo em relação aos níveis de cálcio da ração.

Os resultados deste trabalho discordam dos de Shafey et al. (1990), que não observaram efeito dos níveis crescentes de Ca sobre o consumo de P pelos frangos de corte, entretanto estes autores trabalharam com níveis mais elevados (1,2 a 3,2%Ca).

4.8.4 Fósforo retido

Os dados médios referentes à quantidade de P retido pelos frangos de corte de ambos os sexos, com 29 a 31 dias de idade, alimentados com rações contendo duas fontes suplementares de Ca, com cinco níveis deste elemento em cada uma delas, encontram-se na Tabela 18.

TABELA 18. Fósforo retido (%).

FONTE	SEXO	NÍVEIS					MÉDIA
		0,65	0,80	0,95	1,10	1,25	
Calcário	Macho	56,6	49,8	59,2	63,5	53,3	56,5
	Fêmea	54,5	58,0	46,6	57,0	59,8	55,2
MÉDIA		55,5	53,9	52,9	60,2	56,6	55,8
CaCO ₃	Macho	52,4	57,0	59,5	66,8	58,3	58,8
	Fêmea	52,9	57,1	58,6	63,0	57,3	57,8
MÉDIA		52,6	57,1	59,0	64,9	57,8	58,3
MÉDIA TOTAL		54,1	55,5	55,9	62,6	57,2	57,0
CV							9,59 %

Não foram observadas diferenças ($P>0,01$) para nível, fonte e sexo, quanto à retenção de P pelas aves.

Os níveis crescentes de Ca não tiveram interferência na retenção de P pelas aves, apesar de Shafey et al. (1990), em seu trabalho, terem observado uma redução na retenção de P quando utilizaram níveis crescentes de Ca.

Os resultados do presente trabalho contrariam os de Shafey et al. (1990), que afirmaram que a inclusão de altos níveis de Ca na ração interfere na absorção de P, provocando a complexação deste último no intestino.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado o experimento do presente trabalho, pode-se concluir que:

- 1- Independente da fonte, o aumento do nível de Ca da ração reduz o ganho de peso das aves, o menor nível (0,65% de Ca) apresenta um maior ganho de peso, sem prejudicar a deposição mineral e o crescimento ósseo.
- 2- Aves alimentadas com ração contendo o CaCO_3 como fonte suplementar de Ca reduzem o consumo de ração à medida que o nível de Ca é elevado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.L.; TEIXEIRA, A.S.; SANTOS, E.C.; TORRES, D.M.; MUNIZ, E.B. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte de 0 a 4 semanas de idade, criados em cama . *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2000a (no prelo).
- ALVES, E.L.; TEIXEIRA, A.S.; SANTOS, E.C.; TORRES, D.M.; MUNIZ, E.B. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre a deposição de cálcio e fósforo em frangos de corte de 0 a 4 semanas de idade, criados em cama. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2000b (no prelo).
- 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*, Champaign. v. 63, n. 2, p. 311 – 316, Feb. 1984.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methods of the Association of Analytical Chemists*. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.
- AZEVEDO, A. *Níveis de flúor, cálcio e fósforo em rações de frango de corte*. Viçosa: UFV, 1980. 104 p. (Tese - Doutorado em Zootecnia).
- BARCELOS, A.F. *Trabalho: Metabolismo dos Macrominerais Essenciais. Cálcio*. Lavras: UFLA, 1999. 30 p.
- BENER, R.M.; LEVY, M.N. – *Physiology* Mosby Co-St – Louis: [s. n.], 1988.
- BERTECHINI, A.G. *Fisiologia da digestão de suínos e aves*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 141p.
- BESSA, L.H.F. *Biodisponibilidade de Cálcio em Suplementos de Cálcio e Fósforo para Aves*. Belo Horizonte: UFMG, 1992. 50 p. Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Normas Climatológicas: 1961 – 1990*. Brasília, 1992. 84p.

- BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S.** Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 69, n. 7, p. 1110 – 1117, 1989.
- CABRAL, G.H.** Níveis de Cálcio em Rações para Frangos de Corte. Viçosa: UFV, 1999. 107 p. (Tese - Doutorado em Zootecnia).
- DAMRON, B.L.; HARMS, R.H.** Influence of varying calcium levels on the utilization of calcium meta and pyrophosphate in chick diets. *Poultry Science*, Champaign, v. 50, n. 4, p. 1423 – 1428, Jul. 1971.
- DEOBALD, H.J.; EVERJEM, C.A.; HART, E.B.** Availability of calcium salts for bone formation and rickets prevention in chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 67, n. 9, p. 1436 – 1446, sept.1988.
- DILWORTH, B.C.; DAY, E.J.** Effect of varying dietary calcium: phosphorus ratios on tibia and femur composition of the chick. *Poultry Science*, v. 44, p. 1474 - 1479, 1965.
- EDWARDS JR., H.M.; MARION, J.F.; FULLER, H.L.; DRIGGERS, J.C.** Studies on calcium requirements of broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 42, n. 3, p. 699 – 703, May 1963.
- EDWARDS JR., H.M.; VELTMANN JR., J.R.** The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chickens. *Journal Nutrition*, Bethesda, v. 113, n. 8, p. 1568 – 1575, Aug.1983.
- 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*, Champaign, v.71, n. 12, p.2041-2055, Dec.1992.
- ELLIOT, M.A.; ROBERSON, K.D.; ROWLAND,III, G.N.; EDWARDS, JR, H.M.** Effects of dietary calcium and 1,25-Dihydroxycholecalciferol on the development of tibial dyschondroplasia in broilers during the starter and grower periods. *Poultry Science*, Champaign, v. 74, n. 9, p. 1495 – 1505, Sept.1995.

- FERREIRA, D.N. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 1998.**
- FRITZ, J.C., ROBERTS, T., BOEHNE, J.W. & HOVE, E.L. (1969) Factors affecting the chick's requirement for phosphorus. Poultry Science, Champaign, v. 48, n.1, p.307 – 320, Jun. 1969.**
- FURTADO, M.A.O. Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos. Belo horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1991. 60 p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).**
- GEORGIEVSKII, V.I. Mineral Nutrition of. Animal – Studies in the Agricultural and Food Sciences. London: Butterworths, 1982, 474 p**
- GUEGUEN, L. La biodisponibilité du calcium des aliments. Cahiers De Nutrition Et De Dietetique, Paris, v.25, p.233-236, 1990.**
- GUINOTTE, F., NYS, Y., Effects of particle size and origin of calcium source on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. Poultry Science, Champaign, v. 70, n. 3, p. 583 – 92, Mar. 1991.**
- HONMA, N.H. Efeito dos Níveis Nutricionais de Cálcio sobre a Capacidade Reprodutiva e Integridade dos Ossos de Galos Reprodutores de Corte. Viçosa: UFV, 1992. 63 p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).**
- HULAN, H.W.; GROOTE, G. DE; FONTAINE, G.; MUNTER, G. DE. The effect of. different totals and ratios of. dietary calcium and phosphorus on the performance and incidence of. leg abnormalities of. male and female broiler chickens. Poultry Science, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1157 – 1169, June 1985.**
- HURWITZ, S.; PLANK, I.; SHAPIRO, A.; WAY, E.; TALPAZ, H.; BAR, A. Calcium metabolism and requirement of chickens are affected by growth. Journal Nutrition, Bethesda, v. 125, n. 10, p. 2679 – 2686, Oct.1995.**
- LILLIE,R.J., TWINING, P.F., DENTON, C.A. Calcium and phosphorus requirements of. broilers as influenced by energy, sex and stain. Poultry Science, Champaign, v. 43, n. 4, p. 1126 – 1131, July 1964.**
- LOBAUGH, B, JOSHUA, I.G., MUZZLER, W.J. Regulation of calcium appetite in broiler chickens. Journal Nutrition, v.111, n. 2, p. 298 – 306, Feb.1981.**

- MAYNARD, L.A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F., and WARNER, R.G. (1979) "Animal Nutrition" 7th Ed. McGraw- Hill, New York.
- McNAUGHTON, J.L.; DILWORTH, B.C.; DAY, E.J. Effect of particle size on the utilization of calcium supplements by the chick. *Poultry Science*, Champaign, v. 53, n. 3, p. 1024 – 1029, May. 1964.
- MOTZOK, I.; ARTHUR, D.; BRANION, H.D. Factors Affecting the Utilization of Calcium and Phosphorus from Soft Phosphate by Chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 44, n. 5, p. 1261 – 1270, Sept.1965.
- MUNIZ, E.B. **Biodisponibilidade relativa do cálcio de diferentes fontes para frangos de corte.** Lavras, 2000. 59 p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- MURATA, L.S. **Granulometria do Calcário e Níveis de Cálcio na Qualidade da Casca de Ovos de Poedeiras Comerciais.** Jaboticabal: UNESP, 1995. 56 p., (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry.** Washington, DC: National Academy of Science, 1994.
- PAK, C.Y.C.; AVIOLI, L.V. Factors affecting absorbability of calcium from calcium salts and food. *Calcified Tissue International*, New York, v. 43, n. 2, p. 55 – 60, Feb.1988.
- PEELER, H. T. Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 35, n. 3, p. 695 – 712, Sept. 1972.
- PIZZOLANTE, C.C. **Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte.** UFLA, 2000. 121 p. (Tese - Doutorado em Zootecnia).
- QIAN,H., KORNEGAY, E.T., DENBOW, D.M. Utilization of Phosphorus and Calcium as Influenced by Microbial Phitase, Cholecalciferol and the Calcium: Total Phosphorus Ratio in Broiler Diets. *Poultry Science*, Champaign, v. 76, n. 1, p. 37 – 46 , Jan. 1997.

- RAO, K.S.; ROLAND, D.A.** In vivo limestone solubilization in comercial leghorns: Role of dietary calcium level, limestone particle size, in vitro limestone solubility rate, and the calcium status of the hen. **Poultry Science, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2170 – 2176, Dec. 1990.**
- RAO, K.S.; ROLAND, D.A.** Improved limestone solubilization in comercial leghorns: **Journal Applied Poultry Research, Athens, v. 1, p. 6 – 10, 1992.**
- REID, B.L.; WEBER, C.W.** Calcium availability and trace mineral composition of feed grade calcium supplements. **Poultry Science, Champaign, v. 55, n. 2, p. 600 – 605, Mar. 1975.**
- ROBERSON, K.D.; EDWARDS, JR. M.** Effect of Dietary 1,25-Dihydroxycholecalciferol Level on Broiler Performance. **Poultry Science, Champaign, v. 75, n. 1, p. 90 – 94, Jun.1996.**
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B., SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A.** Tabelas brasileiras de composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa: UFV, 1994, 59 p.
- ROSTAGNO, H.S. (ed.)** Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição e Exigências Nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.
- RUTZ, F.** Absorção de minerais e vitaminas: minerais. In: FUNDAÇÃO APINCO de ciência e tecnologia avícolas. **Fisiologia da digestão e absorção das aves.** Campinas: Fundação APINCO, 1994. p. 92 – 96.
- SALTER, D.N.** He influence of gut microorganisms in utilization of dietary protein. **Proceedings of the Nutrition Society, v.32, n. 1, p.65-71, May 1973.**
- SCHEIDELER, S.E.; RIVES, D.V.; GARLICH, J.D.; FERKET, P.R.** Dietary calcium and phosphorus effects on broiler performance and the incidence of sudden death syndrome mortality. **Poultry Science, Champaign, v. 74, n. 12, p. 2011 – 2018, Dec.1995.**
- SCOTT, M.S; HULL S.L.; MULLENHOFF, P.A.** The calcium requeriments of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. **Poultry Science, Champaign, v.50, n. 4, p.1055 – 1063, July, 1971.**

- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poultry Science*, Champaign, v.76, n.12, p.1760-1769, Dec.1997.
- SHAFEY, T.M. He effect of high calcium diets on broiler chickens. Queensland: University of Queensland, 1988. 89p. (Thesis PhD).
- SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W.; PYM, R.A.E. Effects of dietary calcium available phosphorus and vitamin D on growth rate, food utilization, plasma and bone constituents and calcium and phosphorus retention of commercial broiler strains. *Poultry Science*, Champaign, v. 31, n. 4, p. 587-602, July, 1990.
- 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*, London, v. 32, n. 3, p. 535 – 544, July, 1991.
- SHAFEY, T.M. Calcium tolerance of growing chickens: effect of ratio of dietary calcium to available phosphorus. *World's Poultry Science*, Wageningen, v. 49, n. 1, p. 5 – 18, Mar. 1993.
- SMITH, O.B.; KABAJA, E. Effect of high dietary calcium an wide calcium-phosphorus ratios in broiler diets. *Poultry Science*, Champaign, v. 64, n. 9, p. 1713 – 1720, Sept. 1985.
- TINTIGNAC,J.P. La biodisponibilité des phosphates de calcium. *Revue de l'Alimentation Animale*, n. 392, p. 37 – 43, 1985.
- TWINING,P.F.; LILLIE, R.J.; ROBEL, E.J.; DENTON. C.A. Calcium and phosphorus requirements of broilers chickens. *Poultry Science*, Champaign, v. 44, n. 1, p. 283–296, Jan. 1965.
- UNDERWOOD, E.J. Los minerales em la nutrición del ganado. Zaragoza: Acribia, 1981. 210 p.
- WALDROUP, P.W., AMMERMAN, C.B., HARMS, R.H. The utilization by the chick of calcium from different sources. *Poultry Science*, Champaign, v. 43, n. 1, p. 212 – 215, Jan.1964.

ZANOTTO, L.D., BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves CT/15/EMBRAPA Suínos e Aves, p. 1 – 5, Dez. 1996.

ZHANG, B., COON, C.N. Improved in vitro methods for determining limestone and oyster shell solubility. Appl. Poultry Research, v. 6, p. 94 – 99. 1997.

ANEXO

	Página
TABELA 1A Resumo da análise de variância do consumo de ração (g) de frangos de corte, no período de 0 a 28 dias	61
TABELA 2A Resumo da análise de variância do ganho de peso (g) de frangos de corte, no período de 0 a 28 dias de idade	62
TABELA 3A Resumo da análise de variância da conversão alimentar de frangos de corte, no período de 0 a 28 dias de idade	62
TABELA 4A Resumo da análise de variância do teores de cinzas das tíbias desengorduradas de frangos de corte aos 28 dias de idade.....	63
TABELA 5A Resumo da análise de variância do teores de cálcio e fósforo (%) das tíbias secas e desengorduradas de frangos de corte aos 28 dias de idade.	63
TABELA 6A Resumo da análise de variância da relação dos teores de Ca:P das tíbias secas e desengorduradas de frangos de corte aos 28 dias de idade.	64
TABELA 7A Resumo da análise de variância do comprimento e diâmetro da tíbia (mm) de frangos de corte aos 28 dias de idade.	64
TABELA 8A Resumo da análise de variância do consumo de cálcio em frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade.....	65
TABELA 9A Resumo da análise de variância do cálcio retido (%) em frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade	66

TABELA 10A	Resumo da análise de variância do quantidade de fósforo retido (%) em frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade	66
TABELA 11A	Resumo da análise de variância do consumo de fósforo de frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade	67
TABELA 12A	Temperaturas no interior do galpão durante o período experimental (°C)	68

TABELA 1A. Resumo da análise de variância do consumo de ração (g) de frangos de corte, no período de 0 a 28 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CONSUMO (g)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	99070,09	0,0000
Fonte (Ft)	1	21846,28	0,0837
Sexo (Sx)	1	1122,54	0,6842
Ni*Ft	4	29291,04	0,0099
Ni / Calcário	(4)	13158,21	0,1330
Ni / CaCO ₃	(4)	115202,92	0,0000
Linear	(1)	352528,79	0,0000
Quadrática	(1)	36702,72	0,0286
Desvios	(2)	35790,08	
Ft / 0,65	(1)	21988,09	0,0828
Ft / 0,80	(1)	1292,10	0,6627
Ft / 0,95	(1)	560,29	0,7736
Ft / 1,10	(1)	31290,01	0,0415
Ft / 1,25	(1)	83879,94	0,0019
Ni*Sx	4	5809,46	0,4928
Ft*Sx	1	4136,75	0,4376
Ni*Ft*Sx	4	12379,03	0,1538
Erro	20	6592,03	

TABELA 2A. Resumo da análise de variância do ganho de peso (g) de frangos de corte, no período de 0 a 28 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	GANHO DE PESO (g)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	42209,40	0,0046
Linear	(1)	107257,78	0,0015
Desvios	(3)	20526,60	—
Fonte (Ft)	1	696,72	0,7710
Sexo (Sx)	1	4468,15	0,4637
Ni*Ft	4	11029,48	0,2772
Ni*Sx	4	6562,17	0,5278
Ft*Sx	1	43,68	0,9419
Ni*Ft*Sx	4	10375,64	0,3052
Erro	20	8006,82	

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da conversão alimentar de frangos de corte, no período de 0 a 28 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CONVERSÃO ALIMENTAR	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	0,01	0,9097
Fonte (Ft)	1	0,01	0,5457
Sexo (Sx)	1	0,02	0,4185
Ni*Ft	4	0,00	0,9987
Ni*Sx	4	0,02	0,4850
Ft*Sx	1	0,00	0,8496
Ni*Ft*Sx	4	0,00	0,9773
Erro	20	0,03	

TABELA 4A. Resumo da análise de variância do teores de cinzas (%) nas tíbias desengorduradas de frangos de corte aos 28 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CINZA (%)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	2,76	0,2368
Fonte (Ft)	1	0,27	0,7034
Sexo (Sx)	1	7,17	0,0614
Ni*Ft	4	0,94	0,7237
Ni*Sx	4	1,54	0,5127
Ft*Sx	1	9,33	0,0351
Ni*Ft*Sx	4	1,20	0,6300
Erro	20	1,82	

TABELA 5A. Resumo da análise de variância dos teores de cálcio e fósforo (%) na tíbia seca e desengordurada de frangos de corte aos 28 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CÁLCIO (%)		FÓSFORO (%)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	0,25	0,4428	0,04	0,9494
Fonte (Ft)	1	0,01	0,8708	0,36	0,2047
Sexo (Sx)	1	0,77	0,0991	0,72	0,0804
Ni*Ft	4	0,07	0,8864	0,25	0,3458
Ni*Sx	4	0,21	0,5411	0,26	0,3253
Ft*Sx	1	0,54	0,1655	0,96	0,0462
Ni*Ft*Sx	4	0,32	0,3331	0,03	0,9646
Erro	20	0,26		0,21	

TABELA 6A. Resumo da análise de variância da relação dos teores de cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas de frangos de corte aos 28 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	RELAÇÃO Ca : P	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	0,00	0,7566
Fonte (Ft)	1	0,01	0,1201
Sexo (Sx)	1	0,00	0,4265
Ni*Ft	4	0,00	0,2459
Ni*Sx	4	0,00	0,5156
Ft*Sx	1	0,00	0,2994
Ni*Ft*Sx	4	0,00	0,4711
Erro	20	0,00	

TABELA 7A. Resumo da análise de variância do comprimento e diâmetro (mm) da tíbia de frangos de corte aos 28 dias de idade

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	COMPRIMENTO (mm)		DIÂMETRO (mm)	
		QM	Pr > F	QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	5,81	0,0752	0,19	0,4161
Fonte (Ft)	1	7,52	0,0871	0,12	0,4333
Sexo (Sx)	1	0,04	0,8981	3,14	0,0006
Ni*Ft	4	2,08	0,4848	0,40	0,1180
Ni*Sx	4	0,43	0,9433	0,00	0,9988
Ft*Sx	1	2,73	0,2913	0,00	0,9714
Ni*Ft*Sx	4	1,46	0,6473	0,14	0,5834
Erro	20	2,32		0,19	

TABELA 8A. Resumo da análise de variância do consumo de cálcio em frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CONSUMO DE CÁLCIO (g/ave/dia)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	0,52	0,0000
Fonte (Ft)	1	0,01	0,4563
Sexo (Sx)	1	0,01	0,5752
Ni*Ft	4	0,01	0,6747
Ni*Sx	4	0,16	0,0011
Ni / Macho	(4)	0,32	0,0000
Linear	(1)	0,66	0,0000
Quadrática	(1)	0,53	0,0001
Desvios	(2)	0,05	—
Ni / Fêmea	(4)	0,35	0,0000
Linear	(1)	1,33	0,0000
Desvios	(3)	0,04	—
Sx / 0,65	(1)	0,00	0,8340
Sx / 0,80	(1)	0,00	0,9073
Sx / 0,95	(1)	0,19	0,0083
Sx / 1,10	(1)	0,11	0,0348
Sx / 1,25	(1)	0,32	0,0011
Ft*Sx	1	0,01	0,5338
Ni*Ft*Sx	4	0,02	0,4523
Erro	20	0,02	

TABELA 9A. Resumo da análise de variância do cálcio retido (%) em frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CÁLCIO RETIDO (%)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	48,98	0,21
Fonte (Ft)	1	102,40	0,08
Sexo (Sx)	1	148,99	0,03
Ni*Ft	4	48,44	0,21
Ni*Sx	4	48,11	0,21
Ft*Sx	1	2,70	0,76
Ni*Ft*Sx	4	35,20	0,36
Erro	20	30,46	

TABELA 10A. Resumo da análise de variância do quantidade de fósforo retido nos frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	FÓSFORO RETIDO (%)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	85,55	0,0608
Fonte (Ft)	1	61,50	0,1677
Sexo (Sx)	1	13,45	0,5107
Ni*Ft	4	24,72	0,5253
Ni*Sx	4	45,43	0,2360
Ft*Sx	1	0,22	0,9319
Ni*Ft*Sx	4	33,99	0,3693
Erro	20	30,00	

TABELA 11A. Resumo da análise de variância do consumo de fósforo de frangos de corte, no período de 29 a 31 dias de idade.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	CONSUMO DE FÓSFORO (g/ave/dia)	
		QM	Pr > F
Níveis (Ni)	4	0,04	0,0226
Linear	(1)	0,12	0,0044
Desvios	(3)	0,02	—
Fonte (Ft)	1	0,01	0,3529
Sexo (Sx)	1	0,01	0,3823
Ni*Ft	4	0,01	0,6451
Ni*Sx	4	0,06	0,0049
Ni / Macho	(4)	0,09	0,0008
Linear	(1)	0,11	0,0069
Quadrática	(1)	0,21	0,0005
Desvios	(2)	0,02	—
Ni / Fêmea	(4)	0,02	0,2417
Sx / 0,65	(1)	0,00	0,7748
Sx / 0,80	(1)	0,00	0,8987
Sx / 0,95	(1)	0,11	0,0062
Sx / 1,10	(1)	0,05	0,0634
Sx / 1,25	(1)	0,10	0,0095
Ft*Sx	1	0,00	0,7545
Ni*Ft*Sx	4	0,02	0,1953
Erro	20	0,01	

TABELA 12A. Temperaturas no interior do galpão durante o período experimental (°C).

DATA	MÁXIMA	MÍNIMA	AMPLITUDE
18/05/1999	28	13,5	14,5
19/05/1999	32	14,5	17,5
20/05/1999	28,5	8,5	20
21/05/1999	30	11	19
22/05/1999	30	11	19
23/05/1999	31	13	18
24/05/1999	32,5	13,5	19
25/05/1999	32,5	13	19,5
26/05/1999	30,5	15,5	15
27/05/1999	34	17	17
28/05/1999	31	17	14
29/05/1999	29	17,5	11,5
30/05/1999	28	11,5	16,5
31/05/1999	27,5	10	17,5
01/06/1999	30	13	17
02/06/1999	30	14	16
03/06/1999	30	15	15
04/06/1999	30,5	18	12,5
05/06/1999	31	18,5	12,5
06/06/1999	30	11,5	18,5
07/06/1999	27	18	9
08/06/1999	27	12,5	14,5
09/06/1999	26	17	9
10/06/1999	28	17	11
11/06/1999	27	12	15
12/06/1999	27	17	10
13/06/1999	26	15	11
14/06/1999	27	15	12
15/06/1999	26	16	10
Mínima	26	8,5	9
Máxima	32,5	18,5	20