

**BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO
CÁLCIO DE DIFERENTES FONTES PARA
FRANGOS DE CORTE**

ELAINE BARBOSA MUNIZ

2000

50516

35400

ELAINE BARBOSA MUNIZ

**BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO CÁLCIO DE
DIFERENTES FONTES PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição de Monogástricos para obtenção do título de "Mestre"

Orientador
Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira

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

Muniz, Elaine Barbosa

Biodisponibilidade relativa do cálcio de diferentes fontes para frangos de corte
/ Elaine Barbosa Muniz. -- Lavras : UFLA, 2000.

59 p. : il.

Orientador: Antônio Soares Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Biodisponibilidade. 2. Frango de corte. 3. Cálcio. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-636.50855

-636.513

ELAINE BARBOSA MUNIZ

**BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DO CÁLCIO DE
DIFERENTES FONTES PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição de Monogástricos para obtenção do título de "Mestre"

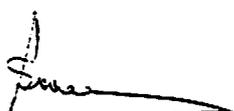
Aprovada em 11 de setembro de 2000

Prof. Antônio Gilberto Bertechini - UFLA

Prof. Paulo Borges Rodrigues - UFLA

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA

Prof. Judas Tadeu de Barros Cotta - UFLA



Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS- BRASIL
2000

À minha linda filha Helena

por toda felicidade que ela me trouxe

DEDICO ESTE TRABALHO

Quando amamos e acreditamos, do fundo de
nossa alma, em algo nos sentimos mais forte
que o mundo e somos tomados de uma serenidade
que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé,
esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão
certa na hora exata, e quando atingimos nosso
objetivo, ficamos surpreso com a nossa
própria capacidade.

Paulo Coelho

Aos meus Pais José Muniz e Germana Barbosa Muniz.

Às minhas irmãs Geovana, Maria Angélica e Eliana.

*Aos meus sobrinhos Shadya, Samuel, Eduardo, Artur
e Leonardo Pelo amor, carinho e grande amizade*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade para a realização do curso de pós-graduação.

À Tortuga Companhia Zootécnica Agrária pelo financiamento do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Antônio Soares Teixeira pela orientação para a realização deste trabalho e amizade.

Aos professores, Antônio Gilberto Bertechini, Paulo Borges Rodrigues, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas e Judas Tadeu de Barros Cotta, pelas sugestões e colaboração.

Aos amigos, Edson José Fassani, Euclides Reuter de Oliveira, Eduardo L. Alves, pela grande colaboração prestada para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Suelba f. Sousa, Márcio dos santos Nogueira e José Virgílio, pela grande amizade e ajuda na realização das análises.

Aos funcionários da secretaria do curso de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia Carlos H. Souza e Pedro A. Pereira.

Aos amigos e colegas de mestrado, Wilson, Leonardo, Marcos Aurélio, Omer, Romero, Vítor, José Antônio, Paulo, Denise, Erika, Yasmim, Gisele e Mônica, pelo agradável convívio.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ELAINE BARBOSA MUNIZ, filha de José Muniz e de Germana Barbosa Muniz, nasceu em 23 de agosto de 1968 no município de Lavras, estado de Minas Gerais.

Graduou-se como Zootecnista pela Universidade Federal de lavras, em dezembro de 1994.

Em marco de 1998, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras – MG, tendo concentrado seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em setembro de 2000, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRAT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 O papel biológica do cálcio.....	3
2.2 Absorção e metabolismo.....	4
2.3 Efeito do nível de cálcio sobre o desempenho.....	5
2.4 Biodisponibilidade dos minerais.....	6
2.4 Fatores que afetam a biodisponibilidade de cálcio.....	8
2.4.1.1 Interação entre minerais.....	8
2.4.1.3 Solubilidade e tamanho da partícula.....	9
2.4.1.4 Origem das fonte de cálcio.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Localização e época de realização.....	13
3.2 Instalação, equipamento, aves e manejo.....	13
3.3 Tratamentos.....	14
3.4 Delineamento experimental e análise estatística.....	19
3.5 Característica das fontes de cálcio.....	20
3.6 Variáveis analisadas.....	21
3.6.1 Desempenho dos frangos.....	21
3.6.2 Balanço de cálcio.....	22
3.6.3 Avaliação da biodisponibilidade relativa de cálcio das fontes.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Desempenho dos frangos.....	26

4.2 Balanço de cálcio.....	33
4.3 Avaliação do tecido ósseo.....	36
4.4 Biodisponibilidade relativa de cálcio.....	43
5. Conclusão.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	53

RESUMO

MUNIZ, Elaine Barbosa. Biodisponibilidade relativa do cálcio de diferentes fonte para frangos de corte. Lavras: UFLA, 2000. 59p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)*.

O trabalho teve como objetivo determinar a biodisponibilidade relativa de cálcio em carbo-quelato de cálcio e dois calcário calcítico (A e B), utilizando o carbonato de cálcio p.a como fonte padrão. O experimento foi realizado em baterias quentes, com duração de 28 dias, com 12 tratamentos e 2 repetições para cada sexo com 12 pintos da linhagem Cobb por unidade experimental. Usou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com um arranjo fatorial 4x3x2. Foram usadas 12 rações à base de milho e farelo de soja em níveis de 0,60; 0,75 e 0,90% de Ca, fornecidas pelas fontes em estudo. Foram feitas avaliações de pH, granulometria e solubilidade das fontes em estudo. Para avaliar o desempenho foram feitas medidas de consumo de ração, consumo de Ca, ganho de peso e conversão alimentar. Durante um período de 3 dias (29 a 31 dias de idade), foi realizado o balanço de Ca. No 29º dia de idade, duas aves de cada parcela foram sacrificadas para remoção da tíbia. As biodisponibilidades relativas de Ca das fontes foram determinadas utilizando como critério de resposta a porcentagem de cinzas da tíbia, utilizando o método das abcissas. O carbo-quelato de Ca influenciou negativamente o desempenho das aves, comprometendo o consumo de ração e, conseqüentemente, o ganho de peso; já os calcários calcíticos foram bastante semelhantes ao CaCO₃ p.a. na avaliação de desempenho. Não houve diferença significativa para sexo quanto ao desempenho para nenhuma das fontes em estudo (p>0,05). Os dados do balanço de cálcio mostram que a nível de 0,90% de Ca, as fonte apresentaram a mesma porcentagem de retenção (p>0,05), o mesmo não acontecendo com os níveis de 0,75 e 0,60% de Ca. Para a avaliação de comprimento e diâmetro da tíbia, verificou-se que esta variável foi um reflexo do crescimento das aves, independente das fontes. Quanto ao critério porcentagem de cinzas ósseas e porcentagem de cálcio na cinzas ósseas, verificou-se que o carbo quelato de cálcio proporcionou às aves uma deposição mineral tão eficiente quanto a dos calcários A e B. Quanto ao sexo, macho e fêmea diferiram apenas no critério de porcentagem de cinzas ósseas (p<0,05), com média superior para as fêmeas. As biodisponibilidades relativas de Ca para as 3 fontes em estudo foram 115, 106 e 94%, respectivamente para carbo-quelato de Ca, calcário A e calcário B. Desta forma, concluiu-se que embora a biodisponibilidade entre as fontes varie de 94 a 115%, apenas o carbo-quelato afetou negativamente os índices de desempenhos, sendo as outras fontes semelhantes quanto a esta variável em relação à fonte padrão.

* Comitê orientador: Antônio Soares Teixeira – UFLA (Orientador), Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Paulo Borges Rodrigues UFLA

ABSTRACT

Muniz, Elaine Barbosa. **Relative availability of calcium of different source for broiler chickens.** Lavras: UFLA, 2000. 59 p. (Dissertation – Master in Animal Science)*.

An experiment was conducted to determine the relative bioavailability of calcium in carbo-chelate and two dolomitic limestone (A and B) by utilizing analytical grade calcium carbonate as the standard source. The experiment was conducted in hot batteries with duration of 28 days with 12 treatments and 2 replicates for each sex with 12 chicks of the Cobb line per experimental unit. The completely randomized design with a 4 x 3 x 2 factorial arrangement was utilized. A total of 12 corn and soybean meal -based rations at levels of 0.60; 0.75 and 0.90% of Ca were utilized. Evaluations of pH, granulometry and solubility of the sources under study were done. To evaluate performance the ration intake, Ca intake, weight gain and feed conversion were determined. Over a 3 day period (29 to 31 days old) the balance of Ca was performed. On the 29th day of age, two birds from each plot were slaughtered for tibia removal. The relative bio availability of Ca of the sources were determined by using as a response criteria, the percentage of tibia ashes making use of the abscissa method. Ca from carbo-chelate influenced negatively the broiler performance, impairing ration intake and hence weight gain, calcitic limestones were greatly similar to analytical degree CaCO₃ in the evaluation of performance. There were no significant differences for sex in the performance for any sources under study (P>0.05). The data of the Ca balance show that at the level of 0.90% of calcium, the sources presented the same percentage of retention (P>0.05) the same not happening with the levels of 0.75 and 0.60 % of Ca. For the evaluation of length and diameter of tibia, it was found that this variable was a reflex of the broiler growth regardless of the factors. As to the criterion percentage of ashes, it was observed that calcium carbo-chelate provide the broiler with a mineral deposition as efficient as those of limestones A and B. In relation to sex, male and female differed only in the criterion of percentage of bone ashes (P>0.05), females presenting higher mean. The relative bioavailabilities of Ca for the 3 sources under study were 115, 106 and 94%, respectively for Ca carbo-chelate, calcitic limestone A and calcitic limestone B. Accord to results it was conclude that although bioavailability among the sources ranges from 94 to 115, only carbo-chelate affect negatively the broiler performance indices, the other sources being similar to this variable relative to the standard source.

* Guidance Committee – Antônio Soares Teixeira – UFLA (Adviser), Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Paulo Borges Rodrigues UFLA

1 INTRODUÇÃO

A biodisponibilidade dos minerais dos suplementos é um fator não observado frequentemente na maioria das formulações de rações, sendo de extrema importância para atingir um equilíbrio nutricional e aumentar a produtividade do animal. Para o aperfeiçoamento das formulações, há necessidade do conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes nas matérias-primas. Além disso, as frequentes elevações dos preços dos ingredientes têm motivado seu uso de forma mais econômica e eficiente nas rações, visto que esta representa cerca de 70% dos custos de produção de um sistema racional de criação.

O íon cálcio é de fundamental importância em muitos sistemas biológicos, participando em numerosos processos bioquímicos e fisiológicos, como crescimento, produtividade, e grande número de processos metabólicos. Para que ele desempenhe suas funções de maneira eficiente, é importante que haja um aporte em quantidade e proporção ideal e que esteja sob forma biologicamente disponível. Além disto, há necessidade de que seja fornecida energia, proteína e vitamina D, de maneira que possam ser utilizados de modo eficiente.

Os grãos e subprodutos de cereais e o farelo de soja são os alimentos que normalmente constituem a base da alimentação de aves, mas possuem teores de cálcio em níveis insuficientes para suprir os requisitos nutricionais. Desta forma, há necessidade de fazer uma suplementação de cálcio na dieta para atender as exigências do animal. Esta suplementação vem sendo parcialmente feita quando se adicionam as fontes de fósforo, como as farinhas de ossos e os fosfatos mono e bicálcico. A maior parte do cálcio tem sido tradicionalmente suplementada pelo calcário e pela farinha de ostras. O calcário apresenta teores

de cálcio e biodisponibilidade que podem variar significativamente com a região em que estão localizadas as jazidas, além de conter teores variados de magnésio. Desta maneira, tornou-se de grande importância conhecer a biodisponibilidade de cálcio dos suplementos para que as rações proporcionem um bom desempenho dos animais.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a biodisponibilidade relativa de cálcio em três fontes de cálcio no período de 1 a 28 dias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O papel biológico do cálcio

O cálcio constitui 70% das cinzas do corpo e aproximadamente 99% do cálcio estão presentes nos ossos e dentes. Os ossos servem não apenas de elementos estruturais, mas também como reservas de cálcio e fósforo, os quais podem ser mobilizados para atender as necessidades do organismo (Maynard e Loosli, 1984). Além da função essencial para a formação e manutenção dos ossos, ele é importante no desenvolvimento e manutenção dos dentes, é necessário para a contração dos músculos do esqueleto, cardíacos e lisos, estimula a transmissão dos impulsos nervosos para manter uma excitabilidade muscular normal, é importante na regulação das batidas cardíacas. Ao lado dos íons potássio e sódio age ou como um ativador ou como estabilizador de enzimas e é necessário para a secreção de alguns hormônios e fatores liberadores de hormônios e outros (Georgievskii, 1982).

A massa de cálcio no corpo de animais adultos é encontrada no tecido na forma de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) na matriz protéica. Nesta fase calcificada do osso estão presente outros minerais cristalizados, como o flúor, magnésio, zinco e cobre. (Georgievskii, 1982).

O cálcio plasmático existe em três formas, combinados às proteínas plasmáticas, que não se difundem através da membrana capilar (40%); combinados com substâncias do plasma e dos líquidos intersticiais (citrato e fosfato) sob a forma não ionizada, que se difunde através da membrana capilar (10%), e o restante é difusível através da membrana capilar e está ionizado (50%) (Guyton e Hall; 1996).

No caso de baixa entrada de cálcio no compartimento extracelular, processos ativos de reabsorção óssea, intestinal e renal entram em jogo com a finalidade de manter a homeostasia. Os homônimos que regulam a homeostase do cálcio são o paratireoideano (PTH), calcitriol ou 1,25-diidroxicolecalciferol e a calcitonina (CT), e atuam nos ossos, rins e intestino. O PTH e a calcitonina tem a função de controlar a absorção do cálcio, já a calcitonina tem efeitos contrários ao PTH em feedback negativo (Murray et al., 1990).

A participação dos vários elementos dos ossos do esqueleto nos processos homeostático e tampão é desigual devido a suas diferentes proporções de estruturas compactas e esponjosas, diferindo no grau de mineralização e labilidade, que é a habilidade para o efeito entrada e/ou reabsorção quando o cálcio é deficiente. Os ossos mais lábeis em todos os animais são os ossos das vértebras (particularmente as vértebras da cauda), costelas, esterno, pélvicos e craniais. Ossos tubulares, especialmente aqueles de preenchimento com função principal estrutural, são mais inertes (Georgievskii, 1982).

2.2 Absorção e metabolismo

Sem levar em conta as formas pelas quais o cálcio são ingeridos, sua absorção depende de sua solubilidade no ponto de contato com as membranas absorventes. Isto se aplica tanto para os composto solúveis como para os insolúveis, que se tornam solúveis ao transitar pelo trato digestivo, sendo, desta forma, favorecidos pelos fatores que exercem influência para mantê-los em solução (Maynard et al., 1984). O íon cálcio é absorvido de forma ativa em todos os segmentos do intestino delgado, especialmente no duodeno e jejuno, sendo sua velocidade significativamente maior do que a dos demais ions, com exceção do sódio (Berne e Levy (1988), citado por Rutz (1994). A absorção do

cálcio está estreitamente relacionada à vitamina D, sendo a vitamina D₃ melhor aproveitada pelas aves. Seu papel fisiológico é de aumentar a absorção intestinal do cálcio (Randolph et al. 1997). A vitamina D₃ é transportada até o fígado no qual é hidroxilada para a formar o primeiro metabólito que é a 25 hidroxicolecalciferol. Nesta forma, ela vai sofrer uma nova hidroxilação no rim no qual forma o 1,25-diidroxicolecalciferol, que é a forma ativa da vitamina D. Ao ser ativada, esta vitamina atua na síntese de uma proteína transportadora de cálcio que possui grande afinidade pelos íons cálcio (McDowell, 1992).

Outros fatores, além da concentração no intestino e necessidade do organismo, podem afetar a absorção de cálcio, como excesso de fosfatos, gorduras, fitatos, e também substância que aumentam o pH intestinal (Georgievskii, 1982).

2.3 Efeito do nível de cálcio sobre o desempenho

Em dietas contendo excesso de cálcio, os resultados podem ser prejudiciais quando a dieta é deficiente de cálcio (Georgievskii, 1982). O grande excesso de cálcio pode afetar o consumo, reduzir o crescimento e a conversão alimentar, e também reduzir a fração solúvel do mineral, que em consequência de sua disponibilidade para absorção, é também reduzida. A redução de crescimento de frangos alimentados com altos níveis de cálcio na dieta também pode ser causada pela diminuição da disponibilidade de outros minerais necessários para o crescimento (Shafey, 1993 e Nelson et al. 1990).

Quando o cálcio está deficiente na dieta, os animais jovens sofrem de raquitismo (tecidos ósseos deficientes em cálcio) O raquitismo também pode ser causado por uma deficiência de fósforo e vitamina D (Georgievskii, 1982).

Anderson et al (1982), avaliando os cinco níveis de cálcio (0,70; 0,90; 1,1; 1,3 e 1,5%) sobre a performance dos frangos de corte, observaram que o ganho de peso e eficiência alimentar foram significativamente diminuídos quando elevou-se o nível de cálcio. Waldroup et al. (1964) verificaram, em sua pesquisa, que a nível de 0,60% de cálcio, os frangos obtiveram o máximo ganho de peso até a 4ª semana. Por outro lado, Smith e Kabaija (1985), quando adicionaram três níveis de cálcio (1,0; 2,0 e 3%) com um nível de 0,6 % de fósforo, verificaram que o nível de cálcio não afetou a performance.

2.4 Biodisponibilidade dos minerais

A Biodisponibilidade pode ser definida como a proporção de nutriente no alimento ingerido que está disponível para a utilização em processos metabólicos, sendo influenciada pela idade e espécie animal e por fatores dietéticos de acordo com sua forma química e física (Peeler, 1972; Miller, 1996; e Miller, 1981).

No entanto, o conceito de biodisponibilidade é mais simples do que a sua determinação na prática. Segundo Greger (1988) a determinação da biodisponibilidade pode ser feita por quatro tipos de teste.

- Método *in vitro* – Usado para determinar a biodisponibilidade de cálcio dos suplementos, é medido pela solubilidade deste cálcio, assumindo que o suplemento mais solúvel é mais absorvido.
- Estudos de balanço – Este estudo consiste na determinação da perda do cálcio total ou cálcio marcado pelas fezes e urina, pois segundo McDowell (1992), em todas as espécies as fezes é primariamente a forma de excreção

de cálcio. O cálcio fecal é uma combinação de cálcio dietético não absorvido e cálcio endógeno secretado pela mucosa intestinal. Por esta razão, todo fator que afeta a absorção de cálcio afetará a quantidade de cálcio encontrado nas fezes. A perda na urina é mínima devido à eficiência de reabsorção pelos rins. Um baixo nível de cálcio na dieta influencia em uma maior absorção, diminuindo, desta forma, a excreção de cálcio. Quando se eleva o nível de cálcio dietético, a eficiência de absorção diminui, acarretando em uma aumento de excreção de cálcio.

- **Avaliação de nutriente** – Este método consiste na determinação do nível de vitaminas e minerais no soro ou plasma, que muitas vezes é usado como um índice nutricional. Porém, os hormônios que mantêm o nível de cálcio circulando no plasma não refletem o consumo de cálcio pelo fato deste não variar a nível plasmático.
- **Teste funcional** – Estes testes consistem em determinar a biodisponibilidade do nutriente com base em alguma característica para a qual o mineral em estudo possa ser mais expressivo. Estes testes são teoricamente perfeitos, pois refletem a utilização do mineral pelo animal: porém são testes de difícil padronização, podendo causar variações nos resultados. Teixeira (1994) cita que a metodologia mais empregada implica na utilização de animais recebendo uma ração basal deficiente no mineral em estudo, suplementada com níveis crescentes do mesmo mineral proveniente de uma fonte padrão considerada de 100% de disponibilidade biológica. Estes resultados são mais precisos. O critério de resposta para determinar a biodisponibilidade de minerais é um fator importante, devendo ser altamente sensível ao à quantidade do mineral na dieta para causar uma resposta linear à adição de níveis crescentes. Portanto, os critérios de resposta adotados podem variar conforme o mineral em estudo. Os principais critérios de resposta utilizados

para determinar a biodisponibilidade de cálcio são teor de cinza no osso, teor de cálcio no osso, resistência à quebra do osso, densidade do osso, tamanho do osso e teor de cinzas dos dedos médios (Peeler, 1972).

2.4.1 Fatores que afetam a biodisponibilidade de cálcio

2.4.1.1 Interação entre minerais

Quando se estudam os minerais, é preciso ter conhecimento de que o excesso de um determinado mineral pode afetar a absorção de outro. Esta interação é um fenômeno químico que pode ocorrer entre os minerais provenientes dos alimentos durante o processo de digestão e absorção.

A interação entre nutrientes deve incluir tanto a interação direta molecular entre substrato (tal como ocorre no lúmen intestinal) como aquelas mais indiretas, resultado dos efeitos antagonísticos ou sinérgicos de cada nutriente no metabolismo do hospedeiro (Couzy et al., 1993). O cálcio pode interagir com vários minerais, como o ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio, e todos os outros minerais interrelacionados (Smith, 1988).

Wedekind e Baker (1990) verificaram, em seus trabalhos, que quando excesso de cálcio e fósforo foi fornecido em dieta de frangos de corte, afetou a utilização do manganês.

Na maioria das vezes, o cálcio e o fósforo ocorrem no organismo combinados entre si no organismo, no entanto, a carência de um ou de outro na dieta limita o valor nutritivo de ambos. O cálcio e o fósforo são dois elementos intimamente associados no metabolismo, e por isto são tratados conjuntamente. A nutrição adequada desses dois elementos depende de três fatores inter-

relacionados, como a ingestão suficiente de cada um dos elementos, a presença racional entre ambos e a presença de vitamina D (Maynard et al., 1984).

Ewing et al. (1995), avaliando o efeito do desequilíbrio (alto nível) da relação cálcio e fósforo na ração para frangos de corte, observaram que os frangos tiveram raquitismo, com alta mortalidade na primeira semana de vida.

Cuca e Sunde (1967), estudando os níveis de cálcio 1,03 a 1,50 e de fósforo de 0,67 a 0,87 sobre o crescimento e eficiência alimentar, observaram que a melhor relação foi de 1,25% de Ca e 0,67% de P.

2.4.1.2 Solubilidade e tamanho da partícula

Os minerais podem ser absorvidos no intestino na forma iônica ou como pequenos complexos solúveis. No entanto, a estabilidade dos complexos é altamente dependente do pH, sendo que este melhora a solubilidade do suplemento, que é de extrema importância para o aproveitamento de seus minerais (Damron e Harms, 1971 e Guinotte et al., 1995). Trabalhos realizados por Guinotte et al. (1995); Horikawa et al. (1992) e Horikawa et al. (1993) mostraram que ao inibir a secreção gástrica de frango de corte, foi observada uma diminuição na calcificação óssea.

Ibardolaza et al. (1993), avaliando o efeito da adição do ácido propiônico na dieta, observaram que houve um aumento na resistência da quebra do osso, elevando o conteúdo de cálcio no osso, com o aumento da sua absorção.

No entanto, a eficiência da digestão dos alimentos pode ser influenciada, dentre outros fatores, pela exposição destes às ações das secreções digestivas, bem como pela taxa de passagem no trato gastrico-intestinal das aves. Desta forma, o grau de moagem dos suplementos tem influência considerável sobre a

disponibilidade dos minerais, pois a variação existente na utilização do cálcio 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 et al. 1936).

Mcnaughton et al. (1974) e Guinotte et al. (1991) verificaram melhora na característica desempenho e ossificação da tibia em pintos de corte quando usaram CaCO_3 com o menor grau de moagem que permite a melhor atuação dos sucos gástricos. Verificaram também que partículas grossas apresentam uma redução na solubilidade do cálcio e quando estas foram incorporadas na dieta, verificaram que a porcentagem de cinza da tibia foi diminuída.

Entretanto, aves em produção, alimentadas com ração contendo partículas grossas do suplemento de cálcio, melhoram a ossificação da tibia e aumentam o consumo de ração, evidenciando, assim, a utilização digestiva diferenciada, entre galinhas em produção e pintos em crescimento, com diferentes tamanhos de partículas (Guinotte e Nys, 1991)

2.4.1.3 Origem da Fonte

O fornecimento de minerais aos animais vem sendo feito utilizando fontes como os carbonatos, sulfatos e óxidos, como concentrados e com biodisponibilidade bastante variada, além de conter impurezas e metais pesados. Entretanto, atualmente existe uma tendência para fornecer os minerais ligados a aminoácidos ou peptídeos ou na forma de outros complexos com biodisponibilidade variada, além de conter impurezas e minerais indesejáveis que podem interferir antagonicamente com outros minerais (Georgievskii, 1982). A origem da fonte de cálcio, no entanto, afeta a utilização deste cálcio

pelas aves, influenciando na mineralização óssea e performance das aves (Guinotte et al. 1991).

O cálcio ocorre abundantemente na natureza e é encontrado como carbonato de cálcio (calcário, giz, mármore), sulfato de cálcio (gipsita), fluoreto de cálcio (fluorita), dolomita ($\text{CaCO}_3\text{Mg CO}_3$) e fluoroapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), sendo estas fontes de biodisponibilidades variadas (Georgievskii, 1982).

McNaughton e Deaton (1981) verificaram que existe variação na utilização de cálcio nas várias fontes de cálcio utilizadas em dietas de frangos de corte. Reid e Weber (1976) e Waldroup et al. (1964), em seus estudos com frangos de corte, concluíram que a biodisponibilidade relativa de cálcio pelo método de slope-ratio, em várias fontes de cálcio, variaram de 68% a 117%.

Segundo Ross, et al. (1984) a disponibilidade de cálcio no calcário dolomítico é menor do que no calcário calcítico pelo fato deste apresentar maior complexidade na sua estrutura, tornando o cálcio menos disponível. Verifica-se que calcário calcítico é composto de calcita, que consiste de cristais com alternadas camadas de ions de cálcio e ions carbonato. Já no calcário dolomítico, o Mg substitui parte do cálcio no cristal, o que resulta em um cristal denso e pouco solúvel, sendo o Mg também antagônico ao cálcio, podendo influenciar no mecanismo de absorção de cálcio no intestino. O cálcio do calcário dolomítico é apenas 50 a 75 % disponível em relação ao calcário calcítico (NRC, 1988).

Waldroup et al. (1964), determinando a disponibilidade de cálcio para frangos de corte, utilizando como fontes o carbonato de cálcio, o sulfato de cálcio, farinha de ostra, 2 grupos de calcário calcítico e glucanato de cálcio, não observaram diferenças significativas para ganho de peso e porcentagem de cinzas ósseas na 4ª semana de idade, indicando que a disponibilidade para frangos é essencialmente igual. Krishma (1971), citado por McNaughton et al.

(1974), encontrou que a porcentagem de cinzas da tibia é igual quando o cálcio suplementado se originou do calcário calcítico e farinha de ostra.

Furtado (1991) e Bessa (1992) concluíram, em suas pesquisas, que as fontes de cálcio que apresentam fósforo na sua constituição molecular proporcionam menores teores de cinzas ósseas em relação ao carbonato de cálcio, e conseqüentemente inferior biodisponibilidade deste cálcio. Ben et al. (1964), avaliando a disponibilidade de cálcio em fontes fosfatadas para frangos de corte, observaram que existe diferença na disponibilidade de fontes fosfatadas para frango,s com uma correlação positiva entre a disponibilidade de cálcio e fósforo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e época de realização

O trabalho foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras e as análises químicas-bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

O município de Lavras está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, a 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste e a altitude de 910 metros (Brasil, 1992).

A parte experimental de campo teve duração de 28 dias e foi desenvolvida no período de 13 de abril a 11 de maio de 1999.

3.2 Instalação, equipamentos, aves e manejo

Em um galpão de alvenaria medindo 5 x 8 metros, coberto com telha de cimento amianto, as aves foram alojadas em 4 conjuntos de baterias com 4 andares, cada andar com 3 gaiolas de 94 cm x 94 cm x 32 cm, contendo um comedouro e um bebedouro tipo calha, totalizando 48 gaiolas. Cada gaiola continha uma lâmpada incandescente para aquecimento dos pintos.

Foram utilizados 576 pintos de um dia de idade, da linhagem Cobb, sexados, vacinados contra as doenças Marek e Bouda Aviária. A unidade experimental constava de 12 pintos do mesmo sexo. As aves receberam ração e água à vontade desde o 1° dia de idade. Durante todo o período experimental,

foram mantidas 24 horas de luminosidade, e as temperaturas máxima e mínima no interior da sala foram registradas diariamente às 9 e às 15 horas.

Semanalmente, a ração e o grupo de aves de cada parcela experimental foram pesados para fazer avaliação do desempenho.

No 29º dia de idade, foram selecionadas 2 aves de cada unidade experimental para serem abatidas e feitas as retiradas das tibias para as análises.

As tibias foram descarnadas para posteriormente serem preparadas para as análises de acordo com a técnica descrita no item 3.5.3.

Também no 29º dia foram selecionadas 4 aves de cada parcela para se realizar a coleta total de excretas a fim fazer o balanço de cálcio.

As aves mortas foram retiradas da gaiola, tomando-se o registro da parcela e a data, para se fazer a correção do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar da semana.

3.3 Tratamentos

Foram determinadas as biodisponibilidades de cálcio (pelo método das abcissa, como descrito no item 3.6.3) em relação ao carbonato de cálcio (padrão), de três suplementos de cálcio: calcário calcítico proveniente de duas regiões (calcário A e B) e carbo-quelato de cálcio. Foram estabelecidos 12 tratamentos, assim esquematizados:

- 1) Ração com carbonato de cálcio p.a e 0,90% de cálcio
- 2) Ração com carbonato de cálcio p.a e 0,75 de cálcio
- 3) Ração com carbonato de cálcio p.a. e 0,60 de cálcio

- 4) Ração com carbo-quelato de cálcio e 0,90 de cálcio
- 5) Ração com carbo-quelato de cálcio e 0,75 de cálcio
- 6) Ração com carbo-quelato de cálcio e 0,60 de cálcio
- 7) Ração com calcário A e 0,90 de cálcio
- 8) Ração com calcário A e 0,75 de cálcio
- 9) Ração com calcário A e 0,60 de cálcio
- 10) Ração com calcário B e 0,90 de cálcio
- 11) Ração com calcário B e 0,75 de cálcio
- 12) Ração com calcário B e 0,60 de cálcio

Todas as dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, sendo isoprotéicas, isocalóricas e isofósforicas, formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (1994).

Os ingredientes básicos das rações foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da UFLA. Os teores de proteína foram determinados pelo método Kjeldahl, o magnésio por absorção atômica, o cálcio por permanganatometria e o fósforo por colorimetria, conforme metodologia AOAC (1990). Os teores dos demais ingredientes foram retirados da tabela de Rostagno et al. (1994).

A composição dos alimentos utilizados nas dietas está nas Tabela 1 e 2, e as dietas se encontram na Tabela 3.

TABELA 1. Composição dos alimentos utilizados nas dietas

INGREDIENTE	EM	PB	MET+ CIST	LIS	Ca	P_d**	Mg
	(Kcal)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Milho moído	3416*	8,6	0,35*	0,23*	0,02	0,08	-
Farelo de soja	2283*	46,2	1,34*	2,87*	0,29	0,23	-
Fosfato mono amônio	-	-	-	-	0,80	23,29	-
Carbo-quelato de Ca	-	-	-	-	10,96	3,36	-
CaCO ₃ p.a.	-	-	-	-	40,00	-	-
Calcário A	-	-	-	-	37,56	-	1,63
Calcário B	-	-	-	-	38,40	-	1,20
DL-Metionina	-	-	98*	-	-	-	-
Óleo de soja	8786*	-	-	-	-	-	-

*Dados retirados da tabelas do Rostagno (1994)

Os demais foram determinados no laboratório de Nutrição Animal da UFLA

** Pd – Fósforo disponível nos ingredientes de origem vegetal; foi considerado como disponível 1/3 do fósforo total.

TABELA 2. Composição dos suplementos de minerais e vitaminas utilizados nas rações

INGREDIENTES	UNID.	QUANTIDADE POR	ENRIQUECIMENTO
		kg DO PRODUTO	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
Pidoxina	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 Senamincer e Senamix, formulados pela Sena Consultoria Ltda.

TABELA 3. Dietas experimentais para fase inicial (1 a 28 dias)

	CaCO ₃ p.a			Carbo-quelato de cálcio			Calcário A			Calcário B		
	0,90 % Ca	0,75 %Ca	0,60 %Ca	0,90 % Ca	0,75 %Ca	0,60 %Ca	0,90 % Ca	0,75 %Ca	0,60 %Ca	0,90 % Ca	0,75 %Ca	0,60 %Ca
Milho Moído	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480	52,480
Farelo de Soja	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420	34,420
DL-Metionina 99%	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
Óleo de soja	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690	4,690
Sal	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Supl. vitaminas	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Supl. de minerais	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Surmax -100	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Colina 60%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Gygro	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fosf. mono-amônico	1,56	1,56	1,56	0,53	0,72	0,92	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
CaCO ₃ p.a	1,94	1,56	1,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbo-quelato Ca	-	-	-	7,15	5,77	4,38	-	-	-	-	-	-
Calcário A	-	-	-	-	-	-	2,06	1,67	1,27	-	-	-
Calcário B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,02	1,63	1,24
Areia lavada	4,18	4,56	4,93	-	1,19	2,38	4,06	4,45	4,85	4,10	4,49	4,88
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Composição calculada											
EM (Kcal/Kg)	2991	2991	2991	2991	2991	2991	2991	2991	2991	2991	2991	2991
Proteína (%)	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500	20,500
Met+ Cist(%)	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786
Lisina (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fosf. disponível (%)	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484
Cálcio (%)	0,900	0,750	0,600	0,900	0,750	0,600	0,900	0,750	0,600	0,900	0,750	0,600
Cálcio (%) ¹	1,04	0,87	0,64	0,83	0,72	0,59	0,97	0,74	0,68	0,94	0,81	0,58

¹Valores de cálcio analisados no laboratório de nutrição animal da DZO/UFLA.

3.4 Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram conduzidos em um esquema fatorial 4 x 3 x 2 (Fonte de Cálcio x Nível de Cálcio x Sexo) em delineamento inteiramente casualizado, totalizando 12 tratamentos com 2 repetições de macho e 2 de fêmeas, constituídas de 12 aves por parcela experimental. As análises estatísticas foram realizadas através do Programa de Sistema de Análise de Variância para dados balanceados (SISVAR), desenvolvido por Ferreira (1992) com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j + S_k + FN_{ij} + FS_{ik} + NS_{jk} + FNS_{ijk} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = Observação l realizado no sexo k recebendo a ração com nível j de cálcio da fonte i

μ = Média geral dos experimentos

F_i = O efeito da fonte i, com $i = 1, 2, 3$ e 4;

N_j = O efeito do nível j, com $j = 1, 2$ e 3;

S_k = O efeito do sexo k, com $k = 1$ e 2;

FN_{ij} = O efeito da interação da fonte i com o nível j;

FS_{ik} = O efeito da interação da fonte i com o sexo k;

NS_{jk} = O efeito da interação do nível j com o sexo k;

FNS_{ijk} = O efeito da interação da fonte i com o nível j com o sexo k;

e_{ijkl} = erro experimental associado a Y_{ijkl} .

3.5 Características das fontes de cálcio

Os dados da Tabela 4 são referentes aos valores de pH das fontes em estudo, que foram determinados de acordo com a metodologia descrita por Krause et al. (1994).

TABELA 4. Avaliação do pH das fontes.

FONTE DE CÁLCIO	pH
CaCO ₃ p.a	8,14
Carbo-quelato de cálcio	3,20
Calcário A	8,52
Calcário B	8,50

Na Tabela 5 estão os dados referentes à granulometria das fontes de cálcio que foram determinadas de acordo com a metodologia descrita por Zanotto e Bellover (1996).

TABELA 5. Granulometria das fontes de cálcio.

PENEIRAS (mm)	FONTE DE CÁLCIO			
	CaCO₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B
% DE PARTÍCULAS RETIDAS				
4,00	0	0	0	0
2,00	0	2	0	0
1,20	0	13	1,0	0
0,60	0	10	12,0	0
0,30	0	16	49,5	0
0,15	0	19	25,0	1
Fundo	100	40	12,5	99

Os dados de solubilidade das fontes de cálcio encontram na Tabela 6 e foram obtidos de acordo com o método descrito por Zhang e Coon (1997).

TABELA 6. Valores de solubilidades *in vitro* das fontes de cálcio.

FONTE DE CÁLCIO	SOLUBILIDADE (%)
CaCO ₃ p.a	99,72
Carbo-quelato de cálcio	72,84
Calcário A	87,62
Calcário B	96,72

3.6 Variáveis analisadas

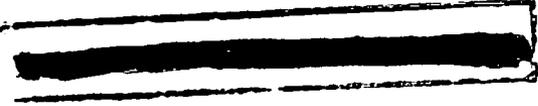
3.6.1 Desempenho dos frangos

Ganho de peso

As aves de cada unidade experimental foram pesadas semanalmente e foi calculado o ganho médio por ave por semana. Ao final da 4ª semana, foi calculado o ganho de peso médio acumulado por ave.

Consumo de Ração

O consumo de ração foi avaliado semanalmente pela diferença entre as pesagens da ração fornecida e a sobra nos comedouros de cada parcela. No final da 4ª semana foi calculado o consumo acumulado médio por ave.



Consumo de cálcio

O consumo de cálcio foi calculado a partir do produto entre o consumo de ração pelas aves e o nível de cálcio analisado na ração.

Conversão Alimentar

A conversão alimentar foi calculada para cada semana e acumulada na 4ª semana, utilizando o consumo e o ganho de peso semanais das unidades experimentais.

3.6.2 Balanço de Cálcio

No 29º dia do experimento, foram selecionadas 4 aves por parcela para fazer o balanço de cálcio durante 3 dias, pelo método de coleta total de excretas.

Foram coletadas as excretas de todas as aves, usando bandejas cobertas com lona, retirando com cuidado penas, escamas e o resto de ração. O material foi armazenado em sacos plásticos e guardado em freezer até o final do 3º dia, sendo posteriormente pesado, misturado. Após homogeneizado, foi retirada uma amostra representativa de cada repetição, pesada e colocada em estufa com ventilação forçada, com temperatura de 60º C por 72 horas, para determinação da matéria seca ao ar.

Posteriormente foi pesada uma amostra de 10 g das excretas de cada parcela em um becker de 50 ml e levada à estufa com 105º C por 12 horas. Em seguida, a amostra foi colocados em um dessecador para esfriar e pesada em balança analítica para determinar a matéria seca em estufa. Depois deste

procedimento, a amostra foi levada à mufla a 550° C por 8 horas, foi feita a digestão das cinzas com HCL 50% em chapa aquecida para obter a solução mineral, sendo feita a determinação da porcentagem de cálcio pelo método de permanganatometria.

Foram feitas, também, determinação da matéria seca de todas as rações experimentais para que o resultado do balanço de cálcio pudesse ser determinado com base na matéria seca.

3.6.3 Avaliação da biodisponibilidade relativa de cálcio das fontes

Método das abcissas

O método das abcissas para determinação da biodisponibilidade relativa de um nutriente é fundamentado num ensaio de digestibilidade, envolvendo níveis de um nutriente de um alimento padrão, considerado 100% disponível, para estabelecer a curva padrão. O valor encontrado para a resposta do nível do alimento teste no ensaio de digestibilidade é levado à curva padrão, na qual é observado o nível correspondente na curva do alimento padrão. Para determinar a disponibilidade do alimento teste, considera-se a relação entre o nível obtido na curva padrão e o nível testado do nutriente no alimento estudado.

Peso, Diâmetro e Comprimento da Tibia

O peso da tibia seca e desengordurada foi obtido conforme a técnica descrita anteriormente.

Foram retiradas chapas de Raio-X das tíbias para facilitar a determinação dos diâmetros na parte média e o comprimento da tíbia com auxílio de um paquímetro.

Teores de Cinzas

As tíbias retiradas no 29º dia de idade foram fervidas em água para serem descamadas. Depois os ossos foram lavados com água destilada para retirar os resíduos de carne, a fíbula e a cartilagem proximal e distal. Em seguida foram colocadas na estufa 105° C por 16 horas e colocadas em éter etílico para serem desengorduradas. Por aproximadamente 5 dias, o éter foi trocado para retirar a gordura. Em seguida os ossos foram retirados do éter, colocados para secar e colocados novamente na estufa a 105° C para uma nova secagem por 12 horas. Após esfriarem em dessecador, as tíbias foram pesadas individualmente em balança de precisão para fazer a determinação da matéria seca do osso desengordurado. Em seguida foi feito um Raio-X dos ossos para serem avaliadas as medidas de comprimento e diâmetro do osso.

Posteriormente as tíbias foram trituradas em almofariz, transferidas para beakers de 50 ml e colocadas na mufla a 550°C por cerca de 8 horas. Após esfriarem em dessecador, foram pesadas e determinadas as porcentagens de cinzas.

Teores de cálcio nas cinza

Depois de obtida as cinzas ósseas, foi feita a digestão das cinzas com 20 ml de HCL 50% em chapa aquecida a 200° C. A solução assim obtida foi filtrada

através de papel de filtro livre de cinzas para um balão volumétrico de 100ml, completando o volume com água destilada.

A solução foi guardada em frasco e o teor de cálcio foi determinado pelo método permanganatometria.

O teor de cálcio foi calculado em relação ao peso das cinzas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho dos frangos

Consumo de ração

As médias de consumo de ração de acordo com os níveis e fonte de cálcio, no período de 1 a 28 dias, encontram-se na Tabela 7, e a análise da variância é apresentada na Tabela 2A dos anexos.

O consumo de ração apresentou diferenças significativas para fontes de cálcio ($P < 0,01$), nível de cálcio ($P < 0,01$) e interação entre fonte e nível ($P < 0,01$), não havendo efeito significativo para sexo e demais interações.

TABELA 7. Consumo de ração dos frangos (g) segundo os níveis e fontes de cálcio até 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca ¹	Calcário A	Calcário B	
0,60	1762 B	1528 C	1885 A	1700 B	1719
0,75	1750A	1375 C	1815 A	1630 B	1643
0,90	1779 AB	1259 C	1847 A	1724 B	1652
Média	1764	1387	1849	1685	
Macho	1740	1395	1876	1666	1669
Fêmea	1788	1380	1824	1704	1674
Média Geral					1.671

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito linear para níveis de cálcio ($p < 0,05$), $Y = 2.059,71 - 896,05 X$, com $R^2 = 99,40$

Observa-se que o carbo-quelato de cálcio foi consumido em menor quantidade pelas aves quando comparado com as outras fontes em estudo, nos 3 níveis de cálcio, com diminuição do consumo à medida que aumentavam os níveis. Este baixo consumo pode ter sido ocasionado pelo baixo pH (Tabela 4) que apresenta esta fonte em relação às outras. Para o calcário A, as aves apresentaram um consumo de ração semelhante ao CaCO_3 p.a. nos níveis de 0,75 e 0,90%, e este consumo foi superior ao calcário B nos 3 níveis de cálcio. Provavelmente isto ocorreu pelo fato do calcário A apresentar um maior tamanho de partícula (Tabela. 6), uma vez que as aves têm capacidade de diferenciar o tamanho de partícula dos alimentos, selecionando partículas maiores, com isto aumentando a sua permanência na moela, e o tempo do trânsito intestinal e a absorção de cálcio. Trabalhos realizados por Guinotte et al. (1991), McNaughton et al. (1974) e McNaughton e Deaton (1981) constataram que o consumo de ração é influenciado pelo tamanho da partícula.

As aves que receberam o calcário B e o CaCO_3 p.a. tiveram consumo igual nos níveis de 0,90 e 0,60%, diferindo no nível de 0,75%, mostrando que o calcário calcítico é bem semelhante à fonte pura, uma vez que estas não diferem quanto a tamanho de partícula. Este resultados concordam com os obtidos por Anderson et al. (1984) que não encontraram diferenças significativas para consumo de ração na dieta de frangos de corte quando compararam carbonato de cálcio com uma fonte pura.

Observa-se que houve efeito linear para o consumo de ração somente para o carbo-quelato de cálcio, mostrando que à medida que aumentou o nível de cálcio na dieta com esta fonte de cálcio, houve uma redução no consumo, indicando haver uma baixa aceitação do produto pelas aves. Para as demais fontes estudadas, não houve diferença significativa no consumo de ração à medida que aumentou o nível de cálcio. Isto vem mostrar que o nível de 0,60%

de cálcio na dieta é suficiente para promover o máximo consumo. No entanto, estes resultados conflitam com os obtidos por Guinotte et al. (1991), que verificaram diferença significativa no consumo de ração quando utilizaram níveis crescentes de cálcio na ração até a 4ª semana de idade.

Não houve diferença significativa para sexo neste experimento. Estes resultados discordam dos obtidos por Pizzolante (2000), que ao avaliar níveis crescentes de cálcio na dieta de frangos de corte, verificou que os machos consumiram 5,1% mais ração do que as fêmeas.

Consumo de cálcio

A Tabela 8 contém as médias do consumo de cálcio dos frangos de acordo com os níveis e fontes de cálcio no período de 1 a 28 dias de idade, e a análise de variância encontra-se na Tabela 2A dos anexos. Observaram diferenças significativas para as fontes de cálcio ($P < 0,05$), nível de cálcio ($P < 0,05$) e interação entre fonte e nível ($P < 0,05$), não havendo diferenças para sexo e demais interações.

Verifica-se que os menores consumos de cálcio foram observados para as aves que receberam, na dieta, o carbo-quelato de cálcio, devido ao menor consumo de ração quando comparadas às outras fontes, independente do nível de cálcio utilizado. Observa-se, para as demais fontes estudadas, que houve variações no consumo de cálcio nos diferentes níveis, evidenciando a interação significativa. Tal fato pode ter ocorrido pela variação nos níveis obtidos através da análise de cálcio, os quais foram utilizados como fatores de multiplicação no cálculo do consumo.

TABELA 8. Consumo de cálcio na ração(g) dos frangos segundo os níveis e fontes de cálcio até 28 dias de idade .

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	
0,60	11,28 B	9,02 D	12,82 A	9,86 C	10,74
0,75	15,23 A	9,90 C	13,44 B	13,21 B	12,94
0,90	18,51 A	10,45 C	17,93 A	16,20 B	15,77
Média	15,01	9,79	14,73	13,09	
Macho	14,78	9,81	14,97	12,91	13,11
Fêmea	15,32	9,77	14,49	13,28	13,19
Média Geral					13,15

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

Houve um efeito linear para o consumo de cálcio da ração (Figura. 1), sendo este proporcional ao teor de cálcio das rações para todos as fontes em estudo, de forma semelhante aos resultados obtidos por Bessa (1992), que também verificou aumento linear no consumo à medida que elevavam os níveis de cálcio.

Macho e fêmea não diferiram quanto ao consumo de cálcio. Isto provavelmente foi um reflexo do consumo de ração, para o qual não foi observado diferença significativa para sexo.

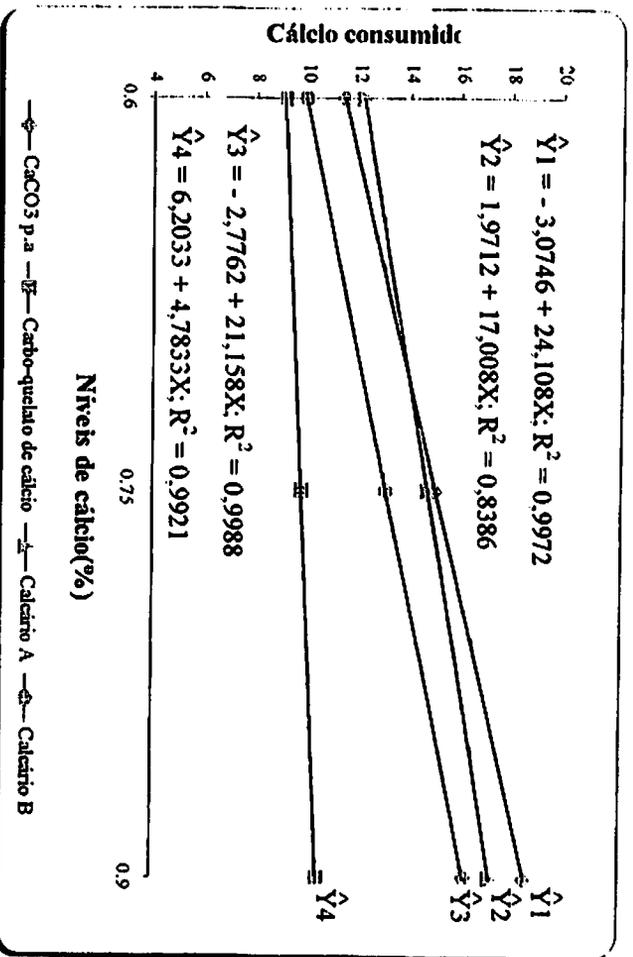


FIGURA 1. Efeito do nível de cálcio na ração sobre o consumo de cálcio da dieta dos frangos.

Ganho de peso

Os resultados para o ganho de peso dos frangos de corte no período de 1 a 28 dias, de acordo com os níveis e fontes de cálcio, encontra-se na Tabela 9, e a análise de variância está na Tabela 2A dos anexos. A análise de variância mostrou efeitos significativos para fonte de cálcio ($P < 0,01$) e para interação entre fontes e nível de cálcio ($P < 0,05$), não sendo observada significância para sexo e demais interações.

TABELA 9. Ganho de peso dos frangos (g) segundo os níveis e fontes de cálcio até 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ , p.a	Carbo-Q. de Ca ¹	Calcário A	Calcário B	
0,60	1.058 B	909 C	1.162 A	1.035 B	1041
0,75	1.101 AB	896 C	1.145 A	1.041 B	1046
0,90	1.097 A	762 B	1.166 A	1.072 A	1024
Média	1.085	856	1.157	1.049	
Macho	1066	870	1190	1072	1049
Fêmea	1106	844	1125	1029	1026
Média Geral					1037

* Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito linear ($p < 0,05$), $Y = 1.222,49 - 488,37 X$, com $R^2 = 81,74$

As aves que receberam a dieta com o carbo-quelato de cálcio apresentaram menor ganho de peso quando comparada às outras fontes. Este baixo ganho de peso pode ter sido consequência do baixo consumo de ração.

O calcário A foi superior à fonte padrão no nível de 0,60% de Ca e apresentou resultados semelhantes a nível de 0,75% e 0,90% de Ca, sendo estes resultado um reflexo do consumo de ração. Comparando os dois calcários calcíticos, verifica-se que o calcário A foi superior ao calcário B nos níveis de 0,60% e 0,75% de cálcio, como ocorrido no consumo de ração, e foram semelhantes a nível de 0,90% de cálcio, mostrando que neste nível o calcário B foi tão eficiente para o ganho de peso quanto o calcário A, uma vez que dietas formuladas com esta fonte foram consumidas em menor quantidade.

Os calcários calcíticos proporcionaram às aves um ganho de peso semelhante ao CaCO₃ p.a., indicando que estas fontes apresentam uma disponibilidade de cálcio suficiente para um ótimo ganho de peso. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Bessa (1992) e Waldroup et al.

(1963), que não encontraram diferenças significativas para ganho de peso quando compararam carbonatos de cálcio como fonte de cálcio.

Houve efeito linear no ganho de peso para as aves que receberam na dieta o carbo-quelato de cálcio, mostrando uma redução no ganho de peso quando se elevou o nível de cálcio na dieta. Para as outras fontes, de modo semelhante ao consumo de ração, o aumento no nível de cálcio não proporcionou aumento no ganho de peso. Estes resultados sugerem que todos os níveis de cálcio utilizados neste experimento atenderam as necessidades nutricionais das aves. Waldroup et al. (1964) verificaram, em sua pesquisa, que a nível de 0,60 % de cálcio, os frangos obtiveram o máximo ganho de peso até a 4ª semana de idade. No entanto, os resultados encontrados neste experimento diferem dos obtidos por Reid e Weber (1976) e Guinotte et al. (1991) que afirmam que o aumento dos níveis de cálcio na dieta elevam o ganho de peso dos frangos.

Não houve diferença significativa para sexo quanto ao ganho de peso, de modo semelhante ao consumo de ração. Estes resultados vêm discordar com os obtidos por Pizzolante (2000) que na sua pesquisa verificou que machos ganharam 8,5% mais peso do que as fêmeas, justificando que machos tendem a ganhar mais peso do que as fêmeas pelo efeito ativador da testosterona sobre a síntese de RNA-polimerase.

Conversão alimentar

Os dados de conversão alimentar se encontram na Tabela 10 e a análise de variância está na Tabela 3A dos anexos, mostrando que não houve efeito significativo para fonte, níveis, sexo, nem interações entre estes fatores ($P > 0,05$).

Isto indica que no presente trabalho a conversão alimentar analisada isoladamente não foi um bom parâmetro para avaliação do desempenho dos frangos porque o ganho de peso proporcionado pelas dietas é proporcional ao consumo de ração, como se pode observar nos resultados das Tabelas 7 e 9. Estes resultados se assemelham aos obtidos por Anderson et al. (1984), Shih et al. (1994) e Randolph et al. (1997).

Tabela 10. Valores médios de conversão alimentar segundo os níveis e fontes de cálcio no período de 1 a 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	
0,60	1,66	1,68	1,62	1,64	1,65
0,75	1,59	1,54	1,58	1,57	1,57
0,90	1,62	1,65	1,58	1,61	1,62
Média	1,62	1,62	1,60	1,61	
Macho	1,63	1,61	1,58	1,58	1,60
Fêmea	1,62	1,63	1,62	1,66	1,63
Média Geral					1,61

4.2 Balanço de cálcio

Na Tabela 11 estão os resultados do balanço de cálcio realizado no período de 29 a 31 dias de idade de acordo com os níveis e fonte de cálcio, e a análise de variância encontra-se na Tabela 4A. Observa-se que houve diferenças significativas para fontes de cálcio ($P < 0,01$), nível de cálcio ($P < 0,01$), sexo ($P < 0,01$) e interação entre fonte e nível ($P < 0,01$), não havendo efeito para as interações.

A nível de 0,90% de cálcio na dieta, as aves apresentaram a mesma percentagem de retenção de cálcio para todas as fontes em estudo. Verifica-se que o carbo-quelato de cálcio proporcionou uma melhor retenção de cálcio pelas aves quando comparado com as outras fontes nos níveis de 0,75% e 0,60%. Isto possivelmente ocorreu pelo fato de que as aves que receberam esta fonte na dieta tiveram um baixo consumo de cálcio e, desta forma, necessitaram reter mais cálcio. As aves que receberam o CaCO₃ p.a. na dieta apresentaram retenção de cálcio superior às que receberam o calcário A e B somente no nível de 0,75% , mostrando que calcários A e B apresentam uma boa disponibilidade de cálcio, pois nos níveis de 0,60 e 0,90% ,a retenção de cálcio pelas aves foi semelhante à fonte pura.

TABELA 11. Dados referentes a percentagem de cálcio retido (%) segundo os níveis e fontes de cálcio no período de 29 a 31 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	
0,60	54,65B	68,10A	50,65B	52,92B	56,58
0,75	51,56B	56,14A	44,10C	46,52C	49,58
0,90	47,61	45,25	43,61	46,22	45,74
Média	51,27	56,59	46,12	48,55	
Macho	54,22	57,96	46,34	49,06	51,90A
Fêmea	48,33	55,21	45,89	48,03	49,37B
Média Geral					50,63

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

As aves que receberam, como fonte de cálcio, calcário A e B na dieta, não diferiram quanto à retenção de cálcio, apesar destas fontes terem apresentado diferentes tamanhos de partículas. Este resultados discordam com os obtidos por

Guinotte et al. (1991), que relatam que retenção de cálcio está associada ao tamanho da partícula, havendo uma menor retenção quando são incorporadas partículas maiores na dieta.

As aves que receberam o calcário B tiveram uma retenção de cálcio inferior à fonte padrão somente no nível de 0,60%. Isto indica que esta fonte apresenta uma alta disponibilidade de cálcio, uma vez que esta fonte proporcionou um consumo de cálcio inferior à fonte padrão.

Houve um efeito linear para retenção de cálcio pelas aves para todas as fonte em estudo (Figura. 2), mostrando um aumento da porcentagem de cálcio retido à medida que diminuiu o nível de cálcio da dieta, evidenciando que as aves alimentadas com dietas deficientes de cálcio aumentam a taxa de absorção, e à medida que elevam os níveis dietéticos de cálcio, ocorre uma redução desta absorção, concordando com (McDowell,1992). Pizzolante (2000), de maneira semelhante, verificou que conforme aumentavam os níveis de cálcio das dieta, os teores de cálcio da excreta também aumentavam, e conseqüentemente ocorria uma diminuição do cálcio retido.

Houve diferenças significativas para sexo, mostrando que há influência do sexo na retenção do cálcio, sendo que os machos tiveram maior capacidade de aproveitamento de cálcio do que as fêmeas. Estes resultados discordam dos obtidos por Pizzolante (2000) segundo o qual não foram observados diferenças significativa para macho e fêmea quanto à porcentagem de cálcio nas excretas.

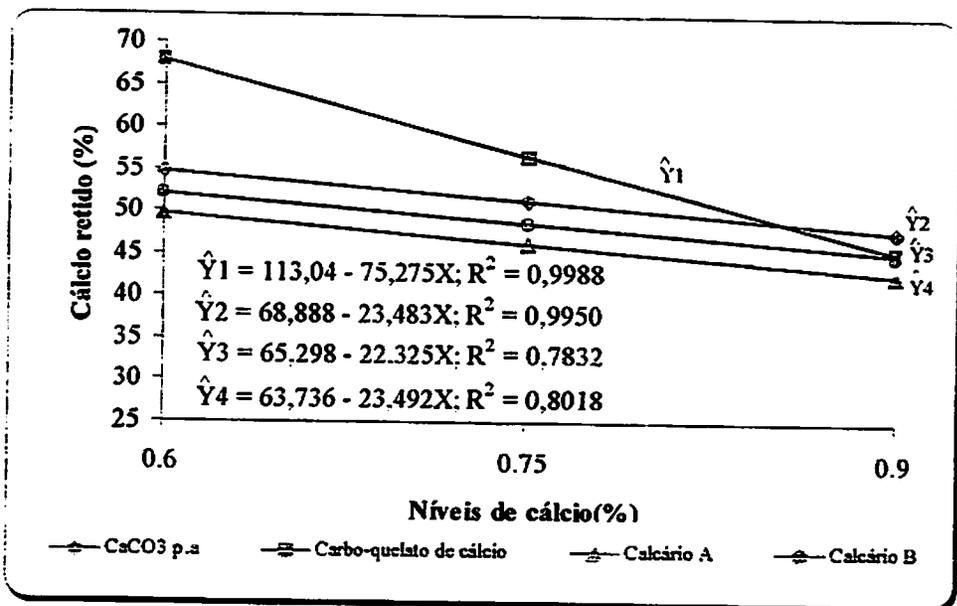


FIGURA 2. Efeito do nível de cálcio sobre a retenção de cálcio dos frangos

4.3. Avaliação do tecido ósseo

Cinzas na tibia

A Tabela 12 contém as médias do conteúdo de cinzas ósseas no período de 1 a 28 dias, de acordo com os níveis e fonte de cálcio, e a análise de variância encontra-se na Tabela 5A dos anexos. Observou-se que para o conteúdo de cinzas na tibia houve diferenças significativas para fonte de cálcio ($P < 0,05$), nível ($P < 0,01$) e sexo ($P < 0,01$), não ocorrendo diferença significativa para as interações.

TABELA 12. Conteúdo de cinzas nas tíbias (%) segundo os níveis e fontes de cálcio dos frangos até 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	Média ¹
0,60	49,42	50,56	49,00	48,60	49,40
0,75	50,58	52,15	50,85	50,39	50,99
0,90	52,13	52,35	51,75	51,50	51,93
Média	50,71 AB	51,69 A	50,53 AB	50,17 B	
Macho	50,32	51,49	49,88	49,17	50,20B
Fêmea	51,10	51,89	51,18	51,17	51,34A
Média Geral					50,77

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito linear ($p < 0,05$), $Y = 44,42 + 8,47X$, com $R^2 = 97,81\%$

Os resultados mostram que o uso de carbo-quelato de cálcio na dieta das aves proporcionou uma boa deposição do mineral nas tíbias, semelhante ao CaCO₃ p.a. e calcário A, sendo superior ao calcário B. Isto possivelmente ocorreu pelo fato do carbo-quelato de cálcio apresentar um baixo pH que veio a melhorar a absorção do cálcio. Ibardolaza et al. (1993), em sua pesquisa, verificou que a utilização de ácido propiônico na dieta melhora consideravelmente a mineralização óssea pois, este aumenta a solubilidade e, conseqüentemente, a absorção do mineral. Um outro ponto que pode ter contribuído para um aumento da porcentagem de cinzas é o fato do carbo-quelato de cálcio apresentar, na sua composição, 3,36 % de fósforo. Possivelmente, este fósforo apresenta uma alta biodisponibilidade, o que veio contribuir para o aumento da porcentagem de cinzas ósseas.

As aves que receberam o calcário A e B na dieta não diferem das aves que receberam o CaCO₃ p.a, mostrando que estas fontes promoveram uma deposição de cálcio suficiente para mineralização óssea. Estes resultados estão

de acordo com os obtidos por Bessa (1992) e Anderson et al. (1984), que não encontraram diferenças significativas para deposição de cálcio quando compararam fontes de carbonato de cálcio.

A porcentagem de cinzas ósseas aumentou com a elevação dos níveis de cálcio na ração. Resultados semelhantes foram obtidos por Reid e Weber (1976), Damron e Harms (1971), Elliot et al. (1995), Shih et al. (1994) e Guinotte et al. (1991), que constataram, em suas pesquisas, que o aumento do nível do cálcio na dieta proporcionou um aumento da porcentagem do teor de cinzas ósseas.

As fêmeas apresentaram uma deposição mineral na tibia superior aos machos. É provável que exista uma influência hormonal atuando de maneira diferente entre sexos, através da qual as fêmeas respondem de maneira mais eficiente, tendo em vista que a disponibilidade entre os sexos não favoreceu os machos. Resultados semelhante foram obtidos por Waldroup et al. (1963) onde avaliando a utilização, para machos e fêmeas de cálcio, de diferentes fontes no período de 28 dias, observaram que as fêmeas apresentaram uma maior deposição de cálcio do que os machos, mostrando que as fêmeas são mais tolerantes a baixos níveis de cálcio do que os machos. Porém, estes resultados discordam dos obtidos por Cabral (1999), que avaliando a utilização de cálcio para sexo, observou, em seu trabalho, que fêmeas tiveram menor capacidade de deposição de minerais, concluindo que fêmeas necessitam de uma porcentagem mais elevada de cálcio na dieta para que ocorra a máxima mineralização.

Cálcio nas cinzas da tibia

A Tabela 13 contém as médias do conteúdo de cálcio nas cinzas da tibia no período de 1 a 28 dias e a Tabela 5A dos anexos contém a análise variância. Observa-se que houve diferenças significativas somente para os níveis de cálcio ($P < 0.01$).

TABELA 13. Conteúdo de cálcio nas cinzas da tibia (%) segundo os níveis e fontes de cálcio dos frangos até 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média ¹
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	
0,60	34,56	34,03	34,41	34,73	34,43
0,75	35,08	35,09	35,13	34,88	35,04
0,90	35,15	35,17	35,21	35,14	35,17
Média	34,93	34,76	34,92	34,91	
Macho	34,97	34,70	34,80	34,89	34,87
Fêmea	34,90	34,83	35,03	34,94	34,89
Média Geral					34,88

¹Efeito linear ($p < 0,05$), $Y = 33,05 + 2,44X$, com $R^2 = 87,01$

Não houve diferenças significativas para as fontes de cálcio, mostrando que estatisticamente estas fontes são iguais quanto à deposição de cálcio, pois a utilização do cálcio presente em todas as fontes em estudo foi suficiente para a calcificação óssea.

A análise de regressão para níveis de cálcio mostrou haver um efeito linear com um aumento da porcentagem de cálcio da tibia à medida que aumenta o nível de cálcio da dieta, demonstrando que o tecido ósseo é o parâmetro de

resposta mais indicado para avaliar a disponibilidade de cálcio, uma vez que é o local que mais responde à variação do nível de cálcio. Este resultado estão de acordo com os de Edward (1988), Edward e Veltmann (1983), Hulan et al. (1985) e Shih (1994) que verificaram um aumento do teor de Ca nas cinzas ósseas quando se elevava o nível de cálcio.

Não foi encontrada diferença significativa para sexo, de maneira semelhante a Pizzolante (2000) e Cabral (1999) que avaliando a utilização de cálcio na dieta de frango de corte, verificaram que a deposição de cálcio no osso não foi influenciada pelo sexo.

Comprimento da tibia

A Tabela 14 contém as médias do comprimento (mm) da tibia no período del a 28 dias e a Tabela 5A dos anexos contém a análise de variância. Para o comprimento da tibia, verifica-se que houve diferença significativa somente para as fontes ($P < 0,01$).

As aves que receberam o carbo-quelato de cálcio na dieta apresentaram o menor comprimento da tibia devido a um menor crescimento. As dietas formuladas com CaCO_3 p.a. , calcário A e calcário B não diferiram na avaliação deste parâmetro. Estes resultados mostram que o comprimento da tibia está relacionado ao crescimento dos frangos. Smith e Kabaija (1985), ao estudarem o efeito de níveis de cálcio em diferentes fontes sobre a performance e mineralização óssea, não encontraram diferença para os comprimentos da tibia ao verificar que as mesmas proporcionaram ganho de peso semelhante.

TABELA 14. Comprimento da tibia (mm) segundo os níveis e fontes de cálcio dos frangos até 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	
0,60	75,25	70,00	75,25	74,25	73,69
0,75	76,00	71,75	75,62	75,87	74,81
0,90	74,50	67,87	77,62	75,00	73,75
Média	75,25 A	69,87 B	76,17 A	75,04 A	
Macho	75,08	70,42	77,00	75,25	73,64
Fêmea	75,42	68,92	75,33	74,83	74,52
Média Geral					74,08

* Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

Não se observou efeito do comprimento da tibia com o aumento do nível de cálcio na ração. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Skinner et al. (1992). No entanto, Shih et al. (1994) verificaram diferenças no comprimento da tibia quando se avaliou o nível dietético de cálcio.

Não foi encontrada diferença significativa para macho e fêmea quanto ao comprimento da tibia. Isto provavelmente foi consequência da não ocorrência de diferença significativa para sexo quanto ao ganho de peso.

Diâmetro externo da tibia

A Tabela 21 contém as médias do diâmetro da tibia no período de 1 a 28 dias e a Tabela 6A apresenta a análise de variância. A análise da variância para o diâmetro da tibia mostrou haver diferenças significativas para fonte de cálcio

($P < 0,01$), sexo ($P < 0,01$) e a interação entre a fonte e o nível de cálcio ($P < 0,05$) não sendo verificado efeitos significativos para níveis e as demais interações.

TABELA 15. Diâmetro externo da tibia (mm) segundo os níveis e fontes de cálcio dos frangos até 28 dias de idade.

Nível de Ca (%)	FONTE DE CÁLCIO				Média
	CaCO ₃ p.a	Carbo-Q. de Ca	Calcário A	Calcário B	
0,60	5,25 AB	4,62 B	5,50 A	4,87 AB	5,06
0,75	5,87 A	5,00 B	5,00 B	4,62 B	5,12
0,90	5,75 A	4,50 B	5,62 A	5,50 A	5,34
Média	5,62	4,71	5,37	5,00	
Macho	6,00	5,08	5,75	5,33	5,54A
Fêmea	5,25	4,33	5,00	4,67	4,81B
Média Geral					5,17

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade

O nível de 0,60% de Ca não foi suficiente para verificar diferença significativa entre o carbo-quelato e o CaCO₃p.a. No entanto, a nível de 0,75% e 0,90% de Ca, o carbo-quelato apresentou um menor diâmetro quando comparado com a fonte padrão, mostrando, de maneira semelhante ao comprimento da tibia, que esta variável está ligada ao crescimento das aves. Quando se compara o carbo-quelato com os calcários calcíticos, verifica-se que este fonte foi semelhante ao calcário A somente no nível de 0,75% e inferior ao calcário B a nível de 0,90% de Ca.

Os calcários calcíticos foram semelhantes nos 3 níveis em estudo, da mesma forma como ocorreu com comprimento da tibia. Ambos foram estatisticamente iguais à fonte padrão nos níveis de 0,60 e 0,90% de cálcio.



Os níveis dietéticos de cálcio não influenciaram o diâmetro da tibia. No entanto, Skinner e Waldroup (1992) relatam que o diâmetro da tibia é influenciado pelo aumento dos níveis de cálcio.

Em relação ao diâmetro externo da tibia, houve diferença significativa para sexo, mostrando para os machos que há necessidade de níveis mais baixos de cálcio para alcançar o máximo diâmetro da tibia.

4.4 Biodisponibilidade Relativa de cálcio

Muitos autores relatam que o melhor critério de resposta para se avaliar a biodisponibilidade de cálcio é a porcentagem de cinza óssea, pois este reflete melhor as variações de macrominerais na dieta. Guinotte et al. (1991) concordam, justificando que os dados de cinza óssea é o melhor, pois reflete mais claramente o aumento do nível de cálcio na dieta, sendo a tibia o osso selecionado por muitos pesquisadores para determinar a deposição de mineral devido ao seu maior tamanho e à facilidade de remoção (Nelson et al. 1965).

O nível de cálcio na dieta e a porcentagem de cinzas ósseas foram os parâmetros usados para a obtenção da equação linear (linear $Y = 43,91 + 9,06X$, com $R^2 = 99,3\%$ em que $Y = \%$ de cinza óssea e $X =$ Nível de Ca).

De acordo com os resultados, observa-se mais claramente que o carboquelato de cálcio foi a fonte mais biodisponível, pois esta fonte contribuiu para melhor mineralização. O quelato proporcionou uma melhor utilização do mineral pelas aves, evitando formar compostos de baixa biodisponibilidade, aumentando a sua absorção. Estes resultados concordam com os de Ashmead (1992), que observou, em sua pesquisa, que minerais quelatado proporcionam

melhor absorção e utilização do mineral. Segundo Soares et al. (1995), o cálcio quelatado apresenta uma biodisponibilidade alta, próxima a 100%.

TABELA 16. Biodisponibilidade relativa de cálcio utilizando como parâmetro conteúdo de cinza na tibia.¹

FONTE	Cinzas Ósseas			
	(%)	(X ₁) ³	(X ₂) ⁴	(X ₂ /X ₁) ⁵
CaCO ₃ p.a ²	-	-	-	100
Carbo-quelato de cálcio	52,15	0,75	0,91	121
Calcário A	50,85	0,75	0,77	103
Calcário B	50,39	0,75	0,71	95

¹Valores calculados pelo método das abscissas

²Atribui-se ao carbonato de cálcio um valor de 100% de disponibilidade de Ca

³Nível de Ca Correspondente da fonte testada

⁴Nível de Ca Correspondente da fonte padrão

⁵Biodisponibilidade

Um outro fator que possivelmente contribui para um melhor aproveitamento do cálcio do carbo-quelato é o pH ácido igual a 3,20 que esta fonte apresenta, sendo o pH baixo de extrema importância para aumentar a absorção do mineral, como mostram os trabalhos de Ibardolaza et al. (1993) e Horikawa et al. (1993), que verificaram um aumento na mineralização óssea com uma redução do pH da dieta, pois assim ocorre um aumento da solubilidade da fonte, possibilitando um aumento da absorção do mineral.

Quando se comparam os calcários calcíticos, observa-se que o calcário A foi ligeiramente mais disponível do que o de calcário B. Estes resultados mostram que existe diferença na biodisponibilidade de cálcio entre os calcário

calcíticos, dependendo da localização das rochas. Reid e Weber (1976) avaliando a biodisponibilidade relativa de cálcio de 5 fonte de calcários calcíticos, encontraram uma variação de 73,3 a 109,4% utilizando como critério de resposta a porcentagem de cinzas ósseas.

Apesar da diferença entre os calcário calcíticos quanto à biodisponibilidade, verifica-se que estas fontes apresentaram pouca variação em relação à fonte padrão. Estes resultados estão de acordo com o relato de Soares et al. (1995), que descrevem que o calcário calcítico apresenta uma biodisponibilidade relativa próxima a 95%. Bessa (1992), avaliando a biodisponibilidade relativa de cálcio de um calcário calcítico, encontrou uma biodisponibilidade de 96,81% em relação à fonte padrão.

Verificou-se, desta forma, que embora a biodisponibilidade relativa entre as fontes varie de 95 a 121 % ,apenas o carbo-quelato afetou negativamente os índices de desempenho. As outras fontes são semelhantes quanto aos seus efeitos sobre o desempenho.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultado do presente trabalho, pode-se concluir que:

1. As biodisponibilidades relativas das fontes estudadas são variáveis, sendo 121, 103 e 95%, respectivamente para o carbo-quelato de cálcio, calcário A e calcário B.
2. carbo-quelato de cálcio piora a desempenho das aves.
3. Independente da procedência do calcário, o desempenho das aves foi semelhante em relação ao CaCO_3 p.a .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- ASHMEAD, H. D. Comparative Intestinal Absorption and Subsequent Metabolism of Metal aminoacid chelates and Inorganic metal salt. In:____, ed. The roles of aminoacid chelates in animal nutrition. Park Ridge, Noyes Publications, 1992. cap. 3, p. 47-75.1992
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official analytical Chemists.** 15. ed. Arlington, n.1. 1990
- BEN, C. D.; ELBERT,J.D; JAMES, E. H.; Availability of calcium in feed grade phosphates to the chicks. *Poltry Science*, Champaign, v.73, n. 9, p.1132-1134, Sept. 1994
- BESSA, L. H. F. **Biodisponibilidade de cálcio em suplementos de cálcio e fósforo para aves;** Belo Horizonte. Escola de veterinária da UFMG, 1992. 50p. (Dissertação - Mestrado em zootecnia)
- BRASIL .Ministério da Agricultura. **Normas Climatológicas 1961-1990.** Brasília: MA, 1992. 88p.
- CABRAL, G.H. **Níveis de cálcio em ração para frangos de corte .** Viçosa : UFV, 1999. 107p. (Tese - Doutorado em Zootecnia)
- COUZY,F.; KEEN,C.; GERSHWIN, M. E.; MARESCHI, J.P. Nutritional implicatinons of the interactions between minerals. *Progress in food and nutrition Science*, Pordrecht v. 17, p. 65-87, 1993.
- CUCA,M; SUNDE, M,L. The avalability of calcium from mexican and Californian sesame meals. *Poultry Science*, Champaign v. 47 n. 24, p.994-1002, 1968.

- 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.15, n.1, p.42-47, Jan. 1936.
- EDWARDS. JR, H. M.** Effect of dietary calcium phosphorus, chloride and zeolite on the development of tibial dyschondroplasia. *Poultry Science*, Champaign, v. 67, p.1436-1446, 1988
- EDWARDS. JR, H. M.; VELTMANN. JR, J. R.; T** 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.
- ELLIOT, M.A; ROBERSON, K. D.; ROWLAND, G. N.; EDWARDS, HM. JR.** Effects of dietary calcium and 1,25-dihydroxycholecalciferol on the development of tibial dyschondroplasia in broiler during the start and grower periods. *Poultry Science*, Champaign, v.74, n.9, p. 1495-1505, Sept. 1995.
- EWING, M. L.; HEWAT, W.W.; GILBERT, R. W.; SANDER, J. Z.; BROWN, T. D.** Effects of calcium/phosphorus imbalance in the ration on flock performance two broiler flocks in North Georgia. *Avian Disease*, Kennett, v.39, n.1, p.179-182. 1995.
- FERREIRA, D. N.** Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras : UFLA/DEX/SISVAR, 1992.
- FURTADO, M.A.O.** Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos. Belo horizonte: UFMG. Escola de veterinária, 1991. 60p. (Dissertação - Mestrado em zootecnia).
- GEORGIEVSKII, V. I.** General Information on Minerals. In: **GEORGIEVSKII, V. I. ANNENKOV, B. N.; SAMOKHIN. V.T.** Mineral nutrition of Animal. London : Butterworths, 1982. p.11-56.
- GREGER, J. L.** Calcium Bioavailability. *Cereal Foods World*, v. 33, n. 9 p.796-800, Sept. 1988.

- GUINOTTE, F.; NYS, Y.; MONREDON, F. Effects the of particle size and origin of calcium carbonato on performance and ossification characteristics in broiler chicks. *Poultry Science*, Champaign, v.70, n.9, p. 1908-1920, Sept. 1991.
- GUINOTTE, F.; NYS, Y. Effects the of particle size and origin of calciumsources on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. *Poultry Science*, Champaign ,v.70, n.3, p. 583-592, Mar.1991.
- GUINOTTE,F.; GAUTRON, J.; NYS, Y.; SOUMARMON, A. Calcium solubilization and retention in the gastrointestinal tract in chicks (*Gallus domesticus*) as a funtion of gastric acid secretion inhibition and of calcium carbonate. *British Journal of Nutritio*, New York, v.73, n.1, p. 125-139, Jan. 1995.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 1014.
- HORIKAWA, H.; MASUMURA, T.; WATANABE, E.; ISHIBASHI, T. Effects of dietary gizzerosine on contents of ash and calcium in the femur of young and ovariectomized mice. *Animal Science and Technology*, Tokyo, v.64, n. 1, p. 8-12, Jan. 1993.
- HORIKAWA, H.; MASUMURA, T.; HIRANO, S.; WATANABE, E.; ISHIBASHI, T. Otimum dietary level of gizzerosine for maximum calcium content in femur of chicks. *Japanese Poultry Science*, Ibaraki, v. 29, n. 6, p. 361-367. 1992.
- HULAN, H.W.; DEGROOTE, G.; FONTINE, G.; REMUNTER, G. The effect of different totals and rations of dietary calcium and phosphorus on the performance and incidence of leg abnormalities of male and female broiler chickens. *Poultry science*, Champaign, v.64, n.6, p1157-1169, Jun. 1985.
- IBARDOLAZA, E. I.; ISSHIKI, K.; YAMAUCHI, K. E; NAKAHIRO, Y. Effects of dietary propionic acid on breaking strenght and calcium content of the tarsometatarsal bone in broiler chickens. *Japanese Poultry Science*, Ibaraki, v. 30, n.3 , p .175-182. Mar. 1993.
- KRAUSE, D.A.; HARRISON, P.C.; EASTER, R. A. Characterization of the nutritional interactions between organic acids and inorganic base in the pig and chick. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 72, n. 5, p. 1257-1262, May. 1994.

- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WANER, R. G. Nutrição Animal. 3ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.**
- 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. 1974.**
- McNAUGHTON, J. L.; DEATON. Effect of calcium source and particle on calcium utilization. Poltry Science. v.59, n.7, p.1568 ,1981. (Abst).**
- McDOWELL, L. R. Minerals in animal and human nutrition. San Diego: Academy Press, .524p. 1992.**
- MILLER. P.D. Minerals. In: FENNEMA. O. R. Food Chemistry 3. Ed. New. York: Macel Dekker, 1996 (Serier Food and Technology).**
- MILLER, W. J. Biological value of different source of inorganic trace elements Feedstuffs, Minneapolis, v. 30, p..20-22, Mar. 1981.**
- MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. Harper: Bioquímica. 6ª ed. São Paulo/ Atheneu. 1990. 675p.**
- NATIONAL RESERARCH COUCIL – NRC. Nutrient requeriments of swine. 9. ed. Washigton. National Academy Press, 1988**
- NELSON, T. S.; DAVID, A. H.; WALKER, A.C. Effect of alternating the intake of calcium and phosphorus on their utilization by chicks. Poultry Science, Champaign, v. 44, n.5, p. 1273-1278, Sept. 1965.**
- NELSON, T. S.; HARRIS, G. C.; KIRBY, L. K.; JOHNSON, Z, B. Effect of calcium and phosphorus on the incidence of leg abnormalities in growing broilers. Poultry science, Champaign , v. 69, n.9, p. 1496-1502, Sept. 1990.**
- PEELER, H. T. Biological availability of nutrients in feeds: avalaibility of majior mineral ions. Jornal of Animal science, Champaign,. v.35, n.3, p 695-712, Mar.1972.**
- PIZZOLANTE, C.C. Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte. Lavras: UFLA, 2000. 117p (Tese- Doutorado em Zootecnia)**

- RANDONLPH, D. M.; HARDY, M. E.; GAYNER, R.M.; GEORGE, N.R.:
Dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol has variable effects on the incidences of leg abnormalities, plasma vitamin d metabolites, and vitamin D receptores in chickens divergently selected for tibial dyschondroplasia. *Poultry Science*, Champaign ,v.76, n..2, p. 338-345, Feb.1997.
- 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. 1976.
- 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, 59p.
- ROSS, R. D.; CROMWELL,G.L.; STAHLY, T. S. Effects of soruce and particle size on the biological availability of calcium supplements for growing pigs. *Jorrnal Animal Science*, Champaign ,v. 59, n. 1, p. 125-134, Jan. 1984.
- RUTZ, F. Absorção de minerais e vitaminas. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. *Fisiologia da digestão e absorção das aves*. Campinas: FACTA, 1994. p. 83 - 98
- SHAFEY. T, M. Calcium tolerante of growing chickens: effect of ratio of dietary calcium to avaialble phosphorus. *Word's Poultry Science Jornal*, Itaca, v.49, n.1, p..5-18, 69, 72, 75, 78. 1993.
- SHIH, B. L.; HSU, J. C.; CHIOU, P. W. S.; FAN, Y. K.; YU, B. Effects of dietary levels on the growth performance of Taiwam country chickens during 5 to 8 weeks of age. *Journal of the Chinese- Society of Animal Science*. v. 23, n. 2, p. 127-137, 1994
- SMITH, K. T. calcium and trace mineral interactons cereal foods worlds. *Cereal foods worlds*, St.Paul, v. 33, n. 9, p. 781-781,Sept. 1988.
- SMITH, O. B; KABAHA, E. Effect of high dietary dietary calcium and wide calcium –phosphorus ratios in broiler diets. *Poultry Science*, Champaign, v.64, n.9, p. 1713-1720, Sept.1985.
- SOARES, J.H.; AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. Calcium bioavailability. *Bioavailability of Nutrients for Animals: amino-acids,- Minerals,- and- viatmins*. 1995, 95-118; 1995.

- SKINNER, J. T.; ADAMS, M.H.; WATKINS, S. E.; WALDROP, P. W. Effects of calcium and nonphytate phosphorus levels fed during 42 to 52 days of age on performance and bone strenght of male broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. V.1, n.2, p. 167-171. 1992
- SKINNER, J.T.; WALDROUP, P.W.; Effects of calcium and phosphorus levels in satrter and grower diets in broiler during the finisher period. *Journal Applied Poultry Reseach*. v. 1 n.3 p. 273-279. 1992
- TEIXEIRA, A. S. Exigências nutricionais de zinco e sua biodisponibilidade em sulfatos e óxidos de zinco para pintos de corte. Porto Alegre: UFRS 1994 172p. (Tese – Doutorado em Zootecnia).
- ZANOTTO, L. D.; BELLAVAR, 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. Poult. Res.* v.6, p. 94-99. 1997.
- 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. 212-216, Jan. 1964.
- WEDEKIND, K. J.; BAKER, D. H. Effect of varying calcium and phophorus level on manganese utilization. *Poultry Science*, Champaign, v.69, n.7, p.1156-1164, Jul. 1990.

ANEXOS

TABELAS

- 1A. Temperaturas no interior do galpão experimental às 9: 00 e às 15: 00 horas durante e a realização do experimento, no período de 0 a 28 dias de idade das aves (°C).
- 2A. Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos ao consumo de ração (CR), consumo de cálcio na ração (CCa), ganho de peso (GP) dos frangos , no período de 0 a 28 dias de idade das aves.
- 3A. Valores de QM da análise de variância e coeficientes de variação dos dados da conversão alimentar(C.A) no período de 0 a 28 dias de idade das aves.
- 4A. Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos à porcentagem de cálcio retido, no período de 29 a 31 dias.
- 5A. Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos à porcentagem de cinza na tibia (CT), porcentagem de cálcio na cinza da tibia (CaCT) e comprimento longitudinal (CT) dos frangos, no período de 0 a 28 dias de idade das aves.
- 6A . Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos a diâmetro da tibia dos frangos, no período de 0 a 28 dias de idade das aves.

Tabela 1A . Temperaturas no interior do galpão experimental às 9:00 e 15:00 horas durante e a realização do experimento, no período de 0 a 28 dias de idade das aves (°C).

Data	9:00 h			15:00 h		
	Mínima	Máxima	Amplitude	Mínima	Máxima	Amplitude
13/04/99	23	30	7	25	33	12
14/04/99	19	27	8	23	31	8
15/04/99	20	26	6	22	31	9
16/04/99	24	31	7	26	34	12
17/04/99	23	33	10	26	34	12
18/04/99	17	28	11	26	34	12
19/04/99	19	26	7	30	34	4
20/04/99	23	28	5	24	34	10
21/04/99	21	27	6	30	35	5
22/04/99	20	29	9	27	34	7
23/04/99	18	32	14	23	33	10
24/04/99	18	30	12	22	33	11
25/04/99	16	25	9	26	33	7
26/04/99	15	25	10	28	32	4
27/04/99	15	26	11	23	31	8
28/04/99	16	25	9	29	32	13
30/04/99	16	26	10	26	34	8
01/05/99	17	32	15	23	33	10
02/05/99	17	28	11	26	34	8
03/05/99	15	27	12	26	33	7
04/05/99	15	27	12	24	33	9
05/05/99	17	33	16	24	33	9
06/05/99	17	33	16	26	33	7
07/05/99	19	29	10	25	29	4
08/05/99	20	27	7	22	27	5
09/05/99	18	25	7	25	29	5
10/05/99	15	25	10	23	30	7
11/05/99	15	25	10	22	30	8
12/05/99	15	28	13	24	31	7
Mínima	15	25	5	22	27	4
Média	18,03	28,03	10,16	25,03	32,31	8,21
Máxima	24	33	16	30	35	13

FATOR DE VARIAÇÃO		GL	Valores de QM			CV (%)	** (p<0,001)	* (p<0,005)
			CR	CCa	GP			
Fonte		3	484530,27**	68,00**	199,43**			
Sexo		1	27482,77**	101,00**	2,04 ^{ns}			
Nível/Fonte1		2	893,57 ^{ns}	52,00 ^{ns}	2215,35 ^{ns}			
Linear		1	608,48 ^{ns}	104,00**	2974,13 ^{ns}			
Quadrática		1	1178,66 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1456,57 ^{ns}			
Nível/Fonte2		2	72694,22 ^{ns}	2,09 ^{ns}	26261,31 ^{ns}			
Linear		1	144523,00**	4,11**	42931,82**			
Quadrática		1	865,44 ^{ns}	0,07 ^{ns}	9590,80 ^{ns}			
Nível/Fonte3		2	4969,25 ^{ns}	31,04 ^{ns}	474,10 ^{ns}			
Linear		1	2906,65 ^{ns}	52,07**	31,96 ^{ns}			
Quadrática		1	7031,86 ^{ns}	10,02**	916,24 ^{ns}			
Nível/Fonte4		2	9460,63 ^{ns}	40,00 ^{ns}	15,41,18 ^{ns}			
Linear		1	1153,68 ^{ns}	80,00**	2659,75 ^{ns}			
Quadrática		1	17767,58 ^{ns}	0,08 ^{ns}	422,60 ^{ns}			
F x S		3	6,65 ^{ns}	0,54 ^{ns}	6,06 ^{ns}			
N x S		2	5050 ^{ns}	0,26 ^{ns}	4,13 ^{ns}			
F x N x S		6	5494 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,37 ^{ns}			
Resíduo		24	3608,09	0,2345	2958,60			
Total		47						
			3,59	3,68	5,24			

Tabela 2A. Valores de QM da análise de variância e coeficientes de variação dos dados relativos ao consumo de ração (CR), consumo de cálcio na ração (CCa), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), no período de 0 a 28 dias de idade das aves.

Tabela 3A . Valores de QM da análise de variância e coeficientes de variação dos dados da conversão alimentar(C.A), no período de 0 a 28 dias de idade das aves.

FATOR DE VARIAÇÃO	GL	C.A.
		Valores de QM
Fonte	3	0,0017 ^{**}
Nível	2	0,1235 ^{ns}
Sexo	1	0,0210 ^{ns}
F x S	3	0,0044 ^{ns}
N x S	2	0,0071 ^{ns}
F x N x S	6	0,0049 ^{ns}
Resíduo	24	0,0070
Total	47	
CV (%)		5,20

**($p < 0,001$)

• ($p < 0,005$)

Tabela 4A . Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos à porcentagem de cálcio retido, no período de 29 a 31 dias de idade.

FATOR DE VARIAÇÃO	GL	% de Cálcio Retido
		Valores de QM
Fonte	3	242,28**
Sexo	1	483,64**
Nível/Fonte1	2	49,87**
Linear	1	99,26**
Quadrática	1	0,49 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	510,57 ^{ns}
Linear	1	1019,93**
Quadrática	1	1,21 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	61,71 ^{ns}
Linear	1	99,33**
Quadrática	1	24,54 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	67,27 ^{ns}
Linear	1	89,71**
Quadrática	1	24,82 ^{ns}
F x S	3	17,79 ^{ns}
N x S	2	2,30 ^{ns}
F x N x S	6	2,73 ^{ns}
Resíduo	24	8,59
Total	47	
CV (%)		5,79

** (p < 0,001)

* (p < 0,005)

Tabela 5A . Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos à porcentagem de cinza da tibia (CTporcentagem de cálcio na cinza da tibia (CaCT), comprimento longitudinal (CL) dos frangos, no período de 0 a 28 dias de idade das aves.

FATOR DE VARIAÇÃO		GL	Valores de QM	
			CaCT	CL
Fonte		3	40,13*	194,63**
Nível		2	30,09**	12,79 ^{ns}
Sexo		1	52,78**	18,37 ^{ns}
F x N		3	0,89 ^{ns}	13,39 ^{ns}
F x S		3	2,87 ^{ns}	2,34 ^{ns}
N x S		2	0,77 ^{ns}	6,50 ^{ns}
F x N x S		6	1,41 ^{ns}	9,34 ^{ns}
Resíduo		72	3,066	6,90
Total		95		
CV (%)			3,44	3,55
			2,10	

** (p < 0,001)
* (p < 0,005)

Tabela 6A . Valores de QM e coeficientes de variação dos dados relativos a diâmetro da tibia dos frangos, no período de 0 a 28 dias de idade das aves.

FATOR DE VARIAÇÃO	GL	Diâmetro da tibia
		Valores de QM
Fonte	3	3,92**
Sexo	1	12,76 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	0,87**
Linear	1	1,00*
Quadrática	1	0,75 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	0,54 ^{ns}
Linear	1	0,01 ^{ns}
Quadrática	1	1,02 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	0,87 ^{ns}
Linear	1	0,06 ^{ns}
Quadrática	1	1,06 ^{ns}
Nível/Fonte1	2	1,62 ^{ns}
Linear	1	1,56 ^{ns}
Quadrática	1	1,69 ^{ns}
F x S	3	0,01 ^{ns}
N x S	2	0,19 ^{ns}
F x N x S	6	1,40 ^{ns}
Resíduo	72	0,42
Total	95	
CV (%)		12,62

** (p<0,001)
* (p<0,005)