

**NÍVEIS DE CÁLCIO E GRANULOMETRIAS
DO CALCÁRIO PARA FRANGAS DE
REPOSIÇÃO**

ADRIANO GERALDO

2003

ADRIANO GERALDO

**NÍVEIS DE CÁLCIO E GRANULOMETRIAS DO CALCÁRIO PARA
FRANGAS DE REPOSIÇÃO**

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

Orientador

Prof. Antonio Gilberto Bertechini

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

ADRIANO GERALDO

**NÍVEIS DE CÁLCIO E GRANULOMETRIAS DO CALCÁRIO PARA
FRANGAS DE REPOSIÇÃO**

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

Aprovada em 7 de fevereiro de 2003.

Prof. Elias Tadeu Fialho - UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz - UFLA

Prof. Luís David Solis Murgas - UFLA

Antonio Gilberto Bertechini

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003**

A Deus,

Por me guiar e iluminar em todos os momentos,

DEDICO

Aos meus pais, José e Lazara, pelo apoio, amor e compreensão,

Aos meus irmãos, Ricardo e Gislaine, pela amizade

Aos meus amigos e familiares pelo incentivo,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

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 Prof. Antonio Gilberto Bertechini pela orientação, amizade, apoio e ensinamentos na realização deste trabalho.

Aos professores Luís David Solis Murgas, Elias Tadeu Fialho e Joel Augusto Muniz pela amizade, sugestões e ensinamentos.

À Granja Planalto pela doação das pintainhas para a realização deste trabalho.

Aos amigos Édison José Fassani e Reinaldo Kanji Kato pela grande e valiosa colaboração no desenvolvimento deste trabalho e aos colegas Jerônimo Ávito G. de Brito, Luciano Ferreira dos Santos, Michele de Oliveira Mendonça, Arthur de Freitas, Ezequiel Malfitano Carvalho, Raul Frederice e Uarley G. de Faria pelo auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia do setor de Avicultura, Geraldo, Cláudio, Onofre, e em especial ao Luís Carlos de Oliveira, aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal Márcio dos Santos Nogueira, Eliana Maria dos Santos, Suelba F. de Souza, José G. Virgílio e demais funcionários pela colaboração.

A todos os colegas da pós-graduação e graduação pelo convívio, e a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Adriano Geraldo, filho de José Geraldo e Lazara Maria Geraldo, nasceu em Lavras, Minas Gerais, em 04 de junho de 1976.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras, em julho de 2000.

Em março de 2001, iniciou seus estudos de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concluindo o curso em 7 de fevereiro de 2003.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Níveis de cálcio para frangas nas fases de cria e recria.....	3
2.1.1 Níveis de cálcio e desempenho das aves.....	3
2.1.2 O cálcio e a regulação do consumo.....	7
2.2 Efeitos da granulometria do calcário sobre o desempenho.....	8
2.3 Fatores que afetam o desenvolvimento corporal e do trato digestório.....	9
2.3.1. Granulometria dos ingredientes e forma da ração.....	9
2.3.2. DGM e DGP médio das partículas.....	13
2.3.3 Níveis de fibra na ração.....	13
2.3.4 Níveis de cálcio.....	14
2.4 Gerais	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização e época de realização.....	15
3.2 Aves e manejo experimental.....	15
3.3 Instalações e equipamentos.....	17
3.4 Tratamentos.....	18
3.5 Avaliação do desempenho das frangas.....	25
3.5.1 Consumo de ração na fases de cria e recria.....	25
3.5.2 Ganho de peso.....	25
3.5.3 Conversão alimentar nas fases de cria e recria.....	26
3.6 Avaliações morfométricas do trato digestório.....	26
3.6.1 Peso do trato digestório.....	26
3.6.2 Peso da moela.....	27
3.6.3 Comprimento do intestino delgado.....	27
3.7 Comprimento do metatarso.....	27
3.8 Teores de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia.....	27
3.9 Avaliação do desempenho das aves na postura até 30 semanas idade.....	28
3.9.1 Produção de ovos	29
3.9.2 Consumo de ração.....	29
3.9.3 Peso dos ovos.....	29

3.9.4 Conversão alimentar.....	30
3.9.5 Perda de ovos.....	30
3.9.6 Qualidade do ovo.....	30
3.9.6.1 Qualidade interna (Unidade Haugh)	30
3.9.6.2 Percentagem de casca.....	31
3.9.6.3 Espessura da casca.....	31
3.9.6.4 Peso específico.....	32
3.10 Viabilidade das aves	32
3.11 Delineamento experimental e análise estatística	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Desempenho nas fases de cria e recria	35
4.1.1 Consumo de ração.....	35
4.1.2 Ganho de peso.....	39
4.1.3 Conversão alimentar.....	42
4.2 Morfometria do trato digestório.....	46
4.2.1 Percentagem do trato digestório	46
4.2.2 Comprimento do intestino delgado.....	49
4.2.3 Percentagem de moela.....	52
4.3 Comprimento de canela	54
4.4 Teor de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia	56
4.5 Viabilidade na fase de cria e recria.....	66
4.6 Desempenho na postura.....	66
4.6.1 Produção média de ovos.....	67
4.6.2 Peso médio dos ovos.....	69
4.6.3 Consumo de ração.....	71
4.6.4 Conversão alimentar.....	72
4.6.5 Perdas de ovos.....	74
4.7 Qualidade dos ovos.....	75
4.7.1 Qualidade externa.....	76
4.7.1.1 Espessura de casca.....	76
4.7.1.2 Percentagem de casca.....	77
4.7.1.3 Peso específico.....	78
4.7.2 Qualidade interna (Unidade Haugh)	80
4.8 Viabilidade na postura.....	81
5. CONCLUSÕES.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	89

RESUMO

GERALDO, Adriano. **Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas de reposição**. LAVRAS: UFLA, 2003. 102p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis nutricionais de cálcio e granulometrias do calcário em rações de frangas de reposição sobre o desenvolvimento corporal e morfométrico do trato digestório e produção de ovos. Foram utilizadas 1400 frangas de reposição da linhagem Lohmann LSL, empregando-se DIC em esquema fatorial 5x2 (níveis de cálcio e granulometrias do calcário), com 5 repetições com 28, 18 e 16 aves por parcela, respectivamente, nos períodos de 3 a 7, 8 a 12 e 13 a 16 semanas de idade. Na postura foi utilizado DIC com parcela subdividida no tempo com 5 repetições e 12 aves/parcela recebendo uma mesma ração para avaliação dos efeitos dos tratamentos anteriores. As dietas experimentais foram à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo (trigo somente na recria) suplementadas com minerais, vitaminas e fitase (500 FTU/kg), sendo isoprotéicas, isocalóricas e isofosfóricas tendo como fonte de fósforo o fosfato monoamônio e balanceadas de acordo com o Manual da linhagem Lohmann LSL (1999), suplementadas com calcário em granulometrias fina (DGM=0,135mm) e grossa (DGM=0,899mm) para atender os níveis de 0,60; 0,75; 0,90; 1,05 e 1,20% de cálcio total na dieta. Avaliou-se o desempenho nos períodos de 3 a 5, 3 a 12 e 3 a 16 semanas, morfometria do trato digestório e teores de cinzas e minerais na tíbia de aves de cada parcela abatidas na 5^a, 12^a, 16^a e 30^a semanas de idade. Na postura foi avaliado o desempenho e a qualidade dos ovos. O consumo de ração no período de 3 a 12 e 3 a 16 semanas apresentou aumento linear com a elevação dos níveis de cálcio. Não houve diferenças significativas do ganho de peso. A conversão alimentar (CA) apresentou interação no período de 3 a 5 semanas de idade, proporcionando melhor CA a granulometria grossa no nível de 0,90% de cálcio e 0,96% de cálcio dentro da granulometria grossa. A granulometria fina na 5^a e 16^a semana proporcionou respectivamente maiores percentagens do trato digestório e moela. A granulometria fina na 5^a e grossa na 12^a semana proporcionaram maior comprimento do intestino delgado. Melhores teores de cinzas foram obtidos no nível 0,93% de cálcio na 5^a semana. Na 12^a semana os teores de cinzas foram reduzidos conforme se elevou os níveis de cálcio. Na 16^a semana de idade obteve-se maiores teores de cinzas e cálcio em frangas que receberam a granulometria grossa nos níveis de 0,90 e 1,05% de cálcio,

* Comitê Orientador: Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (orientador), Luís David Solis Murgas – UFLA, Elias Tadeu Fialho – UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA.

proporcionando a granulometria fina maior teor de fósforo na 30^a semana. A granulometria fina na postura proporcionou maior produção e melhor CA, ocorrendo também interação entre níveis e período, proporcionando o período 1 pior produção e CA. As demais variáveis de desempenho, qualidade externa e interna dos ovos e viabilidade não sofreram efeitos dos tratamentos no período de cria e recria. Na fase de cria e recria o nível de 0,90% Ca mostrou-se ideal na granulometria grossa e na postura o nível de 0,60% de Ca nas duas granulometrias foi suficiente para manter o desempenho e qualidade interna e externa dos ovos.

ABSTRACT

GERALDO, Adriano. **Calcium levels and particle size of limestone for replacement pullets.** LAVRAS: UFLA, 2003. 102p. (Dissertation – Master in Animal Science)*.

The aim of this work was to evaluate the nutritional effects of calcium levels and particle sizes of limestone on body and morphometric development of the digestive tract and egg production of replacement pullet. Replacement pullets of Lohmann LSL strain (n=1,400) were randomly divided over a 5 x 2 factorial scheme (calcium levels of 0.60, 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20% and particle size of limestone as geometric mean diameter of 0.135 mm and 0.899 mm). Each experimental unit consisted of 28, 18 and 16 birds, distributed over each experimental period of 3-7, 8-12 and 13-16 week of age, respectively. After 16 week of age, 12 birds from each experimental unit were placed into another cage and fed untreated feed for four 21-day periods. This experiment was carried out in 5 replicates. The experimental diets were based on corn, soybean meal and wheat meal (wheat only at growing phase), and supplemented with minerals, vitamins and phytase (500 FTU/Kg), so that all diets were isoprotein, isocaloric and isophosphorus. The phosphorus source was monoammonium phosphate and balanced according to the Lohmann LSL strain Handbook (1999). The growth performance was evaluated at the end of each of the following periods 3 to 5, 3 to 12 and 3 to 16 weeks periods. The digestive tract morphology and the ashes and minerals contents in the tibia of one bird per experimental unit, were analysed after 5, 12, 16 and 30 weeks of age. Reproductive performance and egg quality were evaluated. Feed intake during 3 to 12 and 3 to 16 week periods increased as calcium level increases in a regression linear. There was no significant difference of weight gain. Feed conversion (FC) was better at a combination of both fine particle size at calcium 0.90% and gross particle size at calcium 0.96% period of 3 to 5 weeks of age. Fine particle size after 5 week of age and gross particle size after 12 weeks resulted in a longer length of the small intestine. Better ash contents were obtained at calcium 0.93% of after 5 weeks of age, after 12 weeks of age ash and calcium contents reduced as calcium levels in the diet increased. After 16 weeks of age, higher ash and calcium contents were achieved in pullets fed gross particle size at calcium 0.90% and 1.05%. Fine particle size provided a greater content of phosphorus after 30 week of age. Fine particle size at laying provided a higher egg production and better FC. This effect was due to Ca levels and experimental periods interactions. The 1st

* Guidance Committee; Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Luís David Solis Murgas- UFLA, Elias Tadeu Fialho , Joel Augusto Muniz – UFLA.

experimental period yielded the worst egg production performance and FC. Outer and inner quality of eggs and survival rate of the hens were not affected by any of the treatments in the initial and growing phases periods. At initial and growing phases, calcium 0.90% Ca proved ideal in gross size particle limestone, and laying, calcium 0.60% at both particle sizes was enough to maintain performance and internal and external quality of eggs.

1 INTRODUÇÃO

O grande desenvolvimento genético das aves de postura nos últimos anos tem alterado aspectos fisiológicos importantes nestas aves, havendo a necessidade de novas pesquisas para equacioná-los.

Neste contexto, o desenvolvimento do trato digestório, bem como corporal, dessas aves tem sido objeto de preocupações em nível de campo, com problemas relacionados à digestibilidade de nutrientes, ao desenvolvimento corporal que afeta a uniformidade dos plantéis e, conseqüentemente, à sua produtividade.

Vários trabalhos realizados com frangos de corte indicam a necessidade de adequar o tamanho das partículas para haver um melhor desenvolvimento corporal e aproveitamento dos nutrientes dos ingredientes das rações dessas aves, visto que o tamanho das partículas pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes, no desenvolvimento do trato digestório e, como conseqüência, na maximização da resposta pelas aves. Com relação às aves de postura o tamanho de partículas dos ingredientes da ração ainda é pouco estudado, principalmente para as fases de cria e recria.

Em poedeiras é conhecido que maior granulometria do calcário na ração de postura tem efeitos benéficos sobre a qualidade da casca dos ovos devido a sua maior retenção na moela e à solubilização lenta no período noturno, quando a casca do ovo está sendo formada. Já para as aves na fase de cria e recria não foram encontrados, na literatura, estudos sobre níveis de cálcio relacionado à granulometria do calcário para a formação esquelética e futuro desempenho na produção de ovos.

O conhecimento dos níveis ideais de cálcio para cada fase do desenvolvimento da ave é de suma importância, visto que este macromineral é essencial para a formação e manutenção do esqueleto e que seu excesso na dieta

interfere na disponibilidade de outros minerais como o fósforo, magnésio, manganês e zinco, além de tornar a dieta menos palatável e diluir outros componentes presentes quando altos níveis da fonte carbonato de cálcio (calcário) são utilizados.

Devido a uma maior demanda na eficiência produtiva, existe hoje a necessidade de se produzir uma franga de reposição que possa refletir, na sua fase de produção, todo seu potencial genético para utilizá-lo com grande eficiência. Assim, aves com estrutura esquelética adequada para suportar a máxima produção e alta uniformidade do plantel devem ser os objetivos principais para a criação das frangas de reposição modernas.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os níveis nutricionais de cálcio e granulometrias do calcário para frangas nas fases de cria e recria, seus efeitos sobre o desenvolvimento corporal e morfométrico do trato digestório e os subsequentes efeitos sobre a produção e qualidade dos ovos até 30 semanas de idade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Níveis de cálcio para frangas nas fases de cria e recria

2.1.1 Níveis de cálcio e desempenho das aves

Estudos com cálcio (Ca) e fósforo (P) têm sido baseados em ganho de peso, conversão alimentar, cinza e resistência óssea à quebra (Bailey et al., 1986), sendo observado que o tamanho esquelético obtido no desenvolvimento da franga impõe as reservas de Ca que a ave terá durante o pico de produção de ovos (Coelho, 2001).

Vários trabalhos foram realizados ao longo dos anos para estimar a exigência nutricional de cálcio para poedeiras e frangos de corte, havendo ainda contradições quanto ao melhor nível de Ca a ser utilizado na dieta de frangas de reposição.

Wilgus (1931) observou que a exigência de cálcio para frangas de 45 dias a 16 semanas quando suplementadas com um nível adequado de fator anti-raquítico (óleo de fígado de bacalhau), aproxima-se do nível mínimo de 0,66% de Ca, sendo que na proporção Ca:P total de 1,1 a 2,2:1 obtiveram-se resultados normais.

A exigência em Ca para o crescimento ótimo e porcentagem de cinzas nos ossos de frangos de corte criados até 8 semanas de idade está entre 0,70 e 0,80% de cálcio (Twining et al., 1965), se comparado com os níveis de 0,50 e 0,60% de cálcio, sendo este resultado contrário ao nível de 0,5% de Ca preconizado por Simco & Stephenson (1961) para frangas e frangos de corte criados até 8 semanas de idade.

Berg et al. (1964) por outro lado, não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de frangas com 12, 16 e 21 semanas de idade, alimentadas no período de 8 a 21 semanas com ração contendo 0,66; 1,12 e 2,01% de Ca. O teor de cinzas na tíbia na 21^a semana de idade foi menor em aves recebendo 2,01% de cálcio na recria. Estes níveis não tiveram efeitos significativos sobre a taxa de postura, peso corporal da ave adulta, peso do ovo, teor de cinzas na 69^a semana de idade e peso específico dos ovos postos durante o ensaio.

O fornecimento dos níveis de cálcio de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2% durante o período de 10 a 24 semanas para aves das linhagens Rhodes Island Red e Phymouth Rock Barred não afetou o peso corporal das aves no final do período experimental, sendo observado um pequeno decréscimo na porcentagem de cinzas nos ossos com o aumento no teor de Ca na ração de crescimento (Gerry & Bird, 1967).

Estudos realizados por Anderson (1967) indicaram que o nível de Ca para o máximo crescimento, e provavelmente o teor de cinzas nos ossos de aves Leghornias brancas de 10 a 14 semanas de idade, é de 0,8% da ração quando as aves foram criadas em gaiolas. De 14 ou 15 semanas até 22 semanas, os níveis de 0,60 e 0,65% de Ca mostraram ser adequados nestes estudos para o máximo crescimento e conversão alimentar quando as aves foram criadas no piso e em gaiolas.

Meyer et al. (1971) avaliaram o efeito do fornecimento dos níveis 0,4; 0,7; 0,9; 1,2 e 1,5% de Ca na ração de aves da linhagem New Hampshire e Single Comb Leghorn branca, machos e fêmeas, no período de 8 a 21 semanas de idade, sendo observado que os níveis utilizados não tiveram efeitos sobre a mortalidade, peso corporal e comprimento do metatarso em ambos os sexos. O nível de 0,4% de Ca não foi adequado para o máximo crescimento ósseo e resistência à quebra do metatarso, indicando ser o nível mínimo de 0,7% de Ca

ideal para a máxima resistência óssea à quebra em ambos os sexos durante o período de crescimento. A produção de ovos não foi afetada pelos níveis de Ca utilizados no período de 8 a 21 semanas de idade, sendo que aves alimentadas com os níveis de 0,4 e 1,5% apresentaram uma maior incidência de ovos sem casca e quebrados, enquanto frangas alimentadas com 0,9% de Ca na ração tiveram uma menor incidência de ovos quebrados.

Valores maiores de cálcio na tíbia foram obtidos por Mraz (1972) em aves Leghornias brancas recebendo ração contendo 0,65% de cálcio a partir da 5^a, 10^a e 15^a em relação aos níveis de 2,00 e 2,60% de cálcio. Neste estudo a ração fornecida durante o período pré-experimental possuía 1,30% de cálcio.

O fornecimento de ração com 0,35% de cálcio mais uma fonte de cálcio em pedrisco para a ave auto-selecionar no período de 5 a 18 semanas de idade mostrou ser, segundo Classen & Scott (1982), menos eficiente para o maior peso corporal aos 56, 84 e 112 dias de idade, em comparação às aves que receberam ração contendo 0,89% de cálcio, sendo o menor peso corporal devido ao menor consumo de ração farelada por estas aves.

Outros trabalhos têm demonstrado que a exigência de cálcio e fósforo necessária para otimizar o desempenho das aves é inferior à exigência para maximizar a resistência óssea. Segundo Narváez (1996) citado por Rostagno et al. (1996), a exigência de minerais para melhor resistência da tíbia à quebra é de 3,93% de cálcio e 0,330% de fósforo disponível, contra valores de 3,62% de Ca e 0,322% de fósforo disponível para melhor conversão alimentar de poedeiras leves alimentadas no período de 46 a 62 semanas de idade.

O fornecimento de níveis excessivos de cálcio (3,25%) na ração de frangas na fase de crescimento é um dos fatores que, segundo Wideman et al. (1985), pode causar urolitíase (cálculos renais), sendo este efeito intensificado se a ração conter baixo nível de fósforo disponível.

Keshavarz (1987) relatou que o fornecimento de ração contendo 3,50% de Ca a partir de 14 semanas de idade até 20 semanas com diferentes períodos de fornecimento, não causa efeitos desfavoráveis sobre a integridade esquelética, função renal aparente ou desempenho reprodutivo subsequente, sendo observados maiores teores de cinza e Ca na tíbia de frangas com 20 semanas, alimentadas com a dieta contendo 3,50% de Ca por duas ou mais semanas a partir de 14 semanas de idade. Também foi observado que as aves submetidas à ração com 3,5% apresentaram o ovário e oviduto mais desenvolvidos às 20 semanas, se comparado com a ração controle (0,80%Ca). Aparentemente, o fornecimento da ração com altos teores de Ca no período pré-postura estimulou o desenvolvimento precoce destes órgãos nas aves.

O fornecimento de cinco diferentes níveis de cálcio (0,60% a 1,00% Ca) em dietas para frangas de reposição leve e semipesada, no período de 7 a 12 semanas de idade, mostrou não ser suficiente para afetar de forma significativa o consumo de ração e a resistência óssea (Júnior et al., 2001). O ganho de peso teve um efeito quadrático para ambos os tipos de aves, sendo o maior ganho de peso para frangas leves no nível de 0,799% de Ca, e para as semipesadas, no nível de 0,769% de Ca. Os níveis de Ca de 0,778% e 0,814% proporcionaram melhor conversão alimentar em frangas leves (CA=3,9) e semipesadas (CA=3,50), respectivamente, sendo esta melhor conversão alimentar atribuída exclusivamente ao ganho de peso.

Para a franga ter um bom desenvolvimento esquelético, é necessário que a dieta contenha aproximadamente 1,00% Ca e 0,45-50% de fósforo disponível (Coelho, 2001).

2.1.2 O cálcio e a regulação do consumo

As aves têm a capacidade de regular o consumo de cálcio para atender sua exigência (Silva, 1990).

Taher et al. (1984) observaram que o fornecimento de ração contendo 5% de cálcio causou uma redução no consumo de calcário em pedrisco em poedeiras com 58 semanas de idade em relação às aves recebendo rações com 1 e 3% de cálcio mais um suplemento de cálcio para auto-seleção das aves, não havendo diferenças no consumo do suplemento nestes dois níveis. Não houve diferença no consumo de ração das aves controle recebendo somente ração com 3,5% de cálcio em relação às aves recebendo ração com 1 e 3% de cálcio mais suplemento de cálcio.

Gilbert et al. (1981) observaram um decréscimo no consumo de ração e produção de ovos em poedeiras com 24 semanas de idade com a diminuição dos níveis de cálcio dietético na ração, sendo os níveis de cálcio utilizados de 36,80; 30,90; 19,60; 9,70; 5,50; 1,90; 0,96 e 0,48g de cálcio/kg de ração.

Classen & Scott (1982) observaram que aves recebendo ração com 0,35% de Ca mais uma fonte de calcário em pedrisco em potes à parte durante o período de 5 a 18 semanas de idade consumiram 1,18% de cálcio em relação a aves recebendo dieta com 0,89% de Ca, confirmando assim a capacidade das aves em regular seu consumo de cálcio.

Borges (1999) aborda que o consumo de ração pelas aves pode ser afetado pelo cálcio que possivelmente parece agir no hipotálamo, sendo ainda não conhecido se sua ação é direta ou indireta, pois o mesmo induz a liberação de norepinefrina, um mediador que atua no sistema nervoso central propiciando um aumento no consumo de ração.

2.2 Efeitos da granulometria do calcário sobre o desempenho

É sabido que maiores partículas da fonte de cálcio proporcionam uma maior retenção na parte superior do trato digestório, disponibilizando o cálcio vagarosa e uniformemente (Leeson & Summers, 1997) e aumentando a retenção nos ossos medulares das poedeiras (Rao & Roland, 1990).

Vários trabalhos têm sido realizados para avaliar a granulometria ideal do calcário a ser fornecido para poedeiras para obter um melhor desempenho e qualidade dos ovos. Em relação a frangas de reposição, não foram encontrados, na literatura, trabalhos avaliando efeitos das granulometrias da fonte de cálcio sobre o desempenho.

A quantidade de suplemento de Ca solubilizado pela poedeira pode ser influenciado pela quantidade consumida e o tamanho de partícula da fonte de Ca (Roland, 1986), sendo que o *status* de Ca na ave também influencia na solubilização e retenção do mesmo. Aves mantidas com dieta deficiente solubilizam e retêm significativamente maior porcentagem em relação a aves mantidas com dieta adequada em Ca (Rao & Roland, 1990). O tamanho médio das partículas de calcário, em média de 1,01mm, foi indicado por Rao et al. (1992) como sendo o tamanho mínimo exigido para uma maior retenção na moela de aves de segundo ciclo de produção.

A determinação da solubilidade do calcário *in vitro* e *in vivo* é utilizada para avaliar a fonte e a granulometria ideal do calcário a ser oferecido às poedeiras para que estas manifestem um melhor desempenho e qualidade dos ovos (Robson & Roland, 1985; Rao & Roland, 1989).

Zhang & Coon (1997) citam que a literatura sobre a determinação da solubilidade *in vitro* geralmente utiliza uma solução de 0,1 N HCl numa tentativa de simular o ambiente ácido na moela de frangas. A condição *in vitro*, no entanto, pode mudar, ou seja, pode ser afetada por qualquer fator intrínseco

ou extrínseco, tais como variação na temperatura do banho-maria e local onde o eletrodo é colocado para se tomar a leitura de pH (método de Mudança de pH). A principal limitação do método da perda de peso é que a soma de H^+ disponível pode tornar-se limitante quando um calcário altamente solúvel é testado.

Um nível ótimo de cinzas nos ossos e gravidade específica dos ovos foi observado por Cheng & Coon (1990a) no valor de solubilidade do calcário entre 11 e 14% (método de mudança de pH, solução 0,075M HCl e 98 ml de solução). Este valor de solubilidade pode ser obtido por mistura de certa proporção de calcário de várias granulometrias.

Cheng & Coon (1990b) relataram que maiores tamanhos de partículas têm um impacto positivo sobre a qualidade da casca, e que menores tamanhos tem um impacto negativo e que a substituição de farinha de ostra por calcário de igual tamanho de partícula não apresentou nenhum efeito benéfico sobre a qualidade da casca. Este fato sugere que se a suplementação de Ca é adequada e parte do calcário na ração já estiver na forma de partículas grandes, a produção de ovos e qualidade da casca não será afetada por mudanças de calcário de uma fonte altamente solúvel para uma fonte menos solúvel ou para farinha de ostra de igual tamanho de partícula e vice-versa.

2.3 Fatores que afetam o desenvolvimento corporal e do trato digestório

2.3.1 Granulometria dos ingredientes e forma da ração

A granulometria dos ingredientes das rações tem sido objeto de estudos com frangos de corte e poedeiras comerciais, objetivando melhorar o aproveitamento dos nutrientes, resultado de variações das suas digestibilidades. Acredita-se que alterações importantes devam ocorrer quando se utilizam granulometrias diferentes para as aves na fase de desenvolvimento corporal, podendo ter reflexos positivos na fase de produção.

Os pedriscos (material inerte) são utilizados pelas aves como material abrasivo que ajuda a moela a quebrar as partículas maiores de alimentos presentes na ração. Em rações compostas somente de materiais finos, a ação da moela não é necessária, mas ainda tem sido demonstrado que a presença de pedriscos é favorável (North & Bell, 1990).

A presença de partículas finas na ração causa aglomeração de um material pulverulento sobre o bico da ave, aumento no consumo de água e desperdício de ração na água (Eley & Bell, 1948). Portella et al. (1988) e Nir & Hillel (1994) observaram que o consumo de partículas maiores do alimento torna-se mais pronunciado à medida que as aves se tornam com mais idade.

O tamanho ideal da peneira a ser usada para a moagem dos grãos é de suma importância para se obter um melhor desempenho da ave.

O fornecimento de milho triturado em moinho tipo martelo na peneira de 9,59mm (DGM=1,196mm) piorou o ganho de peso e a conversão alimentar aos 21 dias de idade em frangos de corte, quando comparado ao milho triturado na peneira de 3,18mm (Lott et al.,1992).

Nir et al. (1994) observaram que a ração produzida com partículas médias de grãos de trigo, milho e sorgo de baixo tanino, com diâmetro geométrico médio (DGM) variando de 1,1 a 1,2 mm, proporcionou melhor consumo alimentar e ganho de peso em relação às granulometrias fina e grossa.

Diferenças significativas no consumo de ração e peso corporal de frangos de corte aos 21 dias de idade foram encontradas por Nir et al. (1990) em dietas com grãos de sorgo nas granulometrias de 2, 4 ou 8 mm, moídos em moinho martelo ou dentro de um moinho de rolo com uma abertura entre os cilindros de 0,10; 0,45 ou 0,65mm, sendo o consumo e o ganho de peso inversamente relacionados ao diâmetro médio de partículas.

Nir & Hillel (1994) estudaram a influência de rações fabricadas com farelos de diferentes tamanhos de partículas para frangos de corte e concluíram

que o peso da moela e seu conteúdo estão positivamente relacionados ao tamanho das partículas, sendo que pintos alimentados com ração fabricada nas malhas médias (malha de 2,0mm e partículas dos cereais entre 1,7mm e 0,3mm) e grossa (malha de 3,0mm e partículas dos cereais entre 3,35mm e 0,85mm) excediam os pesos dos alimentados com ração com grãos moídos na malha fina (malha de 0,8mm e partículas dos cereais entre 1,18mm e 0,212mm), em 26 e 41%, respectivamente, ao passo que o pH de seu conteúdo estava negativamente relacionado. Pintos alimentados com ração na granulometria fina apresentaram o peso do conteúdo da moela aproximadamente 20% do valor observado nos frangos alimentados com ração nas partículas médias e grossas. Em contraste com o maior peso das moelas das aves que receberam ração nas granulometrias médias e grossas, os pesos de todos os segmentos intestinais e seus conteúdos eram ligeiramente maiores em pintos alimentados com ração na granulometria fina. O farelo fino proporcionou uma passagem direta do estômago para o duodeno e intestino delgado. Este fenômeno foi acompanhado por atrofia da moela (menor peso e maior pH), pequena hipertrofia do intestino delgado e menor pH do quimo intestinal. Este último efeito pode ser resultado da fermentação bacteriana excessiva, produzindo ácidos graxos voláteis. Estes resultados demonstram diferenças no trato digestório e sugerem que a textura pode ter um efeito sobre a velocidade de passagem do alimento em seu interior.

O desenvolvimento precoce do intestino das aves é uma resposta a mudanças na dieta, incluindo a restrição alimentar. Resultados encontrados por Dibner et al. (1996) sugerem que o intestino mais desenvolvido é também uma resposta aos ingredientes da dieta e que alguns destes efeitos do desenvolvimento, associado com vários ingredientes, pode ser devido a mudanças adaptativas na estrutura e função do intestino.

A estrutura dos alimentos, composição da dieta e seu valor calórico são fatores nutricionais importantes que induzem acentuadas alterações nos parâmetros metabólicos e de comportamento (Nir, 1998).

A forma física da ração também é um dos fatores importantes para um melhor desempenho da ave.

Frangos alimentados com pelete triturado na fase inicial e pelete normal na fase final obtiveram um maior ganho de peso e consumiram mais ração em relação à ração farelada fornecida nas fases inicial e final (Choi et al., 1986). A ração peletizada triturada, utilizada na fase inicial, e a ração peletizada, na fase final, reduziram o peso da moela às 4 e 8 semanas de idade, respectivamente. A ração peletizada reduziu o peso do trato digestório (proventrículo até o reto incluindo o ceco) às 8 semanas.

Segundo Deaton et al. (1987), frangas debicadas têm preferência por ração na forma farelada, em relação à peletizada.

Poedeiras Leghornias brancas alimentadas com ração farelada produziram mais ovos e consumiram mais ração em relação às aves que receberam ração peletizada ou em peletes triturados, segundo Hamilton & Proudfoot (1995).

Perus alimentados com ração farelada fina (partículas do milho e trigo retidos entre as peneiras de 3,2 e 4,0 mm do moinho martelo) e grossa (milho que passou na peneira de 5,6mm no moinho martelo e trigo moído no moinho de cilindros com espaçamento entre os cilindros de 1,6mm) apresentaram maiores ganhos de peso e o consumo alimentar em relação às aves que receberam ração peletizada feita com farelo fino ou grosso (Hamilton & Kennie, 1997).

Nir (1998) observou maior preferência de frangos de corte por grãos moídos em moinho cilindro em comparação a grãos moídos em moinho martelo. Comparando grãos moídos em moinho tipo martelo com peletes feitos com

grãos moídos no mesmo moinho, foi observada a preferência das aves pelo pelete. O resultado da preferência nas partículas foi um aumento no consumo.

Nenhum trabalho foi encontrado, na literatura, avaliando o efeito da granulometria do calcário sobre o desenvolvimento morfométrico do trato digestório de frangas nas fases de cria e recria, sugerindo pesquisas sobre este assunto.

2.3.2. Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio geométrico padrão (DGP) das partículas.

O diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas alimentares pode ser bastante semelhante em uma dieta composta de partículas médias em relação a uma dieta composta de uma mistura de partículas grandes e finas. A uniformidade destes tamanhos de partículas é descrita pelo desvio geométrico padrão (DGP), sendo que um menor DGP representa uma maior uniformidade (Nir, 1998).

Segundo Nir et al. (1994), frangos de corte nas idades de 1 a 7 dias e de 7 a 21 obtiveram melhor desempenho com a dieta preparada com as partículas médias de milho com DGM de 0,769mm, similar à granulometria de duas outras dietas, com DGM de 0,793 e 0,706mm, obtidas pela mistura do milho original com 18 e 36% da fração fina (<0,64mm), com as quais um menor desempenho foi obtido. Este melhor desenvolvimento obtido com a dieta contendo as partículas médias de milho pode ser particularmente atribuído ao menor DGP de 1,63, contra 2,00 nas outras dietas.

2.3.3 Níveis de fibra na ração

Scheideler et al. (1998) estudaram duas fontes de fibra (farelo de linhaça e aveia) e suas combinações com e sem suplementação enzimática em comparação à dieta controle à base de milho e farelo de soja, em dietas para frangas das linhagens Hisex e Dekalb Delta de 4 a 17 semanas de idade, e concluíram que a fibra dietética de ambas as fontes utilizadas aumentou o tamanho da moela e a viscosidade do conteúdo intestinal, comparados com a dieta controle. Não houve mudanças significativas no desempenho, durante o período de postura (18-38 semanas), que sejam atribuídas à inclusão de fibras na ração inicial e de crescimento das frangas.

2.3.4 Níveis de cálcio

É sabido que os níveis de cálcio afetam o desempenho da ave. Os níveis de cálcio podem afetar o desenvolvimento morfométrico do trato digestório, como foi observado no trabalho desenvolvido por Aptekmann et al. (2001). Os autores observaram que níveis de 3,5% de cálcio na ração de codornas japonesas conduzem a uma redução significativa na altura da vilosidade intestinal em relação aos níveis de 2,00; 2,50 e 3,00% de Ca, causando uma diminuição na capacidade digestiva e absorptiva dos nutrientes.

2.5 Gerais

Os trabalhos de pesquisas sobre os efeitos da dieta no desenvolvimento do trato digestório em aves não são conclusivos. Foram realizados trabalhos de fontes de fibra e granulometrias de ingredientes energéticos, porém os resultados são contraditórios quanto aos parâmetros fisiológicos relacionados à digestão. Quanto ao uso de calcário, não foram encontradas pesquisas que pudessem dar melhores subsídios para o presente trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de agosto de 2001 a março de 2002.

O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1992).

3.2 Aves e manejo experimental

Foram criadas 1400 aves da linhagem comercial Lohmann-LSL com 1 dia de idade, em círculos de proteção até 14 dias e submetidas a uma mesma ração com 0,94% de Ca com granulometria do calcário igual a DGM=0,135mm, sendo então transferidas para baterias (94x94cm), iniciando o fornecimento dos tratamentos a partir desta data.

As práticas de manejo normais incluíram debicagens e vacinações de acordo com os principais desafios da região (Tabela 1).

As rações experimentais foram preparadas semanalmente e estocadas em local fresco e arejado. Os tratamentos foram sorteados para cada unidade experimental e as rações fornecidas à vontade duas vezes ao dia. A água foi também fornecida à vontade durante todo o período experimental.

Na 2ª semana de idade, as aves foram pesadas e distribuídas nas parcelas experimentais. As demais pesagens ocorreram no final da 5ª, 12ª e 16ª semana

de idade, período que correspondia ao final dos períodos experimentais. O consumo de ração por parcela foi anotado em ficha apropriada semanalmente.

Uma ave por parcela foi sacrificada no final da 5^a, 12^a, 16^a e 30^a semana de idade para avaliação dos parâmetros morfométricos (porcentagem de moela, comprimento do intestino delgado, porcentagem do trato digestório e comprimento do metatarso), sendo aplicado jejum de 12 horas no período noturno anterior ao abate e retirada a tíbia esquerda para determinação dos teores de cálcio, fósforo e cinzas segundo AOAC (1990).

TABELA 1. Manejo de vacinações e debicagens para frangas de reposição nas fases de cria e recria.

Idade em dias	Vacinação e/ou debicagem	Via de aplicação
07	Gumboro Intermediária Newcastle B1	Ocular
	Bronquite H120	Ocular
13	Debicagem	-
14	Gumboro Forte	Oral
21	Gumboro Forte	Oral
28	Newcastle LS	Oral
	Bronquite H120	Oral
	Gumboro Forte	Oral
35	Gumboro Forte	Oral
50	Micoplasma	Ocular
56	Coriza H. Alumínio Gel	Intramuscular
70	Bouba aviária e encefalomielite	Punção na asa
	Newcastle LS e Bronquite H120	Oral
	Debicagem	-
100	Coriza Oleosa	Intramuscular
	EDS + Newcastle + Bronquite	Intramuscular

No período de postura anotou-se diariamente, em fichas apropriadas, por parcela, o consumo de ração, número de ovos íntegros, quebrados, sem casca e com casca mole, sendo a coleta realizada duas vezes ao dia, às 9:30 e 15:30 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso dos ovos íntegros de cada

parcela, sendo os parâmetros de qualidade medidos nos ovos colhidos nos três últimos dias de cada período de 21 dias.

O programa de iluminação utilizado para as aves foi de 16 horas diárias no período de postura e iluminação natural no período de cria e recria.

As temperaturas máximas e mínimas foram registradas diariamente às 15:00 horas, nas fases de cria, recria e produção, por meio de um termômetro localizado no centro de cada galpão.

3.3 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas durante os primeiros 14 dias de idade, em círculos de proteção com sistema de aquecimento com campânulas a gás colocadas no interior de uma sala climatizada coberta com laje, isolada com isopor no teto e com sistema de ventilação, sendo então transferidas para um galpão convencional com cortinas laterais, com 50 baterias medindo 94x94cm cada, estando dispostos um bebedouro e comedouro, ambos tipo calha, construídos em chapas galvanizadas por bateria.

Aos 49 dias de idade, as aves foram transferidas para galpão convencional de recria, estando dispostas 4 fileiras de gaiolas com dimensões de 50x50x38cm, com comedouros e bebedouros tipo calha com escoamento contínuo de água.

No final da 16^a semana de idade, as aves foram transferidas para galpão convencional de postura com 5 fileiras de gaiolas, sendo estas com dimensões de 25x45x38cm com um bebedouro tipo *nipple* para cada duas gaiolas e comedouros tipo calha, construídos em chapa galvanizada. A iluminação foi feita com lâmpadas fluorescentes.

Em todas as instalações, com exceção da sala climatizada, a cobertura foi feita com telhas de cimento amianto. Havia, no centro de todos os galpões, um termômetro de máxima e mínima.

3.4 Tratamentos

O fornecimento das rações experimentais iniciou-se da 2^a semana até a 16^a semana de idade. Após este período, as aves foram submetidas a uma mesma ração para avaliar o efeito dos tratamentos na fase de cria e recria sobre a produção de ovos.

Foi estudada uma fonte de calcário em duas granulometrias (DGM=0,135mm e DGM=0,899mm), fornecida em cinco níveis (0,60%; 0,75%; 0,90%; 1,05% e 1,20% de cálcio), constituindo-se num fatorial 2 x 5 com dez tratamentos.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e fitase, sendo isoprotéicas, isocalóricas e isofosfóricas, de acordo com as recomendações do Manual de Criação e Manejo da linhagem Lohmann LSL (1999). A composição dos ingredientes da ração encontra-se na Tabela 2. A fonte de fósforo utilizada na formulação das rações experimentais no período de 3 a 16 semanas de idade foi o fosfato monoamônio purificado (MAP) contendo 27,0% de fósforo disponível. Foi utilizado um programa de alimentação com ração de 1 a 2 semanas (Tabela 3), cria no período de 3 a 7 semanas (Tabela 4) e recria de 8 a 16 semanas (Tabela 5), suplementadas com colina segundo recomendações de Rostagno et al. (2000). Após a 16^a semana, foi fornecida uma dieta pré-postura contendo 2,0% de cálcio até atingir o início propriamente dito da produção (5% de postura). A partir do início de produção, foi fornecida uma dieta padrão de

produção (Tabela 6), balanceada de acordo com as exigências recomendadas por Leeson & Summers (2001).

As composições dos suplementos vitamínicos e minerais encontram-se respectivamente, nas Tabelas 7 e 8.

As análises dos ingredientes básicos da ração (milho, farelo de soja, MAP e calcário calcítico) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFLA. Os teores de proteína foram determinados pelo método Kjeldahl, 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. (2000). O diâmetro geométrico médio (DGM) e o desvio geométrico padrão (DGP) das partículas do calcário foram determinados pelo método descrito pela American Society of Agricultural Engineers (1983).

TABELA 2. Composição química e valores energéticos dos alimentos usados nas rações de cria, recria e postura.

Alimentos	EM (kcal/kg)	PB (%)	MET (%)	M+C¹ (%)	LIS¹ (%)	Ca (%)	PD (%)	Na (%)
Milho	3371	8,57	0,17	0,37	0,25	0,03	0,08	0,02
Farelo de soja	2266	45,54	0,65	1,27	2,78	0,32	0,19	0,07
Farelo de trigo	1888	16,54	0,22	0,53	0,63	0,13	0,29	0,03
MAP purificado	-	-	-	-	-	-	27,00	-
Calcário calcítico	-	-	-	-	-	38,4	-	-
Cloreto de sódio	-	-	-	-	-	-	-	39,70
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	-	24,8	18,50	-
Óleo de soja	8790	-	-	-	-	-	-	-
DL - MET	4894	58,38	99,00	99,00	-	-	-	-

¹ Valor total no alimento

TABELA 3. Composição percentual da ração pré-experimental.

INGREDIENTE	Percentual
Milho	60,962
Farelo de Soja	34,546
Óleo de soja	1,000
Fosfato bicálcico	1,814
DL – Metionina (99%)	0,073
CL – Colina (70%)	0,042
Bacitracina de Zn (10%)	0,035
Calcário calcítico	0,941
Suplemento vitamínico	0,100
Suplemento mineral	0,100
Sal comum	0,387
TOTAL (kg)	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,930
Proteína bruta (%)	21,00
Metionina (%)	0,400
Metionina+cistina(%)	0,736
Lisina (%)	1,113
Cálcio (%)	0,94
Fósforo disponível (%)	0,45
Sódio (%)	0,19

TABELA 4. Composição das rações experimentais na fase de cria¹.

INGREDIENTE	RAÇÃO				
	0,60% Ca	0,75% Ca	0,90% Ca	1,05% Ca	1,20% Ca
Milho	63,571	63,571	63,571	63,571	63,571
Farelo de Soja	30,762	30,762	30,762	30,762	30,762
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fosfato monoamônio	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926
DL – Metionina (99%)	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
CL – Colina (70%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Fitase ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Bacitracina de Zn (10%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Calcário calcítico	1,271	1,666	2,060	2,456	2,850
Caulim	1,729	1,334	0,940	0,544	0,150
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,392	0,392	0,392	0,392	0,392
TOTAL (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,931	2,931	2,931	2,931	2,931
Proteína bruta (%)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Metionina (%)	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Metionina+cistina(%)	0,698	0,698	0,698	0,698	0,698
Lisina (%)	1,014	1,014	1,014	1,014	1,014
Cálcio (%)	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

¹ Para os tratamentos com granulometria do calcário, somente foi substituído a quantidade do calcário na fórmula pelas granulometrias de DGM=0,135mm (DGP=0,125mm) e DGM=0,899mm (DGP=2,049mm).

² Enzima Natuphos com 5.000 FTU/g.

TABELA 5. Composição das rações experimentais na fase de recria¹.

INGREDIENTE	RAÇÃO				
	0,60% Ca	0,75% Ca	0,90% Ca	1,05% Ca	1,20% Ca
Milho	69,259	69,259	69,259	69,259	69,259
Farelo de Soja	21,611	21,611	21,611	21,611	21,611
Farelo de trigo	4,201	4,201	4,201	4,201	4,201
Óleo de soja	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Fosfato monoamônio	0,709	0,709	0,709	0,709	0,709
DL – Metionina (99%)	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
CL – Colina (70%)	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Fitase ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Bacitracina de Zn (10%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Calcário calcítico	1,329	1,724	2,118	2,513	2,908
Caulim	1,671	1,276	0,882	0,487	0,092
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
TOTAL (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína bruta (%)	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
Metionina (%)	0,315	0,315	0,315	0,315	0,315
Metionina+cistina(%)	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Lisina (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Cálcio (%)	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

¹ Para os tratamentos com granulometria do calcário, somente foi substituído a quantidade do calcário na fórmula pelas granulometrias de DGM=0,135mm (DGP=0,125mm) e DGM=0,899mm (DGP=2,049mm).

² Enzima Natuphos com 5.000 FTU/g.

TABELA 6. Composição das rações para as fases pré-postura e postura¹.

INGREDIENTE	PRÉ-POSTURA	POSTURA
Milho	65,830	58,835
Farelo de Soja	20,926	24,617
Farelo de trigo	6,165	4,090
Óleo de soja	1,000	2,000
Fosfato bicálcico	1,296	1,591
DL – Metionina (99%)	0,049	0,119
CL – Colina (70%)	0,033	-
Calcário calcítico	4,168	8,168
Sal comum	0,333	0,380
Suplemento vitamínico	0,100 ²	0,100 ³
Suplemento mineral	0,100	0,100
TOTAL (kg)	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.800
Proteína bruta (%)	16,22	17,00
Metionina (%)	0,310	0,387
Metionina+cistina(%)	0,590	0,670
Lisina (%)	0,785	0,857
Cálcio (%)	2,00	3,60
Fósforo disponível (%)	0,35	0,40
Sódio (%)	0,16	0,18

¹Fórmula da ração de postura para consumo de 100g/ave/dia.

²Suplemento vitamínico para aves nas fases de cria e recria.

³Suplemento vitamínico para postura.

TABELA 7. Composição do suplemento vitamínico para aves ¹.

INGREDIENTE	QUANTIDADE POR Kg DE PRODUTO	
	Fase cria e recria	Fase de postura
Vitamina A	10.000.000 UI	10.000.000 UI
Vitamina D3	2.000.000 UI	2.000.000 UI
Vitamina E	20.000 UI	15.000 UI
Enzimas	2.005.000 UI	-
Vitamina K ₃	4.000 mg	2.000 mg
Vitamina B ₁	1.880 mg	1.500 mg
Vitamina B ₆	2.000 mg	1.000 mg
Vitamina B ₁₂	10.000 µg	10.000 µg
Biotina	60 mg	60 mg
Vitamina B ₂	5.000 mg	4.000 mg
Ácido Nicotínico	30.000 mg	30.000 mg
Ácido Pantotênico	13.500 mg	5.350 mg
Ácido Fólico	500 mg	300 mg
Selênio	250 mg	150 mg
Colina	-	200g
Antioxidante	100.000 mg	100.000 mg
Veículo q.s.p.	1.000 g	1.000 g

¹ Nível de uso 0,1%

TABELA 8. Composição do suplemento mineral para as fases de cria, recria e postura ¹.

INGREDIENTE	QUANTIDADE POR kg DO PRODUTO
Manganês	75.000 mg
Zinco	50.000 mg
Ferro	20.000 mg
Cobre	4.000 mg
Iodo	1.500 mg
Cobalto	200 mg
Veículo q.s.p.	1.000 g

¹ Nível de uso 0,1%

3.5 Avaliação do desempenho das frangas

Foram avaliadas as variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves nos períodos de 3 a 5, 3 a 12 e 3 a 16 semanas de idade.

3.5.1 Consumo de ração nas fases de cria e recria

A ração de cada parcela foi pesada e armazenada em baldes de plástico com tampa. Ao final de cada semana, as sobras do comedouro e do balde foram recolhidas e pesadas e então foi determinado o consumo de ração, expresso em gramas de ração consumida por ave por semana. Ao final de cada período foi calculado o consumo total de ração por ave no período experimental. Em caso de mortalidade de alguma ave, a ração e a sobra do comedouro foram pesados e foi realizada a correção para o número de aves.

3.5.4 Ganho de peso

As aves foram pesadas aos 14 dias de idade e distribuídas nas parcelas experimentais. As demais pesagens foram realizadas no final da 5^a, 12^a e 16^a semanas de idade e foi calculado o ganho de peso através da diferença entre a pesagem atual e a pesagem aos 14 dias de idade. A ração das aves foi retirada às 19:00 horas do dia anterior à pesagem e abate, sendo estas submetidas a um jejum noturno de 12 horas até o horário de pesagem do dia subsequente.

Utilizou-se a média de peso da parcela para o cálculo. O ganho de peso foi expresso em gramas.

3.5.5 Conversão alimentar nas fases de cria e recria

A conversão alimentar foi calculada através da divisão do consumo médio de ração (g) pelo ganho médio de peso das aves (g) em cada período, sendo expressa em gramas de ração consumida por ganho de peso vivo.

3.6 Avaliações morfométricas do trato digestório

Uma ave de cada parcela experimental foi retirada ao acaso no dia da pesagem e então pesada, abatida e necropsiada na 5^a, 12^a, 16^a e 30^a semana de idade, segundo a metodologia descrita por Choi et al. (1986), sendo que, na 30^a semana de idade, não foi aplicado jejum devido a produção de ovos.

3.6.1 Peso do trato digestório

Foi tomado o peso do trato digestório intacto desde o início do proventrículo até o reto, incluindo os cecos e pâncreas, e retirado o fígado. Os resultados foram expressos em porcentagem do peso vivo (Choi et al., 1986).

3.6.2 Peso da moela

A moela foi cortada no sentido longitudinal e então lavada para retirar restos de alimentos. Foi realizada uma limpeza para a retirada do excesso de gordura aderida externamente. O excesso de água foi retirado para a realização desta pesagem. Os resultados foram expressos em porcentagem do peso vivo.

3.6.3 Comprimento do intestino delgado

O comprimento do intestino delgado (duodeno ao íleo) foi tomado através de uma fita métrica, sendo o intestino estendido em uma superfície plana para a medição. O comprimento do intestino delgado foi expresso em cm/kg de peso vivo (Choi et al, 1986).

3.7 Comprimento do metatarso

Foi realizada a medição do comprimento da canela (metatarso) esquerda das aves selecionadas para o abate. O valor foi expresso em cm/kg de peso vivo.

3.8 Teores de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia

Uma ave por parcela foi sacrificada retirando-se as tíbias direita e esquerda para análises posteriores. As tíbias esquerdas foram colocadas em um recipiente de alumínio e fervidas com o intuito de amolecer os resíduos de carne.

Em seguida, as tíbias foram lavadas em água fria e então se procedeu a retirada dos resíduos de carne, fíbula e cartilagens.

Para proceder à análise dos teores de cinzas, cálcio e fósforo, as tíbias foram secas em estufa a 100 °C por aproximadamente 3 horas. Em seguida, foram colocadas em um frasco de vidro de boca larga e tampa hermética, junto com éter etílico, para serem desengorduradas. Durante 3 dias, foram feitas lavagens das tíbias com o éter no aparelho extrator de Soxhlet. As tíbias, após desengorduradas, foram moídas e pesadas um grama de amostra, sendo 2 repetições por parcela, e levadas à estufa 105°C para a determinação da matéria seca. Após determinada a matéria seca, as amostras foram incineradas a 500 °C em forno tipo mufla e em seguida pesadas após o resfriamento, em dessecador, para a determinação do teor de cinzas. As cinzas de cada amostra foram solubilizadas com 40 ml de HCl e 3 gotas de ácido nítrico para se obter a solução mineral. Desta foi retirada uma alíquota para determinar o teor de fósforo usando um espectrofotômetro da marca Varian, modelo Cary 50 (UV visível). Outra alíquota de 10 ml foi retirada para posterior análise de cálcio, utilizando-se o método de titulometria com permanganato de potássio (AOAC, 1990). Os resultados foram expressos na base da matéria seca desengordurada.

3.9 Avaliação do desempenho das aves na postura até 30 semanas de idade

Foram analisados produção média de ovos, consumo de ração, peso médio dos ovos, conversão alimentar, perdas de ovos e qualidade dos ovos sendo avaliada a qualidade externa (% e espessura da casca através do peso específico) e interna (unidade Haugh) a cada período de 21 dias após o início da postura (5%).

3.9.1 Produção de ovos

A produção média de ovos no período de 21 dias, em porcentagem por ave/dia, foi obtida registrando-se diariamente o número de ovos produzidos incluindo os trincados, quebrados e anormais e o número de aves da parcela que os produziu.

3.9.2 Consumo de ração

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras do comedouro e do balde foram pesadas e o consumo de ração foi determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia. Ao final de cada período, foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período. Em caso de mortalidade de alguma ave, a ração e as sobras do cocho eram pesadas e anotadas em planilha para ser feita a correção.

3.9.3 Peso dos ovos

No final de cada semana experimental, todos os ovos íntegros produzidos durante o dia em cada parcela foram coletados, pesados no fim da tarde e obteve-se o peso médio por parcela experimental. Para o cálculo do peso médio dos ovos no período, utilizou-se a média das pesagens realizadas em 3 semanas.

3.9.4 Conversão alimentar

Foi calculada a conversão alimentar através da divisão do consumo médio de ração (g) pela massa média de ovos produzidos (g), sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido.

3.9.5 Perda de ovos

Diariamente foi anotada a quantidade de ovos perdidos, correspondendo aos ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca, e os resultados foram expressos em porcentagem através da relação com o total de ovos produzidos. Após 3 semanas de cada período, foram calculadas as porcentagens médias de perdas por período.

3.9.6 Qualidade do ovo

Foram coletados, durante três dias finais consecutivos do período, três ovos por parcela, que foram pesados individualmente; foram tomadas as medidas para se determinar a qualidade externa e interna do ovo, com exceção do peso específico, em que se utilizaram todos os ovos íntegros produzidos nos três dias finais do período.

3.9.6.1 Qualidade interna (Unidade Haugh)

Ao final de cada período, procedeu-se à análise dos três ovos amostrados por parcela, sendo estes pesados em balança de precisão de 0,1g e quebrados

sobre uma superfície plana de vidro para a obtenção da altura do albúmem, medida pelo aparelho Technical Services and Supplies – QCM+, digital, com precisão de 0,1mm. Os valores de Unidade Haugh foram calculados segundo a fórmula apresentada por Card & Nesheim (1966):

$$UH=100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times PO^{0,37})$$

Sendo:

H=altura do albúmem;

PO=peso do ovo.

3.9.6.2 Porcentagem de casca

Os três ovos amostrados de cada parcela ao final de cada período, após quebrados para avaliação da Unidade Haugh, tiveram suas cascas lavadas em água e secas em estufa a 65°C por 72 horas. As cascas secas foram pesadas obtendo-se a média de porcentagem, a partir dos resultados dos três dias de análise, dividindo o peso da casca pelo peso do ovo.

3.9.6.3 Espessura da casca

As cascas utilizadas para a determinação da porcentagem de casca foram utilizadas para a determinação da espessura da casca, sendo as medidas tomadas em três pontos da região equatorial do ovo, com um micrômetro da marca MITUTOYO. Os valores obtidos durante os três dias de determinação foram transformados em um valor médio por parcela referente a cada período.

3.9.6.4 Peso específico

Todos os ovos íntegros produzidos nos últimos três dias de cada período foram imersos e avaliados em 10 soluções de NaCl, com densidade de 1.066 a 1.102g/cm³ e com gradiente de 0,004 entre as mesmas. Este valores foram determinados com o auxílio de um densímetro. Obteve-se a média da densidade dos ovos para cada parcela, em cada período, a partir das medições realizadas durante os três dias.

3.10 Viabilidade das aves

A mortalidade das aves no período de 5 até 30 semanas foi registrada, sendo os dados convertidos em porcentagem de viabilidade no final do experimento para as fases de 3 a 16 e 17 a 30 semanas de idade.

3.11 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento constou de um fatorial 5 x 2 (cinco níveis de cálcio x duas granulometria do calcário) com dez tratamentos, instalado num delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. As parcelas experimentais constituíram-se de 28 aves por bateria no período de 3 a 7 semanas de idade; 18 aves (2 gaiolas de recria contendo 9 aves cada) no período de 8 a 12 semanas de idade e 16 aves (2 gaiolas de recria com 8 aves cada) no período de 13 a 16 semanas de idade, quando as aves foram criadas em galpão de recria, com 12 aves (4 gaiolas com 3 aves cada) no galpão de postura.

Ao final de cada período experimental, comparou-se o desempenho (consumo de ração, conversão alimentar, ganho de peso), viabilidade, porcentagens de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia e as avaliações morfométricas (porcentagens do trato digestório e moela, comprimento do intestino delgado e comprimento do metatarso), de acordo com o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + N_j + (CN)_{ij} + e_{(ij)k}$$

Onde:

Y_{ijk} : valores observados das aves quando foram submetidas à granulometria i do calcário e nível j de Ca, na repetição k .

μ : média geral do experimento;

C_i : efeito da granulometria do calcário i , sendo $i= 1, 2$.

N_j : o efeito do nível j de Ca, sendo $j=1, 2, 3, 4$ e 5 .

$(CN)_{ij}$: efeito da interação da granulometria i do calcário e nível j de Ca.

$e_{(ij)k}$: erro experimental associado a cada observação da parcela que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ^2 , sendo as repetições k , sendo $k= 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

Para as variáveis consumo, produção de ovos, peso dos ovos, conversão alimentar, perdas e qualidade do ovo (peso específico, espessura da casca, porcentagem de casca e Unidade Haugh) na fase de postura, os dados foram analisados considerando os períodos, segundo um esquema de parcela subdividida descrita pelo seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + N_j + (CN)_{ij} + e_{(ij)k} + P_l + (CP)_{il} + (NP)_{jl} + (CNP)_{ijl} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} : valores observados das aves no período l , quando foram submetidas à granulometria i do calcário e nível j de Ca, na repetição k .

μ : média geral do experimento;

C_i : efeito da granulometria do calcário i , sendo $i= 1, 2$.

N_j : o efeito do nível j de Ca, sendo $j=1, 2, 3, 4$ e 5 .

$(CN)_{ij}$: efeito da interação da granulometria i do calcário e nível j de Ca.

$e_{(ij)k}$: erro experimental associado a cada observação da parcela que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ_a^2 , sendo as repetições k , sendo $k= 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

P_l : efeito do período l , sendo $l = 1, 2, 3$ e 4 .

$(CP)_{il}$: efeito da interação do granulometria i do calcário e do período l ;

$(NP)_{jl}$: efeito da interação do nível j de Ca e do período l ;

$(CNP)_{ijl}$: efeito da interação da granulometria i do calcário, o nível j de Ca e do período l ;

e_{ijkl} : erro experimental associado a cada observação da subparcela que por hipótese tem distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o software Sistema de análises de variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), procedendo-se às análises de regressão (linear, quadrática ou cúbica) para níveis de cálcio, teste F para granulometrias do calcário e teste de Tukey para períodos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho nas fases de cria e recria

4.1.1 Consumo de ração

Os valores médios de consumo de ração para os períodos de 3 a 5, 3 a 12 e 3 a 16 semanas de idade estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 9, 10 e 11.

TABELA 9. Consumo médio de ração (g/ave) no período de 3 a 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	612 \pm 7,16	600	620	615	621	612 \pm 3,20
0,899	622	614	613	617	617	617
Média	617 \pm 5,06	607	611	616	619	

CV= 2,61%

TABELA 10. Consumo médio de ração (g/ave) no período de 3 a 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ²
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	3.002 \pm 21,68	3.005	3.027	3.086	3.055	3.035 \pm 9,70 a
0,899	2984	2.963	2.995	3.049	3.055	3.009 b
Média ¹	2.993 \pm 15,33	2.984	3.011	3.068	3.055	

¹ Efeito linear (P<0,01).

² Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P=0,067).
CV= 1,60%

TABELA 11. Consumo médio de ração (g/ave) no período de 3 a 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	4.535 \pm 38,13	4.600	4.589	4.698	4.619	4.608 \pm 17,05 a
0,899	4.510	4.558	4.562	4.574	4.593	4.559 b
Média ²	4.523 \pm 26,96	4.579	4.576	4.636	4.606	

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,05$).

² Efeito linear ($P = 0,064$)

CV = 1,86%

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre granulometrias do calcário e níveis de cálcio sobre o consumo de ração nos períodos de 3 a 5, 3 a 12 e 3 a 16 semanas de idade. Independentemente, os níveis de cálcio e granulometrias do calcário também não interferiram significativamente ($P > 0,05$) sobre o consumo no período de 3 a 5 semanas, indicando serem os níveis de cálcio e granulometrias do calcário utilizados neste período não suficientes para afetar o consumo.

Nos períodos de 3 a 12 e 3 a 16 semanas de idade foi observado um maior consumo ($P = 0,067$ e $P < 0,05$, respectivamente) da ração contendo a granulometria mais fina do calcário, com diâmetro geométrico médio (DGM) igual a 0,135 mm. Portella et al. (1988) e Nir & Hillel (1994) observaram um maior consumo de partículas maiores da ração com o avançar da idade das aves. Por outro lado, Nir et al. (1990) observaram que frangos de corte com 21 dias de idade tiveram maior consumo de rações contendo menor DGM dos grãos de sorgo, sendo as granulometrias utilizadas de 2, 4 e 8 mm, quando moídos em moinho martelo e grãos moídos em moinho de rolo nas aberturas entre cilindros de 0,1; 0,45 e 0,65 mm.

Deaton et al. (1987) observaram a preferência de frangas debicadas por ração farelada em relação à peletizada. Este menor consumo das rações com maior granulometria do calcário (DGM=0,899 mm) pode ser consequência da debicagem que foi realizada na 10^a semana de idade, causando dores no bico ao capturar partículas maiores durante os primeiros 21 dias após a debicagem, havendo então a preferência das aves pela ração com menor granulometria do calcário.

Houve efeito dos níveis de cálcio da ração nos períodos de 3 a 12 e 3 a 16 semanas ($P < 0,01$ e $P = 0,064$, respectivamente) sobre o consumo das frangas, proporcionando um aumento linear do consumo com a elevação dos níveis de cálcio nestes períodos (Figura 1 e 2).

Os resultados encontrados divergem de Júnior et al. (2001), que não encontraram diferenças no consumo de frangas leves e semipesadas alimentadas com 5 níveis de cálcio, variando de 0,60 a 1,00% de cálcio no período de 7 a 12 semanas de idade. Berg et al. (1964) também não encontraram diferenças dos níveis de 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio na ração sobre o consumo de frangas no período de 8 a 21 semanas de idade. Schoulten (2001) não encontrou diferenças no consumo de frango de corte de 1 a 21 dias recebendo níveis de 0,43% a 1,30% de cálcio.

Anderson (1967) observou um menor consumo de ração em frangas recebendo dietas com 0,6% de cálcio no período de 10 a 22 semanas de idade, em relação aos níveis de 0,80; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5% de cálcio, sendo este menor consumo devido a possíveis falhas de debicagem neste tratamento. Os níveis acima de 0,80% de cálcio não apresentaram diferenças em relação ao consumo da ração.

Em outro experimento realizado por Anderson (1967), não foram observadas diferenças no consumo de aves alimentadas com níveis de 0,65; 1,30

e 2,60% de cálcio na ração, nos períodos de 11 a 14 e de 15 a 18 semanas de idade.

O aumento no consumo em função do aumento nos níveis de cálcio pode ser devido ao estímulo no consumo propiciado pelo cálcio, o qual, segundo Borges (1999), possivelmente tenha ação no hipotálamo (ainda é desconhecido se a ação do cálcio é direta ou indireta), induzindo a liberação de norepinefrina, um mediador que atua no sistema nervoso central, aumentando a ingestão de alimentos. Este aumento no consumo das aves ocorreu nos períodos em que, segundo Kwakkel et al. (1993), ocorre maior desenvolvimento do tecido esquelético (12 semanas) e do trato reprodutor (16 semanas).

FIGURA 1. Efeito dos níveis de cálcio sobre o consumo de ração (g) por ave no período de 3 a 12 semanas de idade.

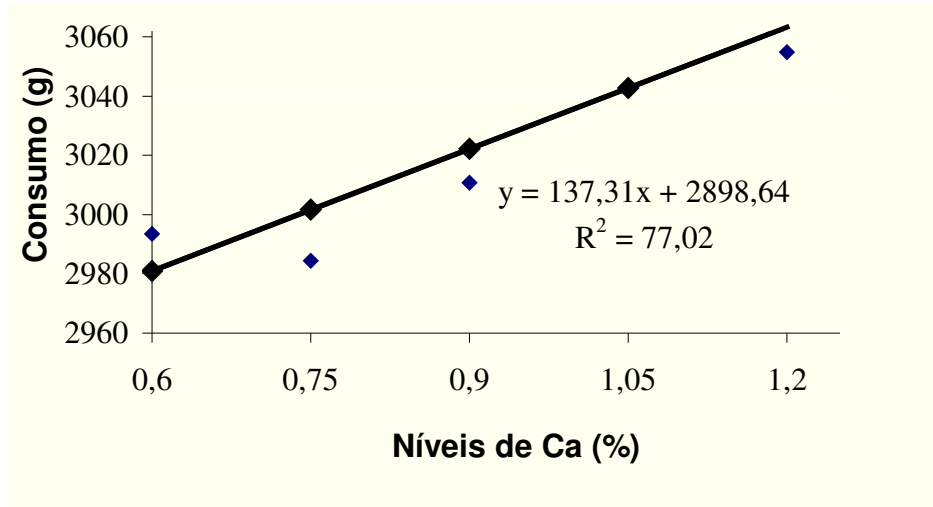
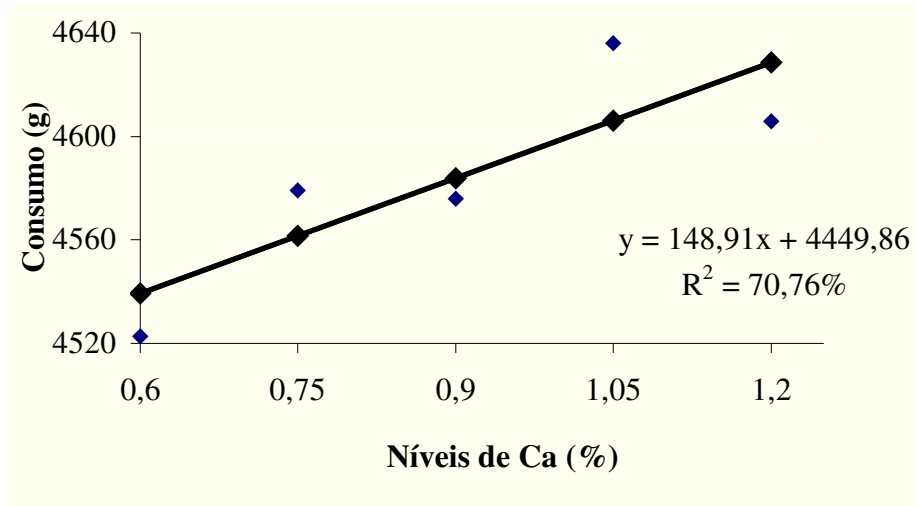


FIGURA 2. Efeito dos níveis de cálcio sobre o consumo de ração (g) por ave no período de 3 a 16 semanas de idade.



4.1.2 Ganho de peso

Nas tabelas 12, 13 e 14 estão apresentados os resultados de ganho de peso das frangas de acordo com os níveis de cálcio e granulometrias estudadas.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre o ganho de peso nos períodos de 3 a 5, 3 a 12 e 3 a 16 semanas de idade, sendo também não significativo ($P > 0,05$) o efeito independente dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre esta variável.

TABELA 12. Ganho de peso médio das aves (g) no período de 3 a 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	234 ± 3,31	243	232	238	236	237 ± 1,48
0,899	234	243	243	240	241	240
Média	234 ± 2,34	243	238	239	239	

CV= 3,10%

TABELA 13. Ganho de peso médio das aves (g) no período de 3 a 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	784 ± 7,97	782	774	782	793	783 ± 3,57
0,899	769	789	779	782	780	780
Média	776 ± 5,64	785	776	782	786	

CV=2,28%

TABELA 14. Ganho de peso médio das aves (g) no período de 3 a 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	980 ± 44,11	936	1011	977	990	979 ± 19,73
0,899	961	938	1099	1068	997	1013
Média	971 ± 31,19	937	1055	1023	994	

CV= 9,90%

Os resultados estão de acordo com Berg et al. (1964) que também não encontraram diferenças no ganho de peso na 12^a, 16^a e 21^a semana de idade de frangas alimentadas com dieta contendo 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio no período de 8 a 21 semanas. Simco e Stephenson (1961) também não encontraram diferenças no ganho de peso de frangos de corte alimentados com dietas contendo 0,50; 0,60; 0,80 e 1,0% de cálcio no período de 1 a 8 semanas de idade, sendo que apenas o nível de 0,15% de cálcio afetou o ganho de peso. Meyer et al. (1971) também não observaram diferenças no peso corporal no período de 8 a 20 semanas de idade de aves de linhagem para postura machos e fêmeas recebendo dieta com 0,40; 0,70; 0,90; 1,20 e 1,5% de cálcio. Anderson (1967) encontrou um menor ganho de peso somente no nível de 0,60% de cálcio em relação aos níveis de 0,80; 1,0; 1,50; 2,0 e 2,50% de cálcio no período de 10 a 22 semanas, o que, segundo o autor, pode ser explicado por falhas na debicagem das aves que receberam este tratamento. Gerry & Bird (1967) também não encontraram diferenças no ganho de peso de frangas recebendo 0,80; 1,16; 2,4 e 3,2% de cálcio no período de 10 a 24 semanas de idade. Classen & Scott (1982) observaram menor peso corporal de aves recebendo dieta basal com 0,35% de cálcio mais calcário em pedrisco à parte nas idades de 56, 84 e 112 dias de idade, em relação à dieta controle com 0,89% de cálcio, sendo esta diferença no peso reflexo do decréscimo do consumo da ração basal por estas aves.

Resultados de outro trabalho realizado por Anderson (1967) demonstram diferenças no ganho de peso de frangas nos períodos de 11 a 14 e de 19 a 22 semanas de idade, sendo que o nível de 1,30% de cálcio proporcionou um melhor ganho em relação aos níveis de 0,65 e 2,60% de cálcio, que não apresentaram diferenças. No período de 15 a 18 semanas, os níveis não influenciaram o ganho de peso. Júnior et al. (2001) observaram um efeito quadrático dos níveis de cálcio sobre o ganho de peso em aves alimentadas com

5 níveis de cálcio (0,60 a 1,0% de cálcio) no período de 7 a 12 semanas de idade, obtendo-se melhores ganhos no nível de 0,799% e 0,769% para frangas das linhagens leves e semipesadas, respectivamente.

O ganho de peso nos períodos de 3 a 12 e 3 a 16 semanas não foi afetado pelo aumento linear crescente do consumo, indicando a incapacidade do trato digestório das aves em utilizar os nutrientes das rações dos tratamentos que proporcionaram um maior consumo.

O coeficiente de variação do ganho de peso no período de 3 a 16 semanas de idade foi mais elevado devido a uma maior desuniformidade das aves em relação ao peso corporal, o que se explica pelo início do desenvolvimento do aparelho reprodutor das mesmas.

4.1.3 Conversão alimentar

No período de 3 a 5 semanas, houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário. Os dados estão apresentados na Tabela 15. Ao se fazer o estudo da granulometria do calcário em cada nível de cálcio, nota-se que as médias diferiram apenas no nível de 0,90% de cálcio, sendo que a granulometria de $DGM=0,899\text{mm}$, proporcionou uma melhor conversão alimentar. Analisando níveis de cálcio dentro das granulometrias de $DGM=0,135\text{mm}$ e $DGM=0,899\text{mm}$, foi observado um efeito de 4ª grau ($P < 0,05$) e quadrática ($P < 0,01$), respectivamente, para os níveis de cálcio (Figura 3). O nível de cálcio que proporcionou uma melhor conversão alimentar neste período na granulometria grossa do calcário foi de 0,96% de cálcio, sendo a conversão alimentar (g de ração/ g de peso vivo), obtida neste nível de cálcio, de 2,52%.

TABELA 15. Conversão alimentar das aves (g de ração/ g de peso vivo) no período de 3 a 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90 ³	1,05	1,20	
0,135 ¹	2,62 ± 0,03	2,47	2,62 a	2,58	2,62	2,58 ± 0,01
0,899 ²	2,66	2,53	2,52 b	2,57	2,55	2,57
Média	2,64 ± 0,02	2,50	2,57	2,58	2,59	

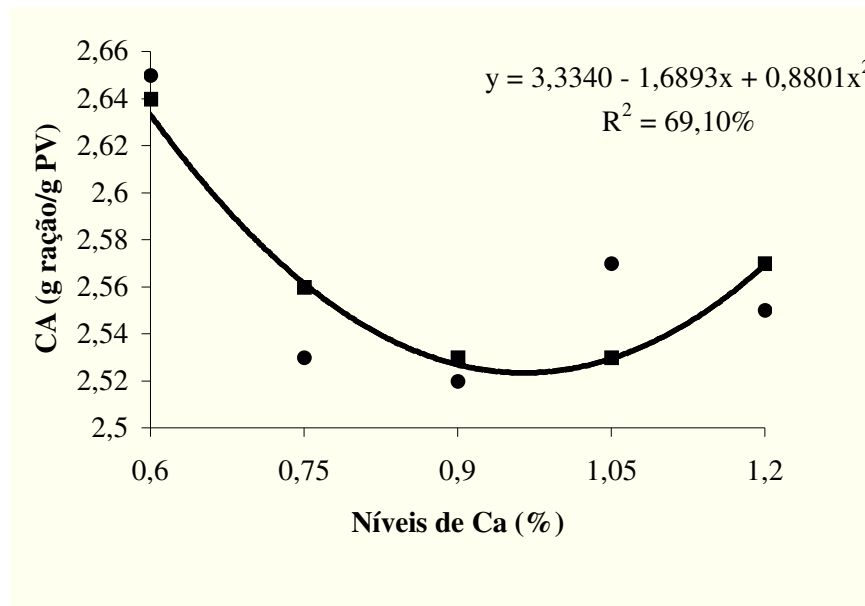
¹ Efeito de 4^a grau (P<0,01).

² Efeito quadrático (P<0,01).

³ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).
CV= 2,21%

Simco & Stephenson (1961) encontraram valores iguais para CA em frangos de 1 a 8 semanas de idade recebendo dietas com 0,50; 0,60; 0,80 e 1,00% de cálcio. O nível de 0,15% de cálcio apresentou pior CA.

FIGURA 3. Efeito dos níveis de cálcio dentro da granulometria grossa do calcário (DGM=0,899mm) sobre a conversão alimentar no período de 3 a 5 semanas de idade.



Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário no período de 3 a 12 semanas de idade (Tabela 16). Os níveis de cálcio interferiram significativamente ($P<0,05$) sobre a conversão alimentar. O estudo de regressão demonstra efeito cúbico ($P<0,05$) do nível de cálcio. A granulometria do calcário não influenciou significativamente ($P>0,05$) a conversão alimentar neste período.

Júnior et al. (2001) obtiveram uma melhor conversão alimentar para frangas leves e semipesadas nos níveis de 0,778% de cálcio (CA=3,9) e 0,814% de cálcio (CA=3,50), respectivamente para aves alimentadas com níveis de 0,60 a 1,00% de cálcio no período de 7 a 12 semanas de idade, sendo esta melhor conversão atribuída exclusivamente ao ganho de peso.

Anderson (1967) observou uma melhor conversão alimentar em aves recebendo 1,30% de cálcio na ração em relação aos níveis de 0,65 e 2,60% de

cálcio no período de 11 a 14 semanas de idade, sendo este resultado reflexo do maior ganho de peso neste período. Nos períodos de 15 a 18 e 19 a 22 semanas, não houve diferenças entre os tratamentos. A conversão em todo o período (11 a 22 semanas) não apresentou diferenças. Em outro trabalho, Anderson (1967) observou uma menor conversão das aves que receberam o nível de 0,60% de cálcio, sendo este resultado reflexo do menor ganho de peso.

TABELA 16. Conversão alimentar das aves (g de ração/g de peso vivo) no período de 3 a 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	3,83 \pm 0,04	3,84	3,91	3,95	3,86	3,88 \pm 0,02
0,899	3,88	3,76	3,85	3,90	3,91	3,86
Média¹	3,86 \pm 0,03	3,80	3,88	3,92	3,89	

¹ Efeito cúbico (P<0,05)
CV= 2,07%

Os resultados obtidos no período de 3 a 16 semanas de idade não apresentaram interação significativa (P>0,05) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (Tabela 17). Analisando independentemente os níveis de cálcio e granulometrias do calcário, estes não apresentaram efeito significativo (P>0,05) para conversão alimentar.

TABELA 17. Conversão alimentar das aves (g de ração/g de peso vivo) no período de 3 a 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	4,65 \pm 0,20	4,99	4,56	4,82	4,71	4,74 \pm 0,09
0,899	4,71	4,87	4,23	4,30	4,65	4,55
Média	4,68 \pm 0,14	4,93	4,39	4,56	4,68	

CV= 9,67%

4.2 Morfometria do trato digestório

4.2.1 Porcentagem do trato digestório

Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias de calcário sobre a porcentagem do trato digestório em relação ao peso vivo da ave na 5^a semana de idade (Tabela 18).

A granulometria do calcário, independentemente dos níveis de cálcio, influenciou significativamente ($P<0,01$) o valor desta variável na 5^a semana de idade, proporcionando à granulometria de DGM=0,135mm um maior desenvolvimento do trato digestório. Os resultados encontrados estão de acordo com Nir et al. (1994), que observaram maiores pesos dos segmentos do intestino delgado em frangos de corte alimentados com ração à base de farelo fino, em relação às rações de granulometria média e grossa dos grãos.

Provavelmente as granulometrias do calcário somente foram capazes de influenciar a porcentagem do trato digestório na 5^a semana de idade, devido a este ser o período em que ocorre o maior desenvolvimento dos tecidos de

manutenção, como os órgãos vitais (Kwakkel et al., 1993), não estando completamente desenvolvido o sistema secretório de HCl do proventrículo nas primeiras semanas de vida da ave, sendo o calcário na granulometria fina mais facilmente solubilizado e o cálcio disponibilizado para ser utilizado para o desenvolvimento dos tecidos do trato digestório.

Os níveis de cálcio não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre a porcentagem do trato digestório na 5ª semana.

TABELA 18. Porcentagem do trato digestório em relação ao peso vivo das frangas de reposição com 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	9,9 \pm 0,28	9,4	10,5	10,0	10,2	10,0 \pm 0,12 a
0,899	9,7	9,5	9,7	9,3	9,5	9,5 b
Média	9,8 \pm 0,20	9,4	10,1	9,7	9,8	

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,01$). CV= 6,38%

Não foi constatada interação significativa ($P>0,05$) entre níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre o desenvolvimento do trato digestório na 12ª, 16ª e 30ª semana de idade (Tabelas 19, 20 e 21). Os níveis de cálcio e granulometrias do calcário, analisados independentemente, não apresentaram influência significativa ($P>0,05$) sobre a porcentagem do trato digestório para os períodos analisados anteriormente.

TABELA 19. Porcentagem do trato digestório em relação ao peso vivo das frangas de reposição com 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	7,8 \pm 0,36	7,6	7,9	7,7	7,9	7,8 \pm 0,45
0,899	8,1	7,8	7,5	7,6	7,8	7,8
Média	8,0 \pm 0,25	7,7	7,7	7,6	7,9	

CV= 12,15%

TABELA 20. Porcentagem do trato digestório em relação ao peso vivo das frangas de reposição com 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	6,8 \pm 0,17	6,6	7,0	6,9	6,6	6,8 \pm 0,08
0,899	6,7	6,7	6,4	6,8	6,4	6,6
Média	6,7 \pm 0,12	6,6	6,7	6,8	6,5	

CV= 6,89%

TABELA 21. Porcentagem do trato digestório em relação ao peso vivo das poedeiras com 30 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário recebidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	7,7 \pm 0,33	7,8	7,8	7,8	8,0	7,8 \pm 0,15
0,899	8,1	7,7	8	7,2	7,9	7,8
Média	7,9 \pm 0,23	7,7	7,9	7,5	8,0	

CV= 9,33%

4.2.2 Comprimento do intestino delgado

O comprimento do intestino delgado das frangas, expresso em cm/kg de peso vivo, não apresentou interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário na 5ª semana de idade (Tabela 22). Verificou-se, nesta fase, que a granulometria fina do calcário (DGM=0,135mm) proporcionou um maior comprimento do intestino delgado ($P<0,05$), assim como uma maior porcentagem do trato digestório, não influenciando no ganho de peso da ave nesta idade, sendo este maior desenvolvimento provavelmente devido à maior solubilidade e disponibilidade do cálcio do calcário da granulometria fina, não estando a ave totalmente apta a solubilizar maiores granulometrias. Nir et al. (1994) observaram hipertrofia do intestino delgado de frangos alimentados com farelo fino, que passava direto do proventrículo para a moela, podendo este efeito ser resultado da fermentação bacteriana excessiva, produzindo ácidos graxos voláteis. Os níveis de cálcio não influenciaram significativamente ($P>0,05$) o comprimento do intestino delgado.

TABELA 22. Comprimento do intestino delgado (cm/kg de peso vivo) de frangas de reposição com 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	267,8 \pm 8,34	271,6	264,9	258,2	261,2	264,7 \pm 3,73 a
0,899	267,3	236,5	256,3	248,6	255,4	252,8 b
Média	267,5 \pm 5,90	254,0	260,6	253,4	258,3	

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,05$).
CV= 7,21%

Na 12^a semana de idade não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e as granulometrias do calcário (Tabela 23), ocorrendo somente efeito significativo ($P<0,05$) das granulometrias do calcário sobre o comprimento do intestino delgado, sendo que a granulometria de DGM=0,899mm proporcionou um maior comprimento do intestino delgado em relação ao peso vivo da ave. A granulometria grossa do calcário provavelmente estimulou, através do contato físico com as paredes intestinais, uma maior contração muscular, proporcionando um maior desenvolvimento do intestino delgado.

Ocorreu uma relação inversa entre o consumo e comprimento do intestino delgado neste período para as granulometrias do calcário, sendo que aves que consumiram maiores quantidades de ração com granulometria fina do calcário apresentaram menor comprimento do intestino delgado. Esta pode ser a causa de as aves terem o mesmo ganho de peso para consumos diferentes entre granulometrias no período de 3 a 12 semanas de idade, pois menor comprimento do intestino delgado significa menor área para absorção de nutrientes e, conseqüentemente, menor ganho de peso devido ao menor aproveitamento dos nutrientes.

TABELA 23. Comprimento do intestino delgado (cm/kg de peso vivo) de frangas de reposição com 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	116,6 \pm 4,45	123,2	116,9	125,1	117,4	119,8 \pm 1,99 b
0,899	130,8	120,3	124,4	132,1	128,2	127,1 a
Média	123,7 \pm 3,15	121,7	120,6	128,6	122,8	

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,05$).
CV= 9,53%

Houve interação significativa entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário na 16^a semana de idade. Estudando a granulometria do calcário dentro de cada nível de cálcio, nota-se que as médias diferiram apenas no nível de 0,90 % de cálcio, sendo que a granulometria de DGM=0,135mm proporcionou maior comprimento do intestino delgado/kg de peso vivo (Tabelas 24).

TABELA 24. Comprimento do intestino delgado (cm/kg de peso vivo) de frangas de reposição com 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão)¹.

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90 ²	1,05	1,20	
0,135	100,1 ± 2,74	100,5	105,7 a	105,7	99,7	102,3 ± 3,47
0,899	99,9	106,6	96,2 b	98,1	98,3	99,8
Média	100,0 ± 1,94	103,5	100,9	101,9	99,0	

¹ Interação (P<0,05)

² Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,05).
CV= 7,18%

Na 30^a semana de idade não houve interação significativa (P>0,05) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário. Também não houve diferença significativa (P>0,05) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário, independentemente, sobre o comprimento do intestino delgado (Tabela 25).

TABELA 25. Comprimento do intestino delgado (cm/kg de peso vivo) de poedeiras com 30 semanas de idade submetidas a diferentes níveis de cálcio e granulometrias do calcário no período de 3 a 16 semana de idade (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	95,1 \pm 3,38	94,5	95,4	97,5	95,2	95,6 \pm 1,51
0,899	96,7	97,7	95,1	93,8	95,8	95,8
Média	95,9 \pm 2,39	96,1	95,3	95,7	95,5	

CV= 7,90%

4.2.3 Porcentagem de moela

Não houve interação significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário na 5^a, 12^a, 16^a e 30^a semanas de idade sobre a porcentagem de moela (Tabelas 26, 27, 28 e 29). Não houve diferença significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário, independentemente, sobre a porcentagem de moela na 5^a, 12^a e 30^a semanas de idade.

Na 16^a semana de idade, houve efeito significativo ($P<0,01$) da granulometria do calcário sobre a porcentagem de moela, obtendo-se uma maior porcentagem na granulometria do calcário de DGM=0,135mm. Este resultado não era esperado, visto que as granulometrias do calcário não afetaram o peso da moela nos períodos anteriores e a diferença entre as médias de porcentagens de moela nas duas granulometrias é muito pequena.

TABELA 26. Porcentagem de moela em relação ao peso vivo das frangas de reposição com 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	3,09 ± 0,11	2,98	3,27	2,94	3,20	3,09 ± 0,05
0,899	3,32	3,08	3,10	2,96	2,92	3,08
Média	3,20 ± 0,08	3,03	3,18	2,95	3,06	

CV= 8,07%

TABELA 27. Porcentagem de moela em relação ao peso vivo das frangas de reposição com 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	2,34 ± 0,08	2,45	2,31	2,44	2,35	2,38 ± 0,04
0,899	2,33	2,26	2,36	2,30	2,38	2,33
Média	2,34 ± 0,06	2,36	2,34	2,37	2,37	

CV= 9,45%

TABELA 28. Porcentagem de moela em relação ao peso vivo das frangas de reposição com 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	2,21 ± 0,09	2,06	2,16	2,09	1,93	2,09 ± 0,04 a
0,899	1,99	2,06	1,79	1,83	1,89	1,91 b
Média	2,10 ± 0,06	2,06	1,98	1,96	1,91	

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).

CV= 11,91%

TABELA 29. Porcentagem de moela em relação ao peso vivo das poedeiras com 30 semanas de idade submetidas a diferentes níveis de cálcio e granulometrias do calcário no período de 3 a 16 semanas de idade (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	1,52 ± 0,08	1,30	1,34	1,56	1,38	1,42 ± 0,03
0,899	1,48	1,39	1,42	1,36	1,45	1,42
Média	1,50 ± 0,05	1,35	1,38	1,46	1,41	

CV= 12,00%

4.3 Comprimento do metatarso

Através dos dados apresentados nas Tabelas 30, 31 e 32, verifica-se que não houve interação significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre o comprimento do metatarso (canela). Analisando os níveis de cálcio e granulometrias do calcário, independentemente, não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) na 5^a, 12^a e 16^a semanas de idade, indicando serem os níveis e granulometrias utilizados suficientes para um bom desenvolvimento corporal da ave. Os resultados estão de acordo com Meyer et al. (1971), que também não encontraram efeito dos níveis de 1,2 e 0,4% de cálcio fornecido no período de 12 semanas de idade, ao início de postura, sobre o comprimento do metatarso para aves da linhagem de postura machos e fêmeas.

TABELA 30. Comprimento do metatarso em relação ao peso vivo (cm/kg) de frangas de reposição com 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	17,4 \pm 0,41	18,5	17,9	17,6	17,5	17,7 \pm 0,18
0,899	18,0	17,0	17,5	17,6	17,0	17,4
Média	17,7 \pm 0,29	17,7	17,7	17,6	17,2	

CV= 5,21%

TABELA 31. Comprimento do metatarso em relação ao peso vivo (cm/kg) de frangas de reposição com 12 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	9,9 \pm 0,24	10,1	9,8	10,3	9,9	10,0 \pm 0,11
0,899	10,6	9,7	10,2	10,1	10,6	10,2
Média	10,2 \pm 0,17	9,9	10,0	10,2	10,2	

CV= 6,26%

TABELA 32. Comprimento do metatarso em relação ao peso vivo (cm/kg) de frangas de reposição com 16 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	8,5 \pm 0,26	8,4	8,2	8,7	8,4	8,4 \pm 0,11
0,899	8,7	8,6	7,7	8,0	8,1	8,2
Média	8,6 \pm 0,18	8,5	7,9	8,4	8,2	

CV= 8,14%

Na 30^a semana de idade (Tabela 33), não houve interação significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre o comprimento do metatarso, sendo somente significativo ($P<0,01$) os níveis de cálcio, apresentando efeito de 4^o grau. As granulometrias do calcário também não influenciaram ($P>0,05$) o comprimento do metatarso.

TABELA 33. Comprimento do metatarso em relação ao peso vivo (cm/kg) de poedeiras com 30 semanas de idade submetidas a diferentes níveis de cálcio e granulometrias do calcário no período de 3 a 16 semanas de idade (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	5,9 \pm 0,18	6,3	5,9	6,3	6,3	6,1 \pm 0,08
0,899	5,9	6,4	5,7	6,2	6,5	6,1
Média ¹	5,9 \pm 0,13	6,4	5,8	6,3	6,4	

¹ Efeito de 4^o grau para níveis de cálcio ($P<0,01$).
CV= 6,63%

4.4 Teor de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia

Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre a granulometria do calcário e os níveis de cálcio sobre os teores de cinzas da tíbia na 5^a semana de idade (Tabela 34). Os níveis de cálcio foram significativos ($P<0,05$) para os teores de cinzas, apresentando um efeito quadrático com maior teor de cinzas (58,23%) no nível de 0,93% Ca (Figura 4). Os resultados encontrados estão de acordo com Twining et al. (1965), que encontraram menor porcentagem de cinzas nas tíbias de frangos de corte com 4 e 8 semanas de idade com níveis de 0,50% de cálcio, havendo um acréscimo em menores taxas para os níveis de

0,60; 0,70 e 0,80% de cálcio em dietas sem fitase. Já a granulometria nesta idade não apresentou efeito significativo ($P>0,05$).

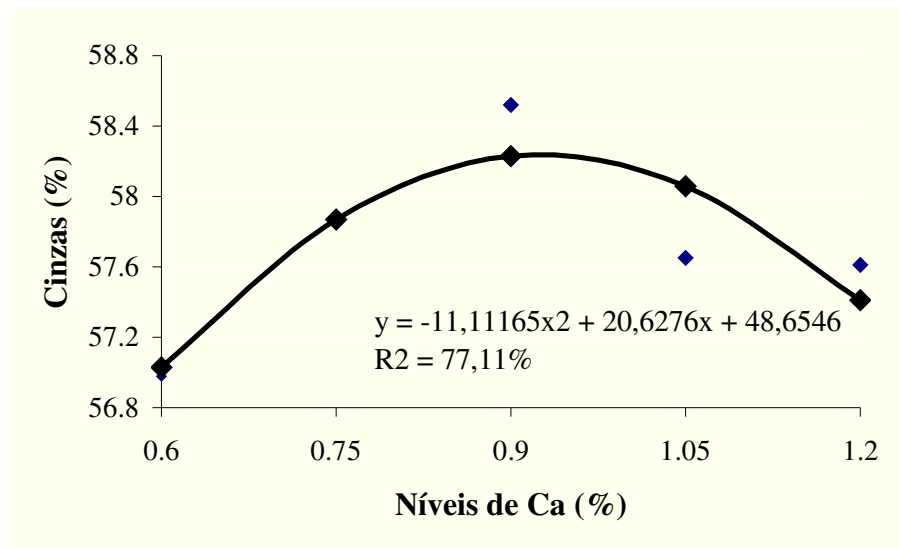
TABELA 34. Teor de cinzas na tíbia (%) na 5ª semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	57,49 ± 0,48	57,75	58,61	57,88	57,08	57,76 ± 0,22
0,899	56,46	58,01	58,43	57,42	58,04	57,67
Média ¹	56,98 ± 0,34	57,88	58,52	57,65	57,56	

¹ Efeito quadrático ($P<0,05$)

CV= 1,88%

FIGURA 4. Efeito dos níveis de cálcio sobre o teor de cinzas na tíbia seca e desengordurada na 5ª semana de idade.



Na 12^a semana de idade, não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário utilizados sobre o teor de cinzas nos ossos (Tabela 35), havendo somente efeito linear significativo ($P<0,05$) dos níveis de cálcio sobre esta medida (Figura 5). De acordo com os resultados da regressão, houve uma redução no teor de cinzas na tíbia de 1,88% para cada 1%, que variou no nível de cálcio. A granulometria do calcário não influenciou significativamente ($P>0,05$) o teor de cinzas. Os resultados são semelhantes aos encontrados por Schoultens (2001), que observou redução na deposição de cinzas nas tíbias de frangos de corte com 21 dias, com a elevação dos níveis de 0,46 a 1,30% de cálcio, em ração suplementada com 600FTU/kg de fitase, devido à menor absorção dos minerais manganês e zinco com a elevação dos níveis de cálcio.

TABELA 35. Teor de cinzas (%) na tíbia na 12^a semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	58,72 \pm 0,47	59,77	58,23	58,66	58,48	58,77 \pm 0,21
0,899	59,62	58,58	58,32	57,03	58,37	58,38
Média ¹	59,17 \pm 0,34	59,17	58,28	57,85	58,42	

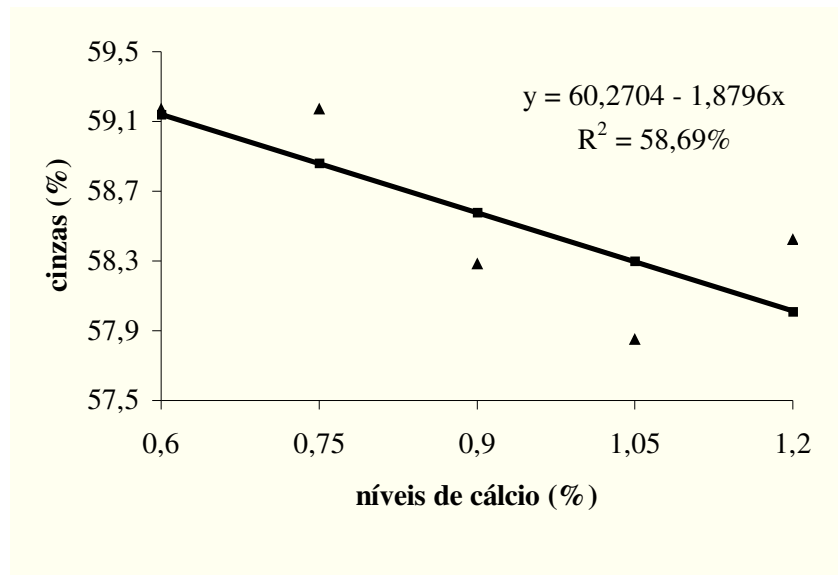
¹ Efeito linear ($P<0,05$).
CV= 2,14%

Houve interação significativa ($P<0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário na 16^a semana de idade das aves (Tabela 36). Não houve efeito dos níveis de cálcio dentro das granulometrias fina e grossa ($P>0,05$). Foi observado, ao se fazer o estudo de granulometria do calcário em cada nível de cálcio, que as médias diferiram apenas no nível de 0,90 e 1,05% de

cálcio, sendo que partículas com DGM=0,899mm proporcionaram um maior acúmulo de cinzas na tíbia. Pode-se observar que neste período ocorre o desenvolvimento dos órgãos reprodutores e, conseqüentemente, a secreção de estrógeno, que atua no aproveitamento do cálcio e no desenvolvimento dos ossos medulares que irão dar suporte para a calcificação da casca do ovo no período de produção de ovos. Os níveis de 0,90 e 1,05% de cálcio e o calcário de granulometria mais grossa foram favoráveis a um maior acúmulo de cinzas e cálcio nos ossos neste período, sendo esta granulometria solubilizada mais lentamente e o cálcio disponibilizado durante o período noturno, em que as aves estão sem alimentação e a exigência de cálcio é mais elevada devido à formação dos ossos medulares.

Anderson (1967) observou um aumento aparente próximo da significância de 5% de probabilidade nas cinzas das tíbias na 15ª semana de idade com o aumento do nível de cálcio de 0,60 a 2,50% em frangas alimentadas a partir da 10ª semana de idade.

FIGURA 5. Efeito dos níveis de cálcio sobre o teor de cinzas da tíbia seca desengordurada na 12ª semana de idade.



Berg et al. (1964) encontraram menor teor de cinzas na tibia de frangas com 21 semanas de idade quando alimentadas com 2,01% de cálcio a partir da 8ª semana de idade, se comparados com os níveis de 0,66 e 1,12% de cálcio.

Keshavarz (1987) relatou que os teores de cinzas e cálcio na tibia foram coerentemente maiores em frangas com 20 semanas alimentadas com dieta contendo 3,55% de cálcio por duas ou mais semanas, a partir de 14 semanas de idade.

Gerry & Bird (1967) observaram que as cinzas nos ossos tiveram um pequeno decréscimo com o aumento do cálcio na dieta de crescimento, sendo os níveis utilizados no período de 10 a 24 semanas de idade de 0,80; 1,60; 2,40 e 3,20% de cálcio.

TABELA 36. Teor de cinzas (%) na tibia na 16ª semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90 ²	1,05 ¹	1,20	
0,135	58,56 ± 0,52	58,51	57,57 b	57,57 b	58,40	58,12 ± 0,23
0,899	58,61	58,28	59,24 a	60,19 a	58,73	59,07
Média	58,59 ± 0,37	58,39	58,56	58,88	58,56	

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).

² Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,05).
CV= 2,36%

Não foi observada interação significativa (P>0,05) entre níveis de cálcio e granulometrias do calcário para o teor de cinzas na tibia na 30ª semana de idade. Os teores de cinzas também não foram significativos (P>0,05) para granulometrias e níveis de cálcio, independentemente (Tabela 37).

TABELA 37. Teor de cinzas (%) na tíbia na 30^a semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos no período de 3 a 16 semanas de idade (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	62,09 ± 0,68	62,78	62,00	61,88	62,48	62,25 ± 0,31
0,899	61,46	62,44	62,66	61,80	61,78	62,03
Média	61,78 ± 0,48	61,61	62,33	61,84	62,13	

CV= 2,46%

O teor de cálcio na tíbia não apresentou interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário na 5^a e 12^a semanas de idade. Também não foram significativos ($P>0,05$) a granulometria e os níveis de cálcio, analisados independentemente, sobre o teor de cálcio nestas idades (Tabelas 38 e 39).

TABELA 38. Teor de cálcio (%) na tíbia seca e desengordurada de aves com 5 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e a granulometria do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	22,16 ± 0,24	22,12	22,40	21,97	21,91	22,11 ± 0,11
0,899	21,73	22,22	22,47	22,07	22,59	22,22
Média	21,95 ± 0,17	22,17	22,43	22,02	22,25	

CV= 2,48%

TABELA 39. Teor de cálcio (%) na tíbia seca e desengordurada de aves com 12 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	20,86 ± 0,57	22,80	22,05	22,41	22,49	22,12 ± 0,25
0,899	22,81	22,52	22,35	21,82	22,45	22,45
Média	21,83 ± 0,40	22,66	22,20	22,12	22,47	

CV= 6,73%

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário na 16ª semana de idade (Tabela 40), sendo que o estudo de granulometria em cada nível de cálcio mostra que a granulometria do calcário com DGM=0,135mm resultou em menores teores de cálcio nos níveis de 0,90 e 1,05% Ca, sendo este resultado possivelmente devido à maior solubilidade e taxa de passagem desta granulometria pelo intestino delgado.

TABELA 40. Teor de cálcio (%) na tíbia seca e desengordurada de aves com 16 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90 ¹	1,05 ¹	1,20	
0,135	21,90 ± 0,22	22,11	21,51 b	21,59 b	21,71	21,76 ± 0,10
0,899	21,90	21,75	22,34 a	22,46 a	22,06	22,10
Média	21,90 ± 0,16	21,93	21,93	22,02	21,89	

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,01$).

CV= 2,66%

Na 30ª semana de idade, houve interação significativa ($P < 0,01$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (Tabela 41), sendo observado somente efeito de 4º grau ($P < 0,01$) para níveis de cálcio dentro da granulometria grossa do calcário ($DGM = 0,899\text{mm}$). Analisando as granulometrias dentro de níveis, somente houve efeito significativo ($P < 0,01$) no nível de 0,90% de cálcio, sendo a granulometria mais grossa favorável a um maior teor de cálcio na tibia.

TABELA 41. Teor de cálcio (%) na tibia seca e desengordurada na 30ª semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos no período de 3 a 16 semanas de idade (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90 ²	1,05	1,20	
0,135	23,72 \pm 0,33	23,78	22,97 ^b	23,56	23,58	23,52 \pm 0,15
0,899 ¹	22,93	23,22	24,53 ^a	23,03	23,17	23,38
Média	23,32 \pm 0,23	23,50	23,75	23,94	23,38	

¹ Efeito de 4º grau ($P < 0,01$).

² Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,01$).
CV = 3,14%

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) somente da granulometria do calcário na 5ª semana de idade sobre a porcentagem de fósforo na tibia, ocorrendo uma maior concentração de fósforo na granulometria de $DGM = 0,899\text{mm}$, não havendo interação significativa dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário ($P > 0,05$) e nem efeito dos níveis de cálcio sobre esta medida (Tabela 42).

TABELA 42. Teor de fósforo (%) na tíbia seca e desengordurada de aves com 5 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	11,18 ± 0,12	11,04	11,17	11,11	10,86	11,07 ± 0,06 b
0,899	11,22	11,28	11,13	11,27	11,26	11,23 a
Média	11,20 ± 0,09	11,16	11,15	11,19	11,06	

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,05). CV= 2,47%

O teor de fósforo na tíbia não se alterou em nenhum tratamento na 12^a e 16^a semanas de idade (Tabelas 43 e 44), não ocorrendo interação entre níveis de cálcio e granulometrias do calcário (P>0,05) e nem efeitos independentes dos níveis e granulometrias (P>0,05).

TABELA 43. Teor de fósforo (%) na tíbia seca e desengordurada de aves com 12 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	10,93 ± 0,19	10,87	10,58	10,68	10,53	10,72 ± 0,08
0,899	10,68	10,54	10,65	10,15	10,46	10,50
Média	10,81 ± 0,13	10,71	10,61	10,41	10,50	

CV= 4,73%

TABELA 44. Teor de fósforo (%) na tíbia seca e desengordurada de aves com 16 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	10,91 ± 0,13	10,92	1,61	10,81	10,97	10,84 ± 0,06
0,899	10,85	10,71	11,03	11,01	10,85	10,89
Média	10,88 ± 0,09	10,82	10,82	10,91	10,91	

CV= 3,10%

Não houve interação significativa entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre a porcentagem de fósforo na 30ª semana de idade, sendo somente significativo ($P < 0,05$) para granulometria; aves que receberam a granulometria mais fina na fase de cria e recria apresentaram uma maior concentração de fósforo na tíbia (Tabela 45).

TABELA 45. Teor de fósforo (%) na tíbia seca e desengordurada na 30ª semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos no período de 3 a 16 semanas de idade (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	11,18 ± 0,19	11,17	10,64	11,16	11,19	11,07 ± 0,09 a
0,899	10,63	11,00	10,99	10,48	10,85	10,79 b
Média	10,90 ± 0,14	11,08	10,82	10,82	11,02	

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,05$).
CV= 3,96%

4.5 Viabilidade na fase de cria e recria

Os níveis de cálcio e granulometrias utilizados não causaram mortalidade significativa ($P>0,05$) nas aves no período de 3 a 16 semanas de idade, não havendo interação significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias. Os níveis de cálcio e granulometrias do calcário analisados independentemente também não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) sobre a viabilidade das aves nas fases de cria e recria (Tabela 46).

TABELA 46. Viabilidade do experimento (%), segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos no período de 3 a 16 semanas de idade (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	Média
0,135	100,00 \pm 0,54	99,21	98,41	100,00	100,00	99,52 \pm 0,24
0,899	100,00	100,00	99,21	100,00	99,21	99,68
Média	100,00 \pm 0,38	99,60	98,81	100,00	99,60	

CV= 1,44%

Os resultados estão de acordo com Meyer et al. (1971), que não observaram efeito dos níveis de 0,40; 0,70; 0,90; 1,2 e 1,5% de cálcio fornecido no período de 8 a 21 semanas de idade sobre a mortalidade das aves.

4.6 Desempenho na postura

4.6.1 Produção média de ovos

Na Tabela 46 estão apresentados os resultados de produção de ovos de acordo com os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecido às frangas no período de 3 a 16 semanas de idade. Os resultados obtidos mostram que não houve interação significativa ($P>0,05$) entre a granulometria do calcário e níveis de cálcio sobre a produção de ovos.

TABELA 47. Produção média de ovos (% por ave/dia) segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ¹
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	87,48 \pm 1,92	89,23	89,29	91,22	88,17	89,08 \pm 0,86 a
0,899	89,53	83,53	85,53	86,58	87,33	86,50 b
Média	88,51 \pm 1,36	86,38	87,41	88,90	87,75	

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,05$).
CV2 = 4,80%

Os níveis de cálcio não influenciaram significativamente ($P>0,05$) a produção média de ovos, estando os resultados de acordo com Berg et al. (1964) e Meyer et al. (1971), que também não observaram efeitos significativos dos níveis de cálcio fornecidos no período de recria sobre a produção média de ovos.

A granulometria do calcário apresentou efeito significativo ($P<0,05$), sendo favorável o uso da granulometria fina (DGM=0,135mm) nas fases de cria e recria, proporcionando uma maior produção média de ovos no período estudado. Este efeito da granulometria fina sobre a produção de ovos ocorreu somente no primeiro período, não sendo observado nos demais períodos experimentais. Deve-se considerar que a não sincronização de produção de ovos

das aves no início de postura poderia ter causado esta diferença que não era esperada, pois as aves no período de cria e recria tiveram desempenho e características morfométricas do trato digestório e corporal semelhantes para ambas as granulometrias.

Os resultados obtidos para produção média dos ovos indicaram diferenças significativas ($P < 0,01$) para o período (Tabela 48). As aves tiveram menor produção de ovos no primeiro período devido ao início do ciclo de postura, ocorrendo um aumento da produção de ovos a partir do segundo período; e a partir do terceiro período, as aves atingiram o pico de postura que se manteve até o final do experimento.

TABELA 48. Produção média de ovos (% por ave/dia), segundo os períodos experimentais (média \pm erro padrão).

Período	Produção de ovos (%/ave/dia)¹
1	68,58 \pm 0,596 c
2	91,75 \pm 0,596 b
3	95,30 \pm 0,596 a
4	95,52 \pm 0,596 a
DMS	2,20

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,01$).

Houve interação significativa ($P < 0,01$) dos níveis de cálcio com os períodos estudados (Tabela 49). Os resultados indicam diferenças na produção de ovos somente no primeiro período, sendo observado efeito cúbico dos níveis de cálcio dentro deste. Analisando períodos dentro de cada nível de cálcio, observa-se menor produção de ovos no período 1, não ocorrendo diferenças

entre os demais. Este menor valor se justifica devido ao início do ciclo de postura.

TABELA 49. Produção média de ovos (% por ave/dia), de acordo com o período e níveis de cálcio.

NÍVEIS DE CÁLCIO (%)	PRODUÇÃO DE OVOS (%) POR PERÍODO			
	1 ¹	2	3	4
0,60 ²	71,96 b	91,15 a	95,28 a	95,64 a
0,75	62,50 b	92,26 a	94,88 a	95,87 a
0,90	66,96 b	91,71 a	95,32 a	95,64 a
1,05	70,12 b	93,37 a	95,60 a	96,51 a
1,20	71,37 b	90,24 a	94,44 a	94,96 a

¹ Efeito cúbico (P<0,01).

² Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01).

4.6.2 Peso médio dos ovos

Não foi observada interação significativa (P>0,05) entre os níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o peso médio dos ovos (Tabela 50).

Os níveis de cálcio e a granulometria do calcário, analisados independentemente, também não apresentaram efeito significativo (P>0,05) sobre o peso dos ovos, estando os resultados de acordo com Berg et al. (1964) que também não observaram efeitos dos níveis de 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio fornecidos para frangas no período de 8 a 21 semanas de idade sobre o peso dos ovos. Anderson (1967) observou maior peso dos ovos em frangas alimentadas com ração contendo 1,30% de cálcio no período de 11 a 22 semanas de idade em relação aos níveis de 0,65 e 2,60% de cálcio.

TABELA 50. Peso médio dos ovos segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média ± erro padrão).

Granulometria do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	57,10 ± 0,51	57,35	58,30	58,60	58,15	57,90 ± 0,23
0,899	58,20	57,50	57,85	57,25	56,85	57,53
Média	57,65 ± 0,36	57,42	58,07	57,92	57,50	

CV2 = 1,66%

O período influenciou significativamente ($P < 0,01$) o peso dos ovos, ocorrendo um aumento do peso dos ovos com o avanço do ciclo de postura (Tabela 51). Os resultados estão de acordo com Card & Nesheim (1966) e North & Bell (1990), que explicam ser este aumento do peso devido ao incremento no tamanho da gema e deposição de albúmen no ovo com o avançar da idade das aves.

TABELA 51. Peso médio dos ovos, segundo os períodos experimentais (média ± erro padrão).

Período	Peso dos ovos (g) ¹
1	52,88 ± 0,1358 d
2	56,42 ± 0,1358 c
3	60,34 ± 0,1358 b
4	61,22 ± 0,1358 a
DMS	0,5006

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,01$).

4.6.3 Consumo de ração

Não houve interação significativa ($P>0,05$) para a granulometria do calcário e níveis de cálcio fornecidos nas rações de cria e recria sobre o consumo médio de ração na postura (Tabela 52).

Os níveis de cálcio e granulometria do calcário, independentemente, não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração, indicando que os níveis de cálcio fornecidos na cria e recria não são suficientes para afetar esta variável na postura.

TABELA 52. Consumo médio de ração, gramas por ave, por dia, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Granulometria do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	97 \pm 1,21	98	100	100	98	99 \pm 0,54
0,899	99	98	97	97	96	97
Média	98 \pm 0,85	98	98	98	97	

CV2 = 1,99%

Os resultados obtidos para consumo médio de ração indicaram diferenças significativas ($P<0,01$) para período (Tabela 53), ocorrendo um aumento no consumo com o avançar da idade das aves.

TABELA 53. Consumo médio de ração (g/ave/dia), segundo os períodos experimentais (média ± erro padrão).

Período	Consumo de ração (g) ¹
1	84 ± 0,2763 d
2	96 ± 0,2763 c
3	104 ± 0,2763 b
4	108 ± 0,2763 a
DMS	1,0178

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey (P<0,01).

4.6.4 Conversão alimentar

Não houve interação significativa (P>0,05) entre os níveis de cálcio e granulometria do calcário fornecidos no período de cria e recria sobre a conversão alimentar das aves no período de postura (Tabela 54).

Foi observado efeito cúbico dos níveis de cálcio (P<0,05) sobre a conversão alimentar.

A granulometria do calcário nas fases de cria e recria influenciou significativamente (P<0,05) a conversão alimentar das aves no período de postura, proporcionando a granulometria fina (DGM= 0,135mm) melhor conversão alimentar, sendo este efeito devido somente a maior produção de ovos no primeiro período das aves que receberam esta granulometria na cria e recria.

O período influenciou significativamente (P<0,01) a conversão alimentar, sendo que, no primeiro período, as aves apresentaram pior conversão

alimentar, o que se justifica pelo alto consumo e pela baixa produção (Tabela 55). Posteriormente, a conversão alimentar apresentou melhores resultados devido ao aumento na produção de ovos.

TABELA 54. Conversão alimentar por massa de ovos, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média ± erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média ²
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	1,99 ± 0,04	1,98	1,98	1,89	1,95	1,96 ± 0,02 a
0,899	1,93	2,15	2,00	2,01	1,98	2,02 b
Média¹	1,96 ± 0,03	2,07	1,99	1,95	1,97	

¹Efeito cúbico (P<0,05)

²Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,05).
CV2 = 7,63%

TABELA 55. Conversão alimentar (gramas de ração por gramas de ovos) segundo os períodos experimentais (média ± erro padrão).

Período	Conversão alimentar(g ração/ g ovos) ¹
1	2,42 ± 0,0215 b
2	1,87 ± 0,0215 a
3	1,81 ± 0,0215 a
4	1,85 ± 0,0215 a
DMS	0,0790

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey (P<0,01).

Houve interação significativa (P<0,01) do período e níveis de cálcio sobre a conversão alimentar na postura somente nos níveis dentro do período 1,

sendo observado efeito cúbico dos níveis de cálcio, sobre a conversão alimentar (Tabela 56). Analisando os períodos dentro de cada nível de cálcio foi observado que o período 1 apresentou a pior conversão alimentar em todos os níveis, não havendo diferenças na conversão alimentar nos demais períodos. Esta pior conversão alimentar se justifica devido à menor produção de ovos no início do ciclo produtivo das aves.

TABELA 56. Conversão alimentar (gramas de ração por gramas de ovos), de acordo com o período e níveis de cálcio¹.

NÍVEIS DE CÁLCIO (%)	PRODUÇÃO DE OVOS (%) POR PERÍODO			
	1 ¹	2	3	4
0,60 ²	2,28 b	1,89 a	1,86 a	1,82 a
0,75	2,73 b	1,86 a	1,85 a	1,83 a
0,90	2,46 b	1,86 a	1,84 a	1,79 a
1,05	2,32 b	1,85 a	1,84 a	1,80 a
1,20	2,28 b	1,91 a	1,86 a	1,83 a

¹ Efeito cúbico (P<0,01).

² Médias seguidas por letras diferentes na linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01).

4.6.5 Perdas de ovos

Não foi observada interação significativa (P>0,05) entre as granulometrias do calcário e os níveis de cálcio fornecidos nas fases de cria e recria sobre a perda de ovos (Tabela 57).

Analisando níveis de cálcio e granulometrias do calcário, independentemente, não foi constatada diferença significativa (P>0,05) sobre a porcentagem de perdas. Meyer et al. (1971) observaram uma maior incidência de ovos sem casca e quebrados em frangas alimentadas com rações contendo 0,4 e 1,5% de cálcio no período de 8 a 21 semanas de idade, enquanto frangas

alimentadas com 0,90% de cálcio tiveram uma menor incidência de ovos quebrados.

TABELA 57. Porcentagem de perda de ovos, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	0,90 \pm 0,18	0,79	0,58	0,95	0,66	0,78 \pm 0,08
0,899	0,68	0,75	0,58	0,65	0,64	0,66
Média	0,79 \pm 0,13	0,77	0,58	0,80	0,65	

CV2 = 96,12%

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos períodos estudados sobre a porcentagem de perdas dos ovos (Tabela 58).

TABELA 58. Porcentagem de perdas de ovos segundo os períodos experimentais (média \pm erro padrão).

Período	Perda de ovos (%)
1	0,66 \pm 0,0978
2	0,67 \pm 0,0978
3	0,63 \pm 0,0978
4	0,92 \pm 0,0978
DMS	0,360

4.7 Qualidade dos ovos

4.7.1 Qualidade externa

4.7.1.1 Espessura de casca

Não foi observada interação significativa ($P>0,05$) da granulometria do calcário e níveis de cálcio fornecido nas fases de cria e recria sobre a espessura da casca (Tabela 59).

Níveis de cálcio e granulometria do calcário analisados independentemente, não influenciaram ($P>0,05$) a espessura de casca, indicando não serem significativos os efeitos dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos na cria e recria sobre esta variável.

TABELA 59. Espessura média de casca (μm), segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	0,371 \pm 0,003	0,371	0,372	0,366	0,372	0,370 \pm 0,001
0,899	0,368	0,369	0,375	0,368	0,371	0,370
Média	0,370 \pm 0,002	0,370	0,373	0,367	0,372	

CV2 = 2,19%

Foi observado efeito significativo ($P<0,01$) do período sobre a espessura da casca, sendo a menor espessura obtida no período 4, estando os resultados de acordo com os observados por outros autores, nos quais também observam diminuição da espessura da casca com o avançar da idade das aves, sendo esta menor espessura resultante do aumento do tamanho do ovo (maior tamanho de

gema e deposição de albúmen), sem o aumento proporcional da deposição de cálcio na casca (Tabela 60).

TABELA 60. Espessura média de casca por período (média \pm erro padrão).

Período	Espessura de casca (μm) ¹
1	0,371 \pm 0,001 b
2	0,377 \pm 0,001 a
3	0,367 \pm 0,001 bc
4	0,366 \pm 0,001 c
DMS	0,004

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey (P<0,01).

4.7.1.2 Porcentagem de casca

Não houve interação significativa (P>0,05) entre os níveis de cálcio e granulometria do calcário para a porcentagem de casca (Tabela 61).

Analisando níveis de cálcio e granulometrias do calcário independentemente, não foi observado efeito significativo (P>0,05) sobre a porcentagem de casca.

TABELA 61. Porcentagem média de casca (%), segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	9,52 \pm 0,08	9,51	9,50	9,34	9,47	9,47 \pm 0,03
0,899	9,38	9,49	9,62	9,48	9,61	9,52
Média	9,45 \pm 0,05	9,50	9,56	9,41	9,54	

CV2 = 2,41%

Verificou-se que a porcentagem de casca foi influenciada ($P < 0,01$) pelos períodos. Os resultados estão apresentados na Tabela 62, demonstrando que a porcentagem de casca diminui com o aumento da idade das aves devido ao aumento do tamanho da gema e deposição de albúmen (Card & Nesheim, 1966; North & Bell, 1990), não havendo um incremento proporcional na deposição de casca.

TABELA 62. Porcentagem média de casca por período (média \pm erro padrão).

Período	Porcentagem de casca (%)¹
1	9,72 \pm 0,032 a
2	9,53 \pm 0,032 b
3	9,32 \pm 0,032 c
4	9,39 \pm 0,032 c
DMS	0,1191

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,01$).

4.7.1.3 Peso específico

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) da granulometria do calcário e níveis de cálcio nas fases de cria e recria sobre o peso específico dos ovos (Tabela 63).

TABELA 63. Peso específico dos ovos (g/dm^3), segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	1,087 \pm 0,0004	1,086	1,086	1,085	1,086	1,086 \pm 0,0002
0,899	1,086	1,086	1,086	1,087	1,086	1,086
Média	1,086 \pm 0,0003	1,086	1,086	1,086	1,086	

CV2 = 0,13%

Os níveis de cálcio e granulometria do calcário, independentemente, também não influenciaram ($P > 0,05$) o peso específico dos ovos. Berg et al. (1964) também não observaram efeito significativo dos níveis de 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio fornecido na recria (8 a 21 semanas de idade) sobre esta variável.

Verificou-se que o peso específico foi influenciado ($P < 0,01$) apenas pelos períodos. Os resultados estão apresentados na Tabela 64, demonstrando claramente que a qualidade da casca do ovo é influenciada pela idade das aves, fato comumente verificado em outras pesquisas.

TABELA 64. Peso específico dos ovos (g/dm^3) por período (média \pm erro padrão).

Período	Peso específico (g/dm^3) ¹
1	1,089 \pm 0,0002 a
2	1,087 \pm 0,0002 b
3	1,085 \pm 0,0002 c
4	1,084 \pm 0,0002 c
DMS	0,0007

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,01$).

4.7.2 Qualidade interna (Unidade Haugh)

Os dados apresentados na Tabela 65 mostram que não houve efeito da interação dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre a qualidade interna ($P>0,05$). Os níveis de cálcio e granulometrias do calcário, analisados independentemente, não afetaram ($P>0,05$) a qualidade interna.

TABELA 65. Unidade Haugh média dos ovos, segundo os níveis de cálcio e granulometrias do calcário fornecidos nas fases de cria e recria (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	102,79 \pm 0,54	103,39	103,22	103,41	102,69	103,10 \pm 0,24
0,899	102,89	102,16	102,80	103,89	102,88	102,92
Média	102,84 \pm 0,39	102,77	103,01	103,65	102,78	

CV2 = 1,42%

Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos períodos sobre a unidade Haugh dos ovos no decorrer do experimento, confirmando que a qualidade interna piora com o avançar da idade das aves devido à pior qualidade de casca dos ovos, em função da redução da eficiência da poedeira (Tabela 66).

TABELA 66. Unidade Haugh média dos ovos por período (média \pm erro padrão).

Período	Unidade Haugh ¹
1	105,72 \pm 0,207 a
2	103,53 \pm 0,207 b
3	102,58 \pm 0,207 c
4	100,21 \pm 0,207 d
DMS	0,7619

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste Tukey (P<0,01).

4.8 Viabilidade na postura

Os tratamentos utilizados no período de cria e recria não afetaram significativamente a viabilidade das aves na fase de postura, não ocorrendo interação significativa dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre esta variável. Analisando níveis de cálcio e granulometria do calcário independentemente, não foi observado efeito significativo sobre esta variável (Tabela 67).

TABELA 67. Viabilidade do experimento (%) na fase de postura, segundo os níveis de cálcio e a granulometrias do calcário fornecidos no período de 3 a 16 semanas de idade (média \pm erro padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)					Média
	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	
0,135	100,00 \pm 1,34	100,00	100,00	96,67	100,00	99,34
0,899	100,00	96,67	98,33	100,00	100,00	99,00
Média	100,00 \pm 0,95	98,33	99,17	98,33	100,00	

CV2 = 3,03%

5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais em que se realizou este trabalho, pode-se concluir que:

- O nível de cálcio de 0,90% e calcário na granulometria grossa (DGM=0,899mm) em dietas suplementadas com 500 FTU's de fitase foi ideal para o melhor desenvolvimento esquelético (maior percentagem de cinzas e cálcio na tíbia na 16^a semana), não ocorrendo efeito dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário utilizados sobre o desenvolvimento corporal e do trato digestório de frangas de reposição no período de 3 a 16 semanas de idade.

- O nível de 0,60% de cálcio e as granulometrias do calcário (DGM's = 0,135 e 0,899mm) em dieta suplementada com 500 FTU's de fitase fornecido nas fases de cria e recria foram suficientes para um bom desempenho na postura (produção, conversão alimentar, peso médio dos ovos e % de perdas), não afetando o desenvolvimento do trato digestório na 30^a semana de idade, a qualidade externa (peso específico, espessura e % de casca) e interna (Unidade Haugh) dos ovos no período estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Methods of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. In: _____. **American Society of Agricultural Engineers Yearbook Standards**. St. Joseph: American Society of American Engineers, 1983.

ANDERSON, D. L. Pre-laying nutritional and environmental factors in the performance of the adult fowl. **Poultry Science**, Champaign, v. 46, n. 1, p. 52-63, Jan. 1967.

APTEKMANN, K. P.; BARALDI, A. S. M.; STEFANINNI, M. A. , ORSI, M. A. **Morfometric analysis of the intestine of domestic quail(Coturnix coturnix japonica) treated with different levels of dietary calcium**. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=11688737&dopt=abstract. Acesso em: 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. n. 1.

BAILEY, C. A. , LINTON, S. , BRISTER, R. , CREGER, C. R. Effects of gradel of dietary phosphorus on bone mineralization in the very young poult. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, n. 5, p. 1018-1020, May 1986.

BERG, L. R.; BEARSE, G. E.; MERRILL, L. H. The calcium and phosphorus requirements of White Leghorn pullets from 8-21 weeks. **Poultry Science**, Champaign, v. 43, n. 4, p. 885-896, Apr. 1964.

BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1999. v. 27, p. 67-79.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas 1961 – 1990**. Brasília: MA, 1992. 88 p.

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. 10. ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1966. 400 p.

CHENG, T. K.; COON, C. N. Comparison of various *in vitro* methods for the determination of limestone solubility. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2204-2208, Dec. 1990.

CHENG, T. K.; COON, C. N. Effect of calcium source, particle size, limestone solubility *in vitro*, and calcium intake level on layer bone status and performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2214-2219, Dec. 1990a.

CHENG, T. K.; COON, C. N. Effect on layer performance and shell quality of switching limestones with different solubilities. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2199-2203, Dec. 1990b.

CHOI, J. H.; SO, B. S.; RYU, K. S. , KANG, L. Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, n. 3 , p. 594-597, Mar. 1986.

CLASSEN, H. L.; SCOTT, T. A. Self-selection of calcium during the rearing and early laying periods of White Leghorns pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 10, p. 2065-2074, Oct. 1982.

COELHO, M. Early maturing layers require altered management. **Feedstuffs**, Minnesota, p. 11-16, June 2001.

DEATON, J. W.; LOTT, B. D.; BRANTON, S. L.; SIMMONS, J. D. Research note: effect of beak trimming on body weight and feed intake of egg-type pullets fed pellets or mash. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, n. 9 , p. 1552-1554, Sept. 1987.

DIBNER, J. J.; KITCHELL, M. L.; ATWELL, C. A.; IVEY, F. J. The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastrointestinal tract in poultry. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 6, n. 1, p. 70-77, Summer 1996.

ELEY, C. P.; BELL, J. C. Particle size of broiler feed as a factor in the consumption and excretion of water. **Poultry Science**, Champaign, v. 27, n. 5, p. 660-661, 1948.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

GERRY, R. W.; BIRD, F. H. The performance of Red x Rock sex links as affected by calcium levels in their growing and laying diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 46, n. 4, p. 1264, Apr. 1967.

GILBERT, A. B.; PEDDIE, J. , MITCHELL, G. G.; TEAGUE, P. W. The egg-laying of the domestic hen to variation in dietary calcium. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 22, n. 6, p. 537-548, Nov. 1981.

HAMILTON, R. M. G.; PROUDFOOT, F. G. Effects of ingredient particle size and feed form on the performance of Leghorns hens. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 75, n. 1, p. 109-114, Mar. 1995.

HAMILTON, R. M. G.; KENNIE, J. The effects of lighting program, ingredient particle size and feed form on the performance of broiler turkeys. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 77, n. 3, p. 503-508, Sept. 1997.

JÚNIOR, J. G. V.; ALBINO, L. F.; ROSTAGNO, H. S.; CARVALHO, D. C. O. , CUPERTINO, E. S.; TOLEDO, R. S. Níveis nutricionais de cálcio para frangas de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba, SP. **Anais. . .** Piracicaba, 2001. v. 38, p. 821-822.

KESHAVARZ, K. Influence of feeding a high calcium diet for various durations in prelaying period on growth and subsequent performance of White Leghorn Pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 66. , n. 10, p. 1576-1582, Oct. 1987.

KWAKKEL, R. P. DUCRO, B. J.; KOOPS, W. J. Multiphasic analysis of growth of the body and its chemical components in White Leghorn pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 1421-1432, Aug. 1993.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph-Ontario: University Books, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph, Ontario: University Books, 2001. 414p.

LOHMANN. **Manual de Criação e Manejo da linhagem Lohmann LSL**.
Uberlândia: Planalto. 1999.

LOTT, B. D.; DAY, E. D.; DEATON, J. W.; MAY, J. D. The effect of temperature, dietary energy level, and corn particle size on broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 4, p. 618-624, Apr. 1992.

MEYER, G. B. , BABCOCK, S. W.; SUNDE, M. L. Effect of various prelaying levels of dietary calcium upon subsequent performance in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 50, n. 2, p. 536-547, Feb. 1971.

MRAZ, F. R. Influence of pre-laying dietary calcium upon tibial ⁴⁵Ca uptake in 20 week-old pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 51, n. 3, p. 1058-1059, Mar. 1972.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, **1998**, Campinas. **Anais...** Campinas, 1998. p. 49-68.

NIR, I.; MELCION, J. P.; PICARD, M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2177-2184, Dec. 1990.

NIR, I.; HILLEL, R. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 6, p. 781-791, June 1994.

NIR, I.; SHEFET, G.; AARONI, Y. Effect of grain particle size on performance. 2. Corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 45-49, Jan. 1994.

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. New York: Chapman & Hall, 1990. 913 p.

PETERS, T. Weight at five weeks determines future laying performance. **World Poultry**, v. 13, n. , p. 43-44, 1997

PORTELLA, F. J.; CASTON, L. J; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, n. 3, p. 923-930, Sept. 1988.

RAO, K. S.; ROLAND, D. A. Influence of dietary calcium level and particle size of calcium source on *in vivo* calcium solubilization by commercial

Leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 1499-1505, Nov. 1989.

RAO, K. S.; ROLAND, D. A. *In vivo* limestone solubilization in commercial 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.; ADAMS, J. L.; DURBORAW, W. M. Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, v. 1, n. 1, p. 6-10, 1992.

ROBSON JR, H. M.; ROLAND, D. A. Solubility comparisons of limestones and oyster shells from different companies, and the short term effect of switching limestones varying in solubility on egg specific gravity. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 37-38, 1985. Supplement 1, (Abst., 37)

ROLAND, D. Eggshell quality IV: oystershell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. **World's Poultry Science Journal**, Washington, v. 42, n. 2, p. 166-171, June 1986.

ROSTAGNO, H. S.; BARBARINO JR., P.; BARBOZA, W. A. . Exigências nutricionais de aves determinadas no Brasil. **In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS**. Viçosa, 1996. p. 361-388.

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

SCHEIDELER, S. E.; JARONI, D.; PUTHPONGSIRIPRON, U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 7, n. 4, p. 359-371, Winner 1998.

SCHOULTEN, N. A. **Níveis de cálcio em dietas para frangos de corte suplementadas com fitase**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, M. L. F. **Exigências nutricionais de cálcio para galinhas reprodutoras de corte**. 1990. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SIMCO, T. F.; STEPHENSON, E. L. Re-evaluation of the calcium-phosphorus requirements of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 40, n. 5, p. 1188-1192, 1961.

TAHER, A. I.; GLEAVES, E. W.; BECK, M. Special calcium appetite in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 11, p. 2261-2267, Nov. 1984

TWINING, P. F.; LILLIE, R. J.; ROBEL, J.; DENTON, C. A. Calcium and phosphorus requirements of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 44, n. 1, p. 283-296, Jan. 1965.

WIDEMAN, R. F.; CLOSSER, J. A.; ROUSH, W. B.; COWEN, B. S. Urolithiasis in pullets and laying hens: role of dietary calcium and phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 12, p. 2300-2307, Dec. 1985.

WILGUS, H. S. JR. The quantitative requirement of the growing chick for calcium and phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 10, n. 3, p. 107-117, 1931.

ZHANG, B.; COON, C. N. Improved *in vitro* methods for determining limestone and oyster shell solubility. **Journal Applied Poultry Research**, SAVoy, v. 6, n. 1, p. 94-99, Summer 1997.

ANEXOS

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1A. Temperatura média do interior do galpão no período de cria e recria.....	92
TABELA 2A. Temperatura média no interior do galpão de postura.....	92
TABELA 3A. Idade média das aves ao atingirem 5% de postura.....	93
TABELA 4A. Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 5 semanas de idade.....	93
TABELA 5A. Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 12 semanas de idade.....	94
TABELA 6A. Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 16 semanas de idade.....	94
TABELA 7A. Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg PV) de aves com 5 semanas de idade.....	95
TABELA 8A. Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg PV) de aves com 12 semanas de idade.....	95

- TABELA 9A.** Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento de canela (CC expresso em cm/kg de peso vivo) de aves com 16 semanas de idade.....96
- TABELA 10A.** Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg PV) de aves com 30 semanas de idade.....96
- TABELA 11A.** Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 5^a semana de idade.....97
- TABELA 12A.** Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 12^a semana de idade.....97
- TABELA 13A.** Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 16^a semana de idade.....98
- TABELA 14A.** Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 30^a semana de idade.....98
- TABELA 15A.** Resumo das análises de variância para produção média de ovos por ave/dia (PMO), peso dos ovos (PO), consumo médio diário de ração (CRM), conversão alimentar (CA) por massa de ovos, perdas de ovos (PERDA).....99
- TABELA 16A.** Resumo das análises de variância, estudando regressão para níveis de cálcio.....100

- TABELA 17A.** Resumo das análises de variância dos dados referentes ao peso específico (PE), porcentagem de casca (% Casca), espessura de casca (EC) e unidade de Haugh (UH), estimados durante o período experimental.....101
- TABELA 18A.** Quadrados médios da análise de variância para a viabilidade das aves no período de cria e recria.....101
- TABELA 19A.** Quadrados médios da análise de variância para a viabilidade das aves no período de postura.....102

TABELA 1A. Temperatura média do interior do galpão no período de cria e recria.

PERÍODO	TEMPERATURA ° C		Média
	Máxima	Mínima	
3 a 5 semanas	25,95	19,55	22,75
6 a 12 semanas	26,77	17,22	21,99
13 a 16 semanas	28,11	19,15	23,63

TABELA 2A. Temperaturas médias no período de postura.

PERÍODO	TEMPERATURA ° C		MÉDIA
	Máxima	Mínima	
1	29,00	20,43	24,71
2	30,31	20,82	25,56
3	30,10	21,51	25,80
4	30,12	20,40	25,26

TABELA 3A. Idade ao início de postura (5% de produção) de aves submetidas a diferentes níveis de cálcio e granulometrias do calcário no período de cria e recria.

Granulometria do calcário (mm)	Níveis de cálcio	Idade das aves no início de postura (dias)
0,135	0,60	121
	0,75	119
	0,90	121
	1,05	122
	1,20	122
0,899	0,60	121
	0,75	121
	0,90	119
	1,05	122
	1,20	120

TABELA 4A. Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 5 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GP	CR	CA
Níveis de cálcio (N)	4	100,1852	221,4253	0,025078**
Granulometria calcário (G)	1	148,2642	319,0338	0,003528
N x G	4	50,5602	120,9143	0,011728**
Efeito linear	1	33,6400 ns	133,1716 ns	0,000729
Efeito quadrático	1	92,8286 ns	471,7786 ns	0,039446**
Desvio	2	137,136114 ns	140,375514 ns	0,030068**
Erro	40	54,7492	256,1975	0,003242
C.V. (%)		3,10	2,61	2,21

** (P<0,01%); * (P<0,05%) e ns (P>0,05).

TABELA 5A. Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 12 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GP	CR	CA
Níveis de cálcio (N)	4	244,250700	13768,452200	0,020083
Granulometria calcário (G)	1	120,125000	8359,245000	0,003872
N x G	4	244,304500	724,067000	0,011697
Efeito linear	1	310,112100 ns	42419,521600**	0,031684*
Efeito quadrático	1	20,905786 ns	387,113143 ns	0,0000003 ns
Desvio	2	322,992457 ns	6133,587029 ns	0,024323*
Erro	40	317,777700	2351,057300	0,006405
C.V. (%)		2,28	1,60	2,07

** $(P < 0,01\%)$; * $(P < 0,05\%)$ e ns $(P > 0,05)$.

TABELA 6A. Quadrados médios da análise de variância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 16 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GP	CR	CA
Níveis de cálcio (N)	4	20682,513800	17627,160700	0,385942
Granulometria calcário (G)	1	14433,005000	29714,344200*	0,462722
N x G	4	6715,864000	4512,683700	0,135562
Efeito linear	1	17360,697600 ns	49894,156900*	0,145161 ns
Efeito quadrático	1	14056,056000 ns	8638,143500 ns	0,141446 ns
Desvio	2	25656,650800 ns	5988,171200 ns	0,628580 ns
Erro	40	9726,976700	7268,736800	0,202005
C.V. (%)		9,90	1,86	9,67

** $(P < 0,01\%)$; * $(P < 0,05\%)$ e ns $(P > 0,05)$.

TABELA 7A. Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg de peso vivo) de aves com 5 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	TD	CID	MO	CC
Níveis cálcio (N)	4	0,505430	329,560232	0,115538	0,478768
Gran. calcário (G)	1	2,882833**	1770,125000*	0,004115	1,384448
N x G	4	0,351104	449,503160	0,106075	1,517168
Efeito linear	1	0,046015 ns	364,428100 ns	0,140985 ns	1,263376 ns
Efeito quadrático	1	0,000019 ns	383,595911ns	0,022591 ns	0,631143 ns
Desvio	2	0,0987844 ns	285,108458 ns	0,149287 ns	0,010277 ns
Erro	40	0,388507	347,947910	0,061921	0,838824
C.V. (%)		6,38	7,21	8,07	5,21

**($P < 0,01\%$); *($P < 0,05\%$) e ns ($P > 0,05$).

TABELA 8A. Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg de peso vivo) de aves com 12 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	TD	CID	MO	CC
Níveis cálcio (N)	4	0,286233	132,157576	0,003380	0,335269
Gran. calcário (G)	1	0,000959	934,912463*	0,051403	1,185601
N x G	4	0,302218	141,178531	0,035443	0,854826
Efeito linear	1	0,064410 ns	34,880103 ns	0,005836 ns	0,124803 ns
Efeito quadrático	1	0,941025 ns	1,723594 ns	0,000096 ns	0,727365 ns
Desvio	2	0,069748 ns	246,013304 ns	0,003795 ns	0,244454 ns
Erro	60	0,889699	138,492727	0,049526	0,401422
C.V. (%)		12,15	9,53	9,45	6,26

**($P < 0,01\%$); *($P < 0,05\%$) e ns ($P > 0,05$).

TABELA 9A. Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg de peso vivo) de aves com 16 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	TD	CID	MO	CC
Níveis cálcio (N)	4	0,210631	43,585949	0,079954	0,896161
Gran. calcário (G)	1	0,424275	108,451956	0,558232**	1,096251
N x G	4	0,210074	136,086763*	0,089007	0,473048
Efeito linear	1	0,063176 ns	19,003546 ns	0,307777*	1,080643 ns
Efeito quadrático	1	0,173341 ns	88,440590 ns	0,002237 ns	0,663061 ns
Desvio	2	0,303003 ns	33,449829 ns	0,004901 ns	0,920469 ns
Erro	60	0,211547	52,707608	0,056897	0,459237
C.V. (%)		6,89	7,18	11,91	8,14

**($P < 0,01\%$); *($P < 0,05\%$) e ns ($P > 0,05$).

TABELA 10A. Quadrados médios da análise de variância para porcentagem do trato digestório/g de peso vivo (TD), comprimento do intestino delgado expresso em cm/kg de peso vivo (CID), porcentagem de moela (MO) e comprimento do metatarso (CM expresso em cm/kg de peso vivo) de aves com 30 semanas de idade.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	TD	CID	MO	CC
Níveis cálcio (N)	4	0,276668	0,993548	0,036963	0,676813**
Gran. calcário (G)	1	0,036992	0,768800	0,000008	0,000200
N x G	4	0,400772	16,701010	0,035903	0,077865
Efeito linear	1	0,004356 ns	1,357225 ns	0,002916 ns	0,660969 ns
Efeito quadrático	1	0,316826 ns	0,140178 ns	0,047546 ns	0,057206 ns
Desvio	2	0,785490 ns	1,238395 ns	0,048695 ns	0,994538**
Erro	40	0,530537	57,216920	0,029058	0,165719
C.V. (%)		9,33	7,90	12,00	6,63

**($P < 0,01\%$); *($P < 0,05\%$) e ns ($P > 0,05$).

TABELA 11A. Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 5ª semana de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	CINZAS	CÁLCIO	FÓSFORO
Níveis de cálcio (N)	4	3,123642*	0,369681	0,030007
Granulometria calcário (G)	1	0,101809	0,131749	0,318402*
N x G	4	1,412862	0,386018	0,074057
Efeito linear	1	0,883656 ns	0,202059 ns	0,062001 ns
Efeito quadrático	1	8,750850**	0,312663 ns	0,014201 ns
Desvio	2	1,4300315 ns	0,482002 ns	0,021913 ns
Erro	40	1,173838	0,295226	0,076005
C.V. (%)		1,88	2,48	2,47

** (P<0,01%); * (P<0,05%) e ns (P>0,05).

TABELA 12A. Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 12ª semana de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	CINZAS	CÁLCIO	FÓSFORO
Níveis de cálcio (N)	4	4,739867*	1,451411	0,345126
Granulometria calcário (G)	1	2,645240	1,243556	0,838223
N x G	4	3,620871	3,462174	0,189005
Efeito linear	1	11,128059*	0,762206 ns	1,155703*
Efeito quadrático	1	2,591134 ns	0,316005 ns	0,066859 ns
Desvio	2	2,620137 ns	2,363716 ns	0,078972 ns
Erro	60	1,571113	2,245322	0,251611
C.V. (%)		2,14	6,73	4,73

** (P<0,01%); * (P<0,05%) e ns (P>0,05).

TABELA 13A. Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 16ª semana de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	CINZAS	CÁLCIO	FÓSFORO
Níveis de cálcio (N)	4	0,435343	0,041186	0,029480
Granulometria calcário (G)	1	15,721064**	2,010914*	0,037956
N x G	4	5,657084*	0,992640*	0,232284
Efeito linear	1	0,274695 ns	0,006321 ns	0,039111 ns
Efeito quadrático	1	0,008681 ns	0,055356 ns	0,042318 ns
Desvio	2	0,070208 ns	0,0515345 ns	0,018245 ns
Erro	60	1,919834	0,339944	0,113430
C.V. (%)		2,36	2,66	3,10

**($P < 0,01\%$); *($P < 0,05\%$) e ns ($P > 0,05$).

TABELA 14A. Quadrados médios da análise de variância para os teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias secas e desengorduradas das aves na 30ª semana de idade.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	CINZAS	CÁLCIO	FÓSFORO
Níveis de cálcio (N)	4	1,198297	0,339983	0,142508
Granulometria calcário (G)	1	0,605000	0,259200	0,980000*
N x G	4	0,757175	2,322245**	0,405270
Efeito linear	1	0,003721 ns	0,009409 ns	0,001225 ns
Efeito quadrático	1	1,190486 ns	0,556921 ns	0,067321 ns
Desvio	2	1,799490 ns	0,396801 ns	0,250743 ns
Erro	40	2,341233	0,0543079	0,187712
C.V. (%)		2,46	3,14	3,96

**($P < 0,01\%$); *($P < 0,05\%$) e ns ($P > 0,05$).

TABELA 15A. Resumo das análises de variância para produção média de ovos por ave/dia (PMO), peso dos ovos (PO), consumo médio diário de ração (CRM), conversão alimentar (CA) por massa de ovos, perdas de ovos (PERDA).

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		PMO	PO	CRM	CA	PERDA
Níveis Ca (C)	4	38,825365	3,082500	6,207500	0,087473*	0,389774
Gran. Calc. (G)	1	332,123764*	6,845000	80,645000	0,167620*	0,676284
C x G	4	99,565017	10,657500	45,282500	0,085268	0,173608
Resíduo (a)	40	73,805362	5,230000	29,140000	0,032837	0,655970
Período (P)	3	8347,236279**	737,165000**	5792,978333**	4,101595**	0,911794
P x C	12	45,043382**	0,702500	4,940833	0,098583**	0,349521
P x G	3	24,875851	0,751667	1,818333	0,049402	0,306541
P x C x G	12	24,020574	0,397500	5,755833	0,031114	0,234621
Resíduo (b)	120	17,771925	0,923333	3,816667	0,022999	0,478226
C.V.(%)	1	9,79	3,96	5,51	9,12	112,57
	2	4,80	1,66	1,99	7,63	96,12

* (P<0,05)

** (P<0,01)

TABELA 16A. Resumo das análises de variância, estudando regressão para níveis de cálcio.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		PMO	PO	CMR	CA	PERDA
Níveis Ca (C)						
	1				0,042849	
	1				0,053235	
	1				0,229441*	
Gran. Calc. (G)	1	332,123764*	6,845000	80,645000	0,167620*	0,676284
C x G	4	99,565017	10,657500	45,282500	0,085268	0,173608
Resíduo (a)	40	73,805362	5,230000	29,140000	0,032837	0,655970
Período (P)	3	8347,236279**	737,165000**	5792,978333**	4,101595**	0,911794
P x C	12	45,043382**	0,702500	4,940833	0,098583**	0,349521
P x G	3	24,875851	0,751667	1,818333	0,049402	0,306541
P x C x G	12	24,020574	0,397500	5,755833	0,031114	0,234621
Resíduo (b)	120	17,771925	0,923333	3,816667	0,022999	0,478226
C.V.(%)	1	9,79	3,96	5,51	9,12	112,57
	2	4,80	1,66	1,99	7,63	96,12

** (P<0,01)

* (P<0,05)

TABELA 17A. Resumo das análises de variância dos dados referentes ao peso específico (PE), porcentagem de casca (% Casca), espessura de casca (EC) e unidade de Haugh (UH), estimados durante o período experimental.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		PE	% CASCA	EC	UH
Níveis Ca (C)	4	0,000001	0,152907	0,000230	5,456637
Gran. Calc. (G)	1	0,000002	0,105800	7,2E-0007	1,550560
C x G	4	0,000006	0,156499	0,000064	4,507218
Resíduo (a)	40	0,000004	0,112876	0,000167	5,928614
Período (P)	3	0,000247**	1,526103**	0,001180**	260,919442**
P x C	12	0,000002	0,077453	0,000068	2,472748
P x G	3	7,00000000E-0007	0,118924	0,000096	0,316095
P x C x G	12	0,000002	0,033651	0,000039	1,990876
Resíduo (b)	120	0,000002	0,052235	0,000066	2,139041
C.V.(%)	1	0,18	3,54	3,49	2,36
	2	0,13	2,41	2,19	1,42

** (P<0,01)

* (P<0,05)

TABELA 18A. Quadrados médios da análise de variância para a viabilidade das aves no período de cria e recria.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	CRIA E RECRIA
Níveis de cálcio (N)	4	3,312171
Granulometria calcário (G)	1	0,441623
N x G	4	1,545680
Efeito linear	1	0,220811 ns
Efeito quadrático	1	3,943061 ns
Desvio	2	4,542407 ns
Erro	60	2,060907
C.V. (%)		1,44

** (P<0,01%); * (P<0,05%) e ns (P>0,05).

TABELA 19A. Quadrados médios da análise de variância para a viabilidade das aves no período de postura.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	POSTURA
Níveis de cálcio (N)	4	6,943057
Granulometria calcário (G)	1	1,391112
N x G	4	15,273057
Efeito linear	1	0,000001 ns
Efeito quadrático	1	17,850001 ns
Desvio	2	4,961113 ns
Erro	40	9,027223
C.V. (%)		3,03

** $(P < 0,01\%)$; * $(P < 0,05\%)$ e ns $(P > 0,05)$.