

**VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO
CALCÁRIO E DIFERENTES NÍVEIS DE
CÁLCIO EM RAÇÃO DE CODORNAS
JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)**

LUIZ CLÁUDIO PEPE LUZ

2002

54034
38867MFN

LUIZ CLÁUDIO PEPE LUZ

**VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO CALCÁRIO E
DIFERENTES NÍVEIS DE CÁLCIO EM RAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)**

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

Orientador

Prof. Antonio Soares Teixeira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL



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

Luz, Luiz Claudio Pepe

Varição granulométrica do calcário e diferentes níveis de Cálcio em rações de codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) / Luiz Claudio Pepe Luz. --
Lavras : UFLA, 2002.

58 p. : il.

Orientador: Antonio Soares Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia

1. Cálcio. 2. Granulometria. 3. Codorna. 4. Calcário. I. Universidade Federal de Lavras II. Título.

CDD-636.50855
-636.594

LUIZ CLÁUDIO PEPE LUZ

**VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO CALCÁRIO E
DIFERENTES NÍVEIS DE CÁLCIO EM RAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)**

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

APROVADA em 05 de abril de 2002

Prof. Antônio Gilberto Bertechini	UFLA
Prof. Paulo Borges Rodrigues	UFLA
Prof. Luis David Solis Murgas	UFLA


Prof. Antônio Soares Teixeira
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL,
2002

Dedico,

**A Deus por estar sempre presente e me confiar mais esta
oportunidade.**

**A meu pai (in memoriam) e à minha mãe, minha eterna
gradidão.**

**À minha namorada Rose e aos meus filhos
Marina, Camila e Leo, pela paciência e
estímulo constante.**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização deste curso;

À Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Antônio Soares Teixeira, pelos ensinamentos recebidos, pela orientação e, sobretudo, pela amizade.

Aos Professores Antônio Gilberto Bertechini, Paulo Borges Rodrigues, Luis David Solis Murgas, pelo apoio e sugestões a este trabalho.

Ao coordenador da pós-graduação em Zootecnia, Professor Elias Tadeu Fialho, pela contribuição e pelo constante incentivo para que este trabalho fosse realizado.

Ao acadêmico Jerônimo Avito G. Brito, pela colaboração nas análises laboratorias.

Aos estagiários Igor Antonio Cipriani e André Quinto, pela dedicação e afinho.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, do setor de Avicultura e também da secretaria de Pós-graduação do Departamento de Zootecnia, em especial a Márcio dos Santos Nogueira, Antônio Carlos de Oliveira, Pedro Adão Pereira e Carlos Henrique de Souza, pelo esmero nos serviços prestados.

Ao meu irmão Marco Antonio Pepe Luz e à minha cunhada Janaína Cristina Carvalho Pepe Luz, pela prestimosa colaboração.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Biografia do autor

LUIZ CLAUDIO PEPE LUZ, filho de Clésio Lucas Luz e Olga Beatriz

Pepe Luz, nasceu na cidade de São Paulo, SP, aos seis dias do mês de Agosto de 1966.

Em 1997, obteve o título de Médico Veterinário, pela Universidade de

Alfenas, Minas Gerais. Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, em fevereiro de 2000,

na universidade Federal de Lavras, defendendo a dissertação em 05 de abril de 2002.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Algumas considerações sobre codornas	2
2.2 Fontes de cálcio	3
2.3 O cálcio na formação da casca do ovo	4
2.4 Efeito do nível de cálcio sobre a qualidade dos ovos	6
2.5 Efeito do nível da granulometria sobre a qualidade da casca dos ovos	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Localização e duração	13
3.2 Aves, instalações e equipamentos	13
3.3 Análises físicas e químicas do calcário	14
3.4 Tratamentos e dietas experimentais	16
3.5 Delimitação experimental e análise estatística	20
3.6 Medidas de Resultados	21
3.6.1 Produção de ovos	21
3.6.2 Consumo de ração	22
3.6.3 Conversão alimentar	22
3.6.4 Peso do ovo	22
3.6.5 Perdas de ovos	22
3.6.6 Qualidade interna do ovo, medida em unidade Haugh	23
3.6.7 Peso específico	23
3.6.8 Espessura de casca	23
3.6.9 Percentagem de casca	24
3.6.10 Teor de cinzas e de cálcio nos ossos	24

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Produção média de ovos ave/dia	25
4.2 Consumo médio de ração	28
4.3 Conversão alimentar por massa de ovos	30
4.4 Peso médio dos ovos	32
4.5 Percentagem de perdas	34
4.6 Qualidade interna do ovo (coeficiente Haugh)	37
4.7 Peso específico	38
4.8 Espessura de casca	42
4.9 Percentagem de casca	44
4.10 Teores de cinzas e cálcio nos ossos	47
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	55

RESUMO

LUZ, Luiz Cláudio Pepe Luz. **Variação granulométrica do calcário e diferentes níveis de cálcio em ração de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Lavras: UFLA, 2002. 58p.(Dissertação – Mestrado em Zootecnia)

Este trabalho teve como objetivo comparar níveis de cálcio e diferentes granulometrias do calcário e estudar seus efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas na fase inicial e pico de postura. Foram utilizadas 960 codornas poedeiras com 8 semanas de idade. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em em esquema de parcela subdividida com fatorial 4 X 3, quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 %) e três granulometrias (menor que 1,0 mm; 1,0 à 2,0 mm; 2,0 à 3,0 mm) nas parcelas, com 4 repetições de 20 codornas cada e, nas subparcelas os 5 períodos experimentais (28, 56, 84, 112 e 140 dias). As avaliações do desempenho foram feitas semanalmente, enquanto as da qualidade do ovo foram feitas nos últimos 2 dias de cada período. Ao final do período experimental foram abatidas 2 aves por parcela para retirada das tíbias, fêmur e metatarsos, que foram submetidos a análises para a determinação do teor de cinzas e cálcio. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que: A produção de ovos aumentou na medida em que foi aumentado o nível de cálcio na granulometria fina. A granulometria do calcário tem influência na qualidade da casca de ovos de codorna, e o fornecimento de partículas finas, com diâmetro menor que 1,0 mm melhorou estes parâmetros. A maioria das características avaliadas foram influenciadas negativamente pelo avanço da idade das codornas. Granulometrias grossas não se aplicam nas formulações de dietas para codornas japonesas.

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

ABSTRACT

Luz, Luiz Cláudio Pepe. Size variation of limestone and different levels of calcium in ration for Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Lavras. UFLA 2002. 58 pages (Dissertation - Master in Animal Science).

This work was designed to compare the calcium levels and different limestone sizes and to study their effects on Japanese quails' egg quality and performance in the early and peak of laying. 960 laying quails 8 months old were employed. The experimental design was in randomized blocks and in split plot scheme with a 4 x 3 factorial, 4 calcium levels (2.0, 2.5, 3.0 and 3.5%) and three sizes (smaller than 1.0mm, 1.0 to 2.0mm, 2.0 to 3.0mm) in the plots with 20 quails each and in the subplots the 5 experimental periods (28, 56, 84, 112 and 140 days). The performance evaluations were done weekly, while those of egg quality were done on the last two days of each period. At the end of the experimental period were slaughtered two birds per plot for removal of tibia, femur and metatarsus which were submitted to the analysis for determination of ash and calcium contents. According to the results obtained, it follows that: egg yield has increased as calcium level at small size. Limestone size has an influence on shell quality of quail eggs and feeding of small sizes with a diameter smaller than 1.0 mm improved these parameters. Most of the evaluated characteristics were negatively influenced by increasing quails' age. Large sizes do not apply to the formulation of diets for Japanese quails.

Guidance Committee: Antonio Soares Teixeira _UFLA (adviser) Antonio Gilberto Bertechini -UFLA and Paulo Borges Rodrigues -UFLA

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem apresentado um desenvolvimento bastante acentuado nos últimos anos. Tanto que, na última década, grandes empresas da avicultura comercial brasileira constituíram plantéis bastantes representativos. Calcula-se que existam seis milhões de codornas atualmente no Brasil. Isso é decorrente de um aumento progressivo no consumo de ovos, do excepcional sabor da carne, responsável por iguarias finas e sofisticadas e por ser um investimento relativamente baixo de alta produtividade e com retorno a curto prazo.

Devido às elevadas taxas de perda de ovos ocorridas no manuseio desde a coleta até a comercialização, níveis adequados de cálcio, granulometria do calcário e qualidade da casca do ovo tem sido intensamente estudados nas aves poedeiras.

Sabe-se que ovos de codornas não apresentam problemas relacionados à qualidade da casca, mas, ainda assim, as granjas estimam em 3% as perdas por problemas de ovos com casca mole, deficientes ou trincados.

É importante destacar que estas aves passam por um constante processo de melhoramento genético, seja para a produção de ovos ou de carne. Isso exige maior preocupação dos pesquisadores, pois as exigências nutricionais delas também são maiores (Villela, 1998).

Por isso, e no sentido de obter informações melhor fundamentadas à realidade brasileira desse tipo de criação, relacionadas a fatores que interferem na qualidade da casca, foi realizado o presente trabalho. Seu objetivo foi comparar níveis de cálcio e três diferentes granulometrias da fonte de cálcio e estudar seus efeitos sobre o desempenho, qualidade da casca e produção de ovos de codornas poedeiras (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial e no pico de postura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Algumas considerações sobre codornas

Os japoneses, por meio de cruzamentos entre codornizes selvagens, que ainda podem ser encontradas em algumas regiões da Europa, Ásia e África, a *Coturnix coturnix*, obtiveram um tipo domesticado, que foi designado como codorna doméstica ou *Coturnix coturnix japonica* (Ross, 1978 e Villela, 1998). Segundo Reis (1980), foi a partir de 1910 que se deu o início à exploração dessa ave, visando à produção de carne e ovos. Graças ao seu excelente desempenho, a sua difusão foi rápida em todo o Oriente e daí para Europa.

Hoje, essa ave é criada em todo o mundo, destacando-se países como a França, Itália, Portugal e Japão. No Brasil, ela foi introduzida pelos imigrantes, principalmente os europeus e os japoneses, estes últimos responsáveis pela produção nacional (Villela, 1998). Brandão (1990) afirma que a codorna chegou ao Brasil em 1959, trazida pelo imigrante italiano Oscar Molena.

A codorna é considerada a mais precoce das aves, pois inicia sua postura com 38 a 45 dias de idade e chega a produzir 300 ovos no primeiro ano de vida. Ao nascer pesa em média 7 g. Quando adulta, o peso da fêmea varia de 160 a 180 g e o do macho de 140 a 160 g. Esta diferença é devido ao maior desenvolvimento do aparelho reprodutor e do fígado das fêmeas (Andriguetto et al., 1990).

O ovo pesa de nove a doze gramas, representando aproximadamente 5% do peso corporal da ave. Ele é constituído de 74,6% de água, 13,1% de proteínas, 11,2% de lipídeos e 1,1% de cinza total (Lucotte, 1982).

O ovo da codorna possui uma forma ligeiramente arredondada, devido ao seu diâmetro transversal estar muito próximo ao dos pólos. Lucotte (1982) afirma que o diâmetro maior é de, aproximadamente, 3 cm e o menor em torno de 2,5 cm.

A cor e o desenho dos ovos são muitos variáveis de uma ave para a outra. Geralmente têm manchas de cor castanho-escuro, distribuídas por toda a sua superfície. Há ovos com manchas contínuas e extensas, com manchas puntiformes, totalmente brancos, etc. Estes pigmentos derivam de porfirinas e de pigmentos biliares transformados pelas células uterinas e são depositados como grânulos e sua intensidade depende, sobretudo, da espessura de deposição (Sauveur, 1988).

2.2 Fontes de cálcio

O calcário e a concha de ostra foram as primeiras e continuam sendo as fontes mais comuns de cálcio alimentar para galinhas poedeiras, embora várias outras fontes venham sendo testadas (Roland e Harms, 1973).

O cálcio é um dos minerais mais abundantes na natureza, portanto pode ser proveniente de diversas fontes. Algumas fontes de cálcio já foram testadas na avicultura. Guinote (1991), ao avaliar o carbonato de cálcio, a casca de ovo e o calcário como fontes de cálcio concluiu que o consumo de ração foi influenciado pela fonte de cálcio. Esse autor observou que as aves que se alimentaram com calcário obtiveram melhor consumo.

Sabe-se que a utilização correta do calcário nas granjas está longe de ser empregada, já que pesquisas destacam influências de diversas ordens como: nível real de cálcio, nível de magnésio, granulometria, solubilidade *in vitro* e solubilidade *in vivo* e presença de metais pesados.

O calcário, por estar entre as seis substâncias minerais de maior valor econômico do Brasil, com uma produção de 65.000.000 toneladas ao ano, recebe uma atenção especial. O estado de Minas Gerais possui as principais jazidas de calcário calcítico do Brasil, sendo que 37% da produção nacional (fonte: DNPM 1998) são utilizados pelas grandes integrações da avicultura e indústrias de rações. Esse fato justifica o aumento do investimento em pesquisa na mineração (SILVA, 1997) e no setor agropecuário.

A outra fonte de cálcio utilizada na avicultura é a casca de ostra. Quando sua utilização foi comparada com o calcário, foram constatadas melhorias significativas na qualidade dos ovos.

2.3 O cálcio na formação da casca do ovo

Algumas pesquisas têm sido conduzidas para mudar algumas características do ovo das galinhas domésticas, durante o período de postura. Entretanto, informações disponíveis sobre as características do ovo da codorna são limitadas e pouco detalhadas. Mas, são informações importantes, já que um número considerável de ovos de codornas é consumido no Japão, França e Itália (Yannakopoulos e Tserveni-gousi, 1986).

Importância especial tem sido dispensada ao cálcio, em virtude de ser o maior nutriente envolvido na calcificação da casca do ovo. A casca do ovo apresenta 98% de matéria seca: 92% correspondem à matéria mineral e 6% a proteínas. O carbonato de cálcio, componente predominante da casca, é depositado em cima de uma membrana composta de aminoácidos e mucopolissacarídeos. Essa membrana apresenta uma camada interna e outra externa bem visíveis, na região onde se encontra a câmara de ar localizada em uma das extremidades do ovo. Para que o

cálcio se deposite em forma de carbonato de cálcio na formação da casca, há reações dos íons bicarbonato e dióxido de carbono no sangue, mediados pela anidrase carbônica, enzima dependente do zinco. O cálcio em grande quantidade prejudica a absorção do zinco, cobre e manganês, quando estes se apresentam na forma inorgânica.

A capacidade de utilizar o cálcio dos alimentos varia de indivíduo para indivíduo (Harper, 1973). Vários são os fatores que podem influenciar a absorção desse mineral, como por exemplo: nível de proteína, quelatos, pH, fosfatos, ácidos graxos livres, vitamina D, fósforo, zinco e algumas inter-relações, bem como, o estado sanitário dos animais.

Após a absorção, o cálcio é transportado no plasma sanguíneo sob a forma de cálcio iônico ou ligado a uma fosfolipoproteína, mas que pode se transformar em livre dependendo das exigências metabólicas do animal. O cálcio iônico nas aves pode ser incorporado ao tecido ósseo como reserva, ser excretado ou participar da formação da casca dos ovos.

A capacidade das aves de produzirem ovos com casca de boa qualidade depende amplamente da disponibilidade de cálcio do alimento ingerido. Já cascas que possuem grande percentagem de cálcio ósseo apresentaram baixa qualidade nos estudos feitos por Famer, Roland e Clark (1986).

Conforme Abe et al. (1982), a osteoporose se desenvolve nas poedeiras velhas devido à grande demanda de cálcio para a formação da casca do ovo. Há um decréscimo nas reservas de cálcio ósseo, causando diminuição na qualidade da casca dos ovos.

A absorção do cálcio dá-se ativamente em todos os segmentos do intestino, principalmente no duodeno e jejuno. A sua velocidade de absorção é maior que a de qualquer outro íon, só sendo inferior à do sódio (Rutz, 1994).

O cálcio retirado da alimentação é encontrado no plasma sanguíneo sob a forma de cálcio iônico e também como cálcio ligado a uma fosfolipoproteína, a vitelogenina. As duas formas de cálcio plasmático estão em equilíbrio dinâmico, de modo que qualquer redução na concentração do cálcio livre, durante a passagem de sangue através da glândula da casca, determina a imediata transformação do cálcio ligado em cálcio livre. O cálcio ionizado pode ser usado para formação da casca, reserva óssea ou excretado. Quando a ave se alimenta de uma dieta deficiente em cálcio, o osso medular pode fornecer até 59% de cálcio livre para o sangue, sendo 48% destes utilizados para a formação da casca (Mendonça Júnior, 1993).

Segundo Bertechini (1998), este processo é controlado pelo hormônio estradiol. Já o processo contrário, ou seja, a produção do hormônio paratireóide estimula a reabsorção óssea de cálcio, excreção de fosfatos auxiliando na manutenção do nível de bicarbonato. Conseqüentemente, há uma redução da acidez que ocorre durante este processo, além de aumentar a produção de $1,25 (OH)_2-D_3$, que aumentaria a absorção do cálcio pelo intestino, processo esse que é suprimido pela calcitonina. Ainda durante este processo, tem-se alto nível de cálcio sanguíneo, ocasionando aumento da excreção de fosfato pelos rins.

O principal mecanismo controlado pelo baixo nível de cálcio envolve a regulação do número de ovos (ovulações), já que o hormônio luteinizante é necessário à gonadotropina envolvida com o desenvolvimento folicular (Gilbert et al., 1981).

2.4 Efeito do nível de cálcio sobre as características de qualidade dos ovos

Dietas com níveis de cálcio abaixo das exigências nutricionais das galinhas reduzem o desempenho e a qualidade do ovo (Gilbert, 1981; Keshavarz, 1986). No

entanto, o excesso de cálcio pode reduzir o consumo, favorecer a excreção de fezes moles e aumento de depósitos calcários na casca do ovo (Vicenzi, 1996).

Em trabalho realizado na UFLA por Rodrigues et al. (1995), verificou-se que não existe a necessidade de se elevar o nível de cálcio dietético além de 3,8%, para se conseguir melhor qualidade de casca em poedeiras comerciais de segundo ciclo. Estudos associados de solubilidade, granulometria e níveis de cálcio, poderiam contribuir, talvez, para reduzir este nível, que ainda é alto.

Com a finalidade de determinar as variações nas dimensões e no peso dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com diferentes níveis de cálcio, Eroschenko e Place (1978) estudaram um grupo de codornas com 5 semanas de idade. Essas aves foram alimentadas por 120 dias consecutivos, com uma dieta contendo baixo nível de cálcio, 0,5%. Em seguida, as mesmas codornas receberam uma dieta com 3,5% de cálcio, nível alto, por mais 120 dias. A espessura e o peso da casca dos ovos atingiram valores máximos aproximadamente 50 dias depois do início da dieta com baixo nível de cálcio. A substituição pela alimentação contendo alto nível de cálcio resultou na estabilização, dentro de limites estreitos, das medidas de tamanho e peso da casca dos ovos de codorna. A medida do diâmetro maior foi aproximadamente 30 mm, a do diâmetro menor aproximadamente 24 mm e o peso da casca aproximadamente 0,75 g.

Geralmente, a deficiência de cálcio é a causadora de cascas finas e redução na produção dos ovos (Scott et al., 1971).

Em comparação com as galinhas, a deficiência de cálcio na dieta das codornas causa uma queda na produção de ovos (Vohra et al., 1979). O nível preconizado de cálcio na dieta para alta produção de ovos e eclodibilidade é de 2,5% a 3,0%, enquanto níveis maiores de cálcio causam redução na eclodibilidade (Ong e Shim, 1973).

O NRC (1994) recomenda 2,5% de cálcio na dietas para a fase de postura de codornas poedeiras.

Shrivastav e Panda (1986) estudaram os efeitos de três diferentes fontes e três diferentes níveis de cálcio em codornas poedeiras com 10 semanas de idade. O período experimental se estendeu até a 18ª semana de idade, quando as aves foram distribuídas aleatoriamente em 18 parcelas com 10 codornas por gaiola. Utilizaram-se duas repetições e nove dietas experimentais contendo 22% de proteína, 2600 Kcal EM/Kg e 0,76% de fósforo total, formuladas com carbonato de cálcio para suprir 3,0%; 3,4% e 3,75 % de cálcio. Foram usadas, como fonte única de suplemento de cálcio na dieta, o calcário, a concha de ostra e casca de ovos. A concha de ostra foi moída de maneira que o tamanho das partículas se aproximasse ao tamanho das partículas do calcário pulverizado.

O consumo alimentar semanal, produção de ovos diários e o peso do ovo foram anotados. A qualidade da casca, incluindo a densidade específica foram determinados pela média das medidas de três ovos por dia, durante os três últimos dias de cada período experimental. A densidade específica foi determinada pelo método de flutuação em soluções saturadas, variando de 1060 a 1100. O nível de 3,0% de cálcio, o mais baixo estudado, foi adequado para suportar a máxima produção de ovos, massa do ovo e eficiência alimentar, enquanto o de 3,75 % reduziu significativamente a produção e massa dos ovos. Com o nível de 3,4% de cálcio, a produção foi intermediária entre os dois níveis. A eficiência alimentar também mostrou-se diminuída, mas sem significância com o aumento dos níveis de cálcio. Segundo Shrivastav e Panda (1986), a média do peso do ovo melhorou numericamente de 10,1g para 10,5g, quando o nível de cálcio aumentou de 3,0% para 3,75%. O nível baixo na produção de ovos foi registrado devido a linhagem de codornas de ovos brancos usada no experimento.

Briggs & Willians (1975) também descreveram que a produção de ovos e a espessura da casca dos ovos de codornas japonesas que botam ovos de casca branca não são melhores do que as que botam ovos normalmente pigmentados.

Comparando-se três níveis, verificou-se uma maior resistência à quebra de cascas, quando as aves foram alimentadas com dietas contendo 3,5% de cálcio, do aquelas que foram alimentadas com 2,5% ou 3,0% de cálcio (Texeira, 1982).

Roland et al. (1978), realizaram pesquisa para avaliar a influência da idade sobre a capacidade de poedeiras em manter a qualidade da calcificação da casca do ovo quando submetidas a dietas com baixos níveis de cálcio. Os resultados mostraram que nem o consumo de ração nem o peso dos ovos foram influenciados em ambas as faixas de idade. Entretanto, houve redução na produção das aves novas e nenhum efeito sobre a produção das poedeiras velhas. As medidas de peso específico e peso da casca foram reduzidos significativamente com a redução no nível de cálcio dietético, em ambas as faixas de idade.

Um experimento foi conduzido com codornas japonesas por Yannakopoulos e Tserveni-Gousi (1986), para estudar a influência da idade na qualidade do ovo. Concluiu-se que as características dos ovos foram modificadas devido a idade das codornas. Afinidades foram observadas entre a forma do ovo e o peso específico, bem como, entre a forma e o peso de albúmem do ovo. O peso de albúmem foi altamente correlacionado com o peso do ovo. A gema, albúmem e casca mais membrana compreendem, respectivamente, 32,59%; 53,57% e 7,80% do total do peso do ovo. Entre 49 e 154 dias de idade, aumentou o peso do ovo, da gema, do albúmem e da casca mais membrana, enquanto, a forma do ovo e a espessura da casca diminuíram.

Não houve diferenças significativas entre a utilização do calcário, da concha de ostra e da casca de ovo, indicando que as codornas podem utilizar qualquer uma dessas fontes para suprir suas exigências. Nenhuma das fontes e seus níveis de

cálcio na dieta apresentaram efeitos significativos no peso da casca e no peso específico. Já a espessura da casca teve aumento significativo na dieta com 3,75% de cálcio comparada com aquelas que receberam menores níveis de cálcio (Shrivastav e Panda, 1986).

2.5 Efeito da granulometria do calcário sobre a qualidade da casca do ovo

Scott et al. (1971) descreveram que a substituição de concha de ostra por uma porção de calcário pulverizado na dieta de galinhas poedeiras melhorou a espessura da casca. Peterson et al. (1960) relataram que a forma do cálcio consumido pela ave não influenciou na qualidade da casca do ovo. Os mesmos autores também afirmam que a qualidade das cascas dos ovos das galinhas poedeiras foram melhoradas quando o cálcio consumido foi aumentado, conforme o que recomenda o NRC (1994). A substituição de calcário pulverizado por uma parte do calcário granulado melhorou a resistência da casca do ovo.

Avaliando variações granulométricas do calcário e diferentes níveis de cálcio em ração de poedeiras, Teixeira (1982) recomendou a combinação de 1/3 de calcário pintinho mais 2/3 de calcário galinha. Segundo o autor, com esta combinação observou-se uma produção de ovos com boa qualidade de casca e um menor índice de perdas, sem afetar as demais medidas de produção.

Estudando outras fontes de cálcio e a influência do bicabornato de sódio e fotopcriodo sobre a qualidade da casca do ovo, Makled & Charles (1987) observaram que a qualidade interna do ovo, medida em unidade Haugh, foi significativamente maior quando o calcário pulverizado foi a única fonte alimentar de cálcio.

Roland (1986) relata que a suplementação de cálcio com granulometria grossa, em dietas de poedeiras, pode ser mais benéfica durante situações adversas, tais como em temperatura ambiente elevada e espaço inadequado no comedouros, ou seja, em situações que levem à diminuição no consumo. A suplementação de cálcio por meio de uma fonte com granulometria grossa propicia uma retenção mais prolongada na moela, o que torna o cálcio mais disponível durante o período de formação da casca (Scott, 1971; Oliveira, 1997).

Resultados estabelecidos por Rao & Roland (1989) indicam que o tamanho de partícula e a quantidade de cálcio consumido influenciam na taxa de solubilização do calcário no trato digestivo da poedeira. As poedeiras solubilizam uma menor percentagem do cálcio ingerido quando o nível de ingestão de cálcio é elevado. Sabe-se que a solubilidade *in vitro* das partículas maiores (2 a 5 mm) de calcário é muito inferior a partículas menores (0,5 a 0,8 mm). No entanto, constatou-se que as aves solubilizam uma maior percentagem do cálcio ingerido quando este é suplementado com partículas maiores, sugerindo um maior tempo de retenção das maiores partículas de calcário na moela.

Rao & Roland (1992) realizaram um ensaio com o objetivo de determinar interações entre o tamanho da partícula, solubilidade do calcário *in vivo* e “status” de cálcio da ave. Observaram os autores que a percentagem de solubilização e retenção do cálcio diminuiu quando o nível de cálcio foi aumentado e as aves que consumiram calcário com partículas grandes retiveram uma percentagem maior de cálcio do que as aves alimentadas com calcário pulverizado nos níveis de 3,0%; 4,5%; e 6,0% de cálcio. Esses resultados demonstram que o nível do cálcio e o tamanho da partícula da fonte de cálcio influenciam a solubilização no sistema digestivo, pois as aves que consumiram calcário mais grosso (2 a 4 cm) solubilizaram e retiveram uma maior percentagem de cálcio do que as aves que receberam calcário fino (0,5 a 0,8 cm).

Frost e Roland (1991) estudaram níveis de 2,75% a 4,25% de cálcio sobre a resistência da tibia e qualidade da casca do ovo de poedeiras durante o pico de produção. Observaram aumento linear com a elevação dos níveis de cálcio sobre o peso específico dos ovos, porém, não houve nenhum efeito sobre o peso dos ovos.

De acordo com Oliveira (1997), há necessidade não só de adequar os níveis de cálcio, mas também de manejar a forma de fornecimento do cálcio, verificando granulometria e horário de fornecimento adequados para melhorar a qualidade da casca.

São poucas as informações encontradas na literatura especializada a respeito de níveis de cálcio e definição de granulometria para codornas poedeiras. Mais escassa ainda são essas informações em condições brasileiras. Parece que a uniformidade do tamanho de partículas da fonte de cálcio influencia o desempenho das codornas, pois essas não suportam grandes variações granulométricas. Tais constatações levam à necessidade de pesquisas que possibilitem maiores esclarecimentos a respeito dessas características.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração

O experimento foi realizado no galpão de coturnicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA). O município de Lavras, está situado ao sul do estado de Minas Gerais, tendo como coordenadas geográficas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, numa altitude média de 910 m.

O período experimental foi de 4 de agosto a 22 de dezembro de 2001, com duração de 140 dias, divididos em 5 períodos de 28 dias. A temperatura média do período experimental no interior do galpão foi de 22,6 °C (Tabela 4A).

3.2 Aves, instalações, equipamentos e manejo

Foram utilizadas 960 codornas poedeiras da espécie *Coturnix coturnix japônica*, na 8ª semana de idade. Elas foram alojadas em gaiolas de 50 x 50 x 30 cm, construídas com arame galvanizado com malha 2 x 2 cm e o piso com malha de 0,5 x 0,5 cm, 125 cm²/ave, dispostas em baterias de quatro gaiolas, uma sobre a outra, com espaçamento de 15 cm entre elas. Sob cada gaiola, uma bandeja de chapa galvanizada para coleta das excretas.

As baterias estavam em um galpão de alvenaria coberto com telhas de cimento amianto, com muretas laterais de 0,80 m de altura e o restante com telas e cortinas para o controle da ventilação e proteção dos raios solares. O galpão é provido de lâmpadas fluorescentes, inclusive lâmpadas para a iluminação das baterias inferiores.

Os bebedouros utilizados foram do tipo nipple, um para cada parcela de 20 aves. A ração foi fornecida à vontade, em comedouros do tipo calha.

Todas as práticas de manejo sanitário e profilático foram adotadas. As aves receberam um total de 17 horas de luz, natural e artificial, por dia, na fase de postura.

Foram anotados diariamente, em fichas apropriadas, o consumo de ração e a produção de ovos íntegros, quebrados, sem casca e com casca mole. A colheita dos ovos era feita às 8:00 horas, com referência à produção do dia anterior, sendo que a maior parte das codornas faz a postura no final da tarde. Nos últimos dois dias de cada período de 28 dias, determinou-se o peso de todos os ovos íntegros de cada parcela, bem como a avaliação da qualidade dos ovos. As temperaturas máxima e mínima foram registradas por um termômetro instalado no meio do galpão.

Ao final do experimento foram abatidas duas aves por parcela para a retirada das tíbias que foram submetidas a análises para determinação dos teores de cinza e cálcio.

3.3 Análises físicas e químicas do calcário

Uma amostra composta de aproximadamente 1 kg de cada calcário, devidamente identificada, foi utilizada para caracterização da granulometria. Utilizou-se aparelho vibrador de peneiras com um conjunto de peneiras correspondendo às aberturas de malhas: 5,0; 4,75; 4,0; 3,5; 3,0; 2,0; 1,4; 1,18; 0,85; 0,60; 0,30; 0,15; 0,075; 0,053 mm.

Os resultados foram expressos em termos de percentagem de calcário retido em cada peneira, média da granulometria nas peneiras que correspondem a frações

que ficaram retidas entre as peneiras de 3,0 a 2,0 mm; 2,0 a 1,0 mm e menor que 1,0 mm. Também foram calculados o diâmetro geométrico médio (DGM) e o desvio padrão geométrico (DPG).

A granulometria foi caracterizada de acordo com o tamanho e uniformidade das partículas, que são expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) e pelo desvio padrão geométrico (DPG). O DGM é correlacionado positivamente com o tamanho das partículas, ao passo que o DPG correlaciona-se de forma negativa com a uniformidade (Zanotto e Monticielli, 1996).

A solubilidade foi feita de acordo com o método de Cheng (1990), preparando-se 100 ml de solução de HCl a 0,1 M. A seguir foi colocado no banho-maria a 42°C por 15 minutos. Após retirar do banho-maria, adicionaram-se 2 g de calcário para reagir por 10 minutos. Logo após, filtrada em papel Whatman 42. O que restou de calcário foi colocado para secar na estufa a 65 °C por 10 horas. A solubilidade é encontrada por diferença e expressa em percentagem.

TABELA 1. Granulometria e solubilidade in vitro dos calcários.

GRANULOMETRIA	DGM	DPG	SOLUBILIDADE <i>IN VITRO</i> (%)
< que 1,0 mm	0,496	0,3600	21,10
1,0 à 2,0mm	1,584	0,2263	15,82
2,0 à 3,0 mm	2,310	0,3255	12,41

Os calcários foram submetidos a análises de cálcio no Laboratório de Pesquisa Animal da UFLA, pela técnica do permanganato A.O.A.C. (1990).

3.4 Tratamentos e dietas experimentais

Foram constituídos doze tratamentos, sendo quatro níveis de cálcio (2,0%; 2,5%; 3,0% e 3,5%) e três granulometrias de calcário (menor que 1,0 mm - fino, de 1,0 a 2,0 mm - médio, e de 2,0 a 3,0mm - grosso), aplicados em quatro repetições de vinte aves cada e cinco períodos de 28 dias cada.

Os tratamentos foram assim esquematizados:

- 1 Ração com 3,5% de cálcio - calcário grosso.
- 2 Ração com 3,5% de cálcio - calcário médio.
- 3 Ração com 3,5% de cálcio - calcário fino.
- 4 Ração com 3,0% de cálcio - calcário grosso.
- 5 Ração com 3,0% de cálcio - calcário médio.
- 6 Ração com 3,0% de cálcio - calcário fino.
- 7 Ração com 2,5% de cálcio - calcário grosso.
- 8 Ração com 2,5% de cálcio - calcário médio.
- 9 Ração com 2,5% de cálcio - calcário fino.
- 10 Ração com 2,0% de cálcio - calcário grosso.
- 11 Ração com 2,0% de cálcio - calcário médio.
- 12 Ração com 2,0% de cálcio - calcário fino.

As diferentes granulometrias foram obtidas por peneiramento do calcário em conjunto de peneiras padrão ABNT (n° 50, 30, 16, 10). Para não alterarmos os níveis dos demais nutrientes das rações experimentais, utilizou-se areia quartzífera, isenta de cálcio como material inerte (Teixeira, 1982 e Oliveira, 1995).

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com as exigências nutricionais indicadas para codornas em postura pelo NRC (1994),

exceto para o cálcio. A composição dos ingredientes, dos suplementos minerais e vitaminas e das dietas estão demonstradas respectivamente, nas Tabelas 2, 3 e 4.

TABELA 2. Composição dos ingredientes das rações experimentais.

INGREDIENTE	M. S. (%)	PB¹ (%)	EM (kcal/kg)	Ca¹ (%)	P_D¹ (%)	MET (%)	MET+CIS	LIS
							(%)	(%)
Milho moído	87,10	8,6	3371	0,02	0,09	0,17	0,37	0,25
Farelo de soja	88,10	45,6	2266	0,36	0,18	0,65	0,69	2,78
Calcário calcítico	-	-	-	38,0	-	-	-	-
Fosfato bicálcico	-	-	-	25,0	18,0	-	-	-
Óleo de soja	99,30	-	8790	-	-	-	-	-
DI-metionina	-	-	-	-	-	99	-	-

¹Dados analisados no Laboratório de Pesquisa Animal da UFLA e os demais foram retirados de Rostagno et al. (2000).

TABELA 3. Composição do suplemento de minerais e vitaminas para codornas poedeiras.

INGREDIENTE	UNIDADE	QUANTIDADE/kg DE PRODUTO	ENRIQUECIMENTO/kg DE RAÇÃO
Manganês	mg	75.000	75
Zinco	mg	50.000	50
Ferro	mg	20.000	20
Cobre	mg	4.000	4
Iodo	mg	1.500	1,5
Cobalto	mg	200	0,2
Vitamina A	UI	7.000.000	7.000
Vitamina D ₃	UI	2.100.000	2.100
Vitamina E	mg	50.000	50
Vitamina K ₃	mg	2.000	2
Vitamina B ₁	mg	2.000	2
Vitamina B ₆	mg	3.000	3
Vitamina B ₁₂	µg	20.000	20
Biotina	mg	100	0,1
Vitamina B ₂	mg	4.000	4
Nicotinamida	mg	39.800	39,8
Ácido Pantotênico	mg	15.620	15,6
Ácido Fólico	mg	1.000	1
Aditivo Antioxidante	mg	80.000	80

TABELA 4. Composição das rações experimentais.

INGREDIENTE	RAÇÃO			
	2,0% Ca	2,5% Ca	3,0% Ca	3,5% Ca
Milho moído	52,771	52,771	52,771	52,771
Farelo de soja	33,759	33,759	33,759	33,759
Fosfato bicálcico	1,335	1,335	1,335	1,335
Sal comum	0,262	0,262	0,262	0,262
Óleo de soja	3,636	3,636	3,636	3,636
DL-metionina	0,142	0,142	0,142	0,142
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,100	0,100	0,100	0,100
Calcário calcítico ¹	3,945	5,262	6,580	7,895
Arcia quartzífera	3,950	2,633	1,315	0,000
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2864	2864	2864	2864
Proteína bruta (%)	19,93	19,93	19,93	19,93
Metionina (%)	0,450	0,450	0,450	0,450
Metionina+Cistina(%)	0,788	0,788	0,788	0,788
Lisina (%)	1,101	1,101	1,101	1,101
Cálcio(%)	2,0	2,5	3,0	3,5
Fósforo disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350
Sódio	0,150	0,150	0,150	0,150

¹Para cada nível de cálcio foram utilizadas as três granulometrias do calcário (menor que 1,0; 1,0 a 2,0 e 2,0 a 3,0 mm).

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados e as análises realizadas com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 4 x 3 (quatro níveis de cálcio x três diferentes granulometrias) na parcela, com quatro repetições de vinte aves por unidade experimental. As subparcelas foram os cinco períodos (28, 56, 84, 112 e 140 dias). O esquema de análise de variância é o seguinte:

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Bloco	3
Níveis de cálcio (N)	3
Granulometria (G)	2
N x G	6
erro (a)	33
Período (P)	4
erro (b)	12
N x P	12
G x P	8
N x G x P	24
erro (c)	132
TOTAL	239

Para as avaliações nos tecidos ósseos, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 X 3 (quatro níveis de cálcio x três diferentes granulometrias), totalizando doze tratamento com quatro repetições. O esquema de análise de variância foi o seguinte:


CAUSAS DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Níveis de cálcio (N)	3
Granulometria (G)	2
N x G	6
erro	36
TOTAL	47

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional Statistical Analytical System (S.A.S.). Quando significativo a 5%, os efeitos da granulometria do calcário foram comparados pelo teste de médias (Tukey a 5% de probabilidade).

3.6 Medidas de resultados

3.6.1 Produção de ovos

A colheita de ovos e as anotações foram realizadas diariamente, durante o período experimental, computando-se os ovos íntegros, quebrados, trincados, sem casca e com casca mole. A produção de ovos foi calculada em percentagem das aves da parcela no dia.



3.6.2 Consumo de ração

O controle de consumo de ração por parcela foi realizado diariamente. Ao final de cada semana, foi calculado o consumo, descontando-se a sobra de ração do comedouro de cada parcela e expresso em g/ave/dia.

3.6.3 Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada determinando-se, a cada período, a quantidade de ração consumida por massa de ovos produzidos (g/g).

3.6.4 Peso do ovo

Foram pesados todos os ovos íntegros produzidos nos últimos três dias de cada período experimental, sendo os valores expressos em média de peso dos ovos produzidos por parcela.

3.6.5 Perdas de ovos

Foram contabilizados diariamente e reunidos nesta categoria os ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca. A relação entre ovos perdidos e o total de ovos do experimento foi representada pela percentagem em cada tratamento.

3.6.6 Qualidade interna do ovo, medida em unidade Haugh

Para a determinação da unidade Haugh utilizou-se a altura do albúmem. Esta foi determinada por meio de uma amostra de três ovos por parcela no 26^o, 27^o e 28^o dias de cada período experimental, por meio de um aparelho AMES-6428. Os ovos foram pesados em balança de precisão de 0,01 g, sendo que a UH foi calculada segundo a fórmula de Card & Neshein para galinhas:

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

em que:

H = altura de albúmem (mm)

W = peso do ovo (g)

3.6.7 Peso específico

Os ovos íntegros de todas as parcelas nos três últimos dias do período foram pesados individualmente e imersos em dez soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³ com um gradiente de 0,005 entre elas, sendo determinado por meio de um densímetro.

3.6.8 Espessura da casca

As medidas da espessura da casca, incluindo a membrana, foram determinadas na região média da casca, depois de terem sido lavadas com água e secas a temperatura ambiente, utilizou-se um micrômetro Mitutoyo de 0-25 mm,

com precisão de 0,1 mm. Foram tomadas três amostras de cada parcela no 26^o, 27^o e 28^o dias de cada período experimental.

3.6.9 Percentagem de casca

Foi obtida dividindo-se o peso da casca lavada em água e seca à temperatura ambiente, pelo peso do ovo. Foram tomadas três amostras de cada parcela, nos três últimos dias de cada período experimental.

3.6.10 Teor de cinzas e cálcio nos ossos

Ao final do experimento, foram abatidas duas aves por parcela (96 codornas), retirando-se as tibias e os úmeros, que foram identificados e acondicionados de maneira adequada para, posteriormente, serem determinados os teores de cinzas e cálcio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção média de ovos por ave/dia

Os resultados da produção média de ovos por ave/dia, segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio, encontram-se na Tabela 5. A análise das variâncias (Tabela 1 A dos anexos) indicou haver interação entre níveis e granulometrias ($P < 0,01$).

Comparando-se as médias de produção das três granulometrias dentro de cada nível de cálcio, nota-se que o calcário com partículas finas e médias proporcionaram maior produção em todos os níveis de cálcio, exceto para o nível de 3,5%, em que o calcário fino superou os demais.

TABELA 5 Produção média de ovos segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRANULOMETRIA DO CALCÁRIO	PRODUÇÃO MÉDIA DE OVOS (% Ave-dia)				MÉDIAS
	2,0% Ca	2,5% Ca	3,0% Ca	3,5% Ca	
GROSSO (2 - 3 mm)	72,86 \pm 6,07 b	83,74 \pm 5,50 b	85,30 \pm 5,16b	88,10 \pm 4,22 b	82,50
MÉDIO (1 - 2 mm)	87,27 \pm 7,61 a	92,38 \pm 3,67 a	92,59 \pm 3,68a	88,63 \pm 6,03 b	90,22
FINO (< que 1 mm)	89,44 \pm 4,61 a	90,35 \pm 4,24 a	90,60 \pm 5,06a	93,96 \pm 3,71 a	91,08
MÉDIAS	83,19	88,82	89,50	90,23	87,93

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 4,5438

A análise de regressão dos níveis dentro de cada granulometria indicou haver efeito quadrático ($P < 0,01$) para as granulometrias média e grossa do calcário. Já a granulometria fina apresentou um efeito linear (Figura 1) e a produção média de ovos aumentou conforme aumentou-se o nível de calcário para o calcário fino. O calcário grosso proporcionou uma baixa produção com os níveis inferiores, só igualando ao calcário médio quando o nível foi 3,5% de calcário, mas ainda inferior ao calcário fino.

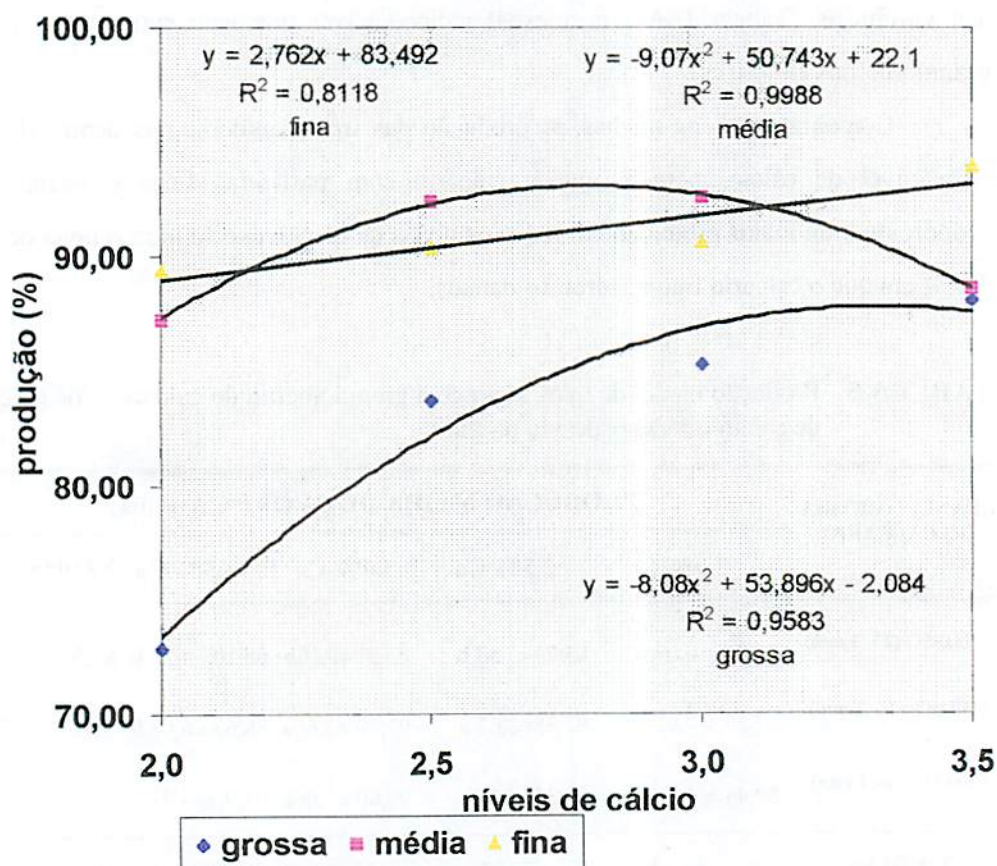


FIGURA 1 Produção média dos ovos segundo as granulometrias do calcário e níveis de calcário.

Estes resultados são diferentes dos obtidos por Shrivastav e Panda (1986). Para esses autores o nível mais baixo estudado (3,0%) apresentou a máxima produção de ovos. Isso pode ser explicado por Rao e Roland (1989) que, estudando galinhas, concluíram que o tamanho da partícula e a quantidade de cálcio consumido, influenciam na taxa de solubilização. Avcs que receberam altos níveis de cálcio apresentaram diminuição da percentagem de solubilidade e de retenção do calcário.

Também houve interação significativa ($P < 0,01$) entre o período e granulometria do calcário sobre a produção média de ovos. A Tabela 6 contém as médias de produção de ovos por ave/dia segundo a granulometria do calcário e o período. Independente do nível de cálcio, os calcários fino e médio proporcionaram maior produção do que o calcário grosso nos cinco períodos estudados. A partir do 4º período, o calcário fino superou o médio.

Estes resultados confirmam a baixa aceitação do calcário grosso pelas codornas. O calcário fino foi o que proporcionou melhor produção a partir do 4º período, superando em 8,37% o calcário grosso e 4,16% o calcário médio.

TABELA 6 Produção média de ovos segundo a granulometria do calcário e o período (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PRODUÇÃO MÉDIA DE OVOS (% Ave/dia)					
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	MÉDIA
GROSSO	78,50 \pm 7,96 b	82,36 \pm 8,17 b	85,52 \pm 6,76b	84,47 \pm 6,77c	81,13 \pm 8,25c	82,40
MÉDIO	89,37 \pm 5,44 a	94,66 \pm 2,78 a	93,46 \pm 2,62a	88,26 \pm 6,25b	85,34 \pm 6,05b	90,22
FINO	86,59 \pm 4,99 a	94,59 \pm 2,30 a	92,97 \pm 3,61a	91,78 \pm 3,82 a	89,50 \pm 3,99a	91,09
MÉDIAS	84,82	90,54	90,65	88,17	85,32	87,90

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D. M. S. = 3,0321

4.2 Consumo médio de ração

Encontram-se na Tabela 7 os resultados do consumo médio de ração por ave/dia segundo as granulometrias do calcário e os níveis de cálcio.

Verificou-se que houve interação significativa ($P < 0,05\%$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário para o consumo médio de ração (Tabela 1A). Comparou-se as médias de consumo de ração das granulometria dentro de cada nível de cálcio. Observa-se que as médias não diferiram entre si, a não ser na granulometria mais grossa (2,0 a 3,0 mm) com 2,5% de cálcio, que apresentou consumo mais elevado, 24,17g/ave/dia. Isso pode ser explicado pela preferência que as codornas demonstraram por partículas maiores e coloridas, especialmente nessas parcelas, em que as aves apresentaram voracidade superior dentre todas as que participaram do experimento.

TABELA 7 Consumo de ração segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	CONSUMO MÉDIO DE RAÇÃO (g)/DIA/AVE				MÉDIA
	2,0% Ca	2,5% Ca	3,0% Ca	3,5% Ca	
GROSSO	23,61 \pm 1,20 a	24,17 \pm 1,03 b	23,07 \pm 1,12 a	22,96 \pm 1,15 a	23,45
MÉDIO	24,43 \pm 1,45 a	22,63 \pm 0,94 a	23,64 \pm 0,82 a	21,93 \pm 1,21 a	23,16
FINO	23,56 \pm 1,26 a	22,80 \pm 0,99 a	23,03 \pm 1,46 a	23,15 \pm 1,03 a	23,13
MÉDIAS	23,87	23,20	23,25	22,68	23,25

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 1,3410

Houve interação significativa ($P < 0,01$) dos períodos e granulometrias do calcário sobre o consumo médio de ração. O estudo da granulometria do calcário em cada período mostra que as codornas alimentadas com dietas em que a granulometria era grossa, apresentaram um consumo de ração superior no 1º e 2º período. Os resultados estão demonstrados na Tabela 8.

Observa-se que o consumo de ração aumentou no 2º período em todas as granulometrias e, depois, reduziu ao longo dos períodos. Isso devido à produção que apresentou a mesma oscilação e também pelas temperaturas médias elevadas (Tabela 4A) durante a realização do experimento. Outro fator que justifica o aumento de consumo no 2º período é que as codornas estavam formando suas reservas corporais.

TABELA 8 Consumo de ração segundo a granulometria do calcário e o período (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	CONSUMO MÉDIO DE RAÇÃO (g)					
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	MÉDIAS
GROSSO	22,60 \pm 0,89 b	24,81 \pm 0,80 b	23,50 \pm 0,91 a	23,32 \pm 1,04 a	23,05 \pm 1,18 a	23,46
MÉDIO	21,97 \pm 1,46 a	24,06 \pm 1,30 a	23,29 \pm 1,14 a	23,55 \pm 1,39 a	22,92 \pm 1,31 a	23,16
FINO	21,81 \pm 0,97 a	24,14 \pm 0,88 a	23,21 \pm 1,25 a	23,21 \pm 0,77 a	23,31 \pm 0,91 a	23,13
MÉDIAS	22,13	24,34	23,33	23,36	23,09	23,25

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,5037

4.3 Conversão alimentar por massa de ovos

Os resultados da conversão alimentar segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio estão na Tabela 9. A análise das variâncias (Tabela 1A dos anexos) mostrou haver interação entre níveis de cálcio e granulometrias do calcário ($P < 0,01$).

Comparando-se as médias da conversão alimentar das três granulometrias dentro de cada nível de cálcio, verificou-se que o calcário com partículas finas e médias proporcionou uma conversão alimentar melhor em todos os níveis de cálcio. A exceção foi para o nível de 3,5%, em que o calcário grosso igualou-se aos demais, justificado por um mesmo consumo de ração e uma produção baixa.

TABELA 9 Conversão alimentar segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	CONVERSÃO ALIMENTAR POR MASSA DE OVOS				MÉDIAS
	2,0 % Ca	2,5 % Ca	3,0 % Ca	3,5 % Ca	
GROSSO	3,17 \pm 0,30 b	2,81 \pm 0,25 b	2,62 \pm 0,19 b	2,54 \pm 0,17 a	2,78
MÉDIO	2,70 \pm 0,27 a	2,38 \pm 0,09 a	2,41 \pm 0,10 a	2,45 \pm 0,13 a	2,48
FINO	2,53 \pm 0,11 a	2,44 \pm 0,06 a	2,45 \pm 0,10 a	2,38 \pm 0,11 a	2,45
MÉDIAS	2,80	2,54	2,49	2,46	2,57

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,1966

A análise de regressão dos níveis dentro da granulometria fina indicou haver efeito linear ($P < 0,01$) (Figura 2). A conversão alimentar melhorou conforme aumentaram-se os níveis de cálcio.

Esses resultados diferem dos de Shrivastav e Panda (1986) trabalhando com codornas e Teixeira (1982) e Keshavarz (1986) com galinhas poedeiras, os quais relataram melhora na conversão alimentar com a redução do nível de cálcio.

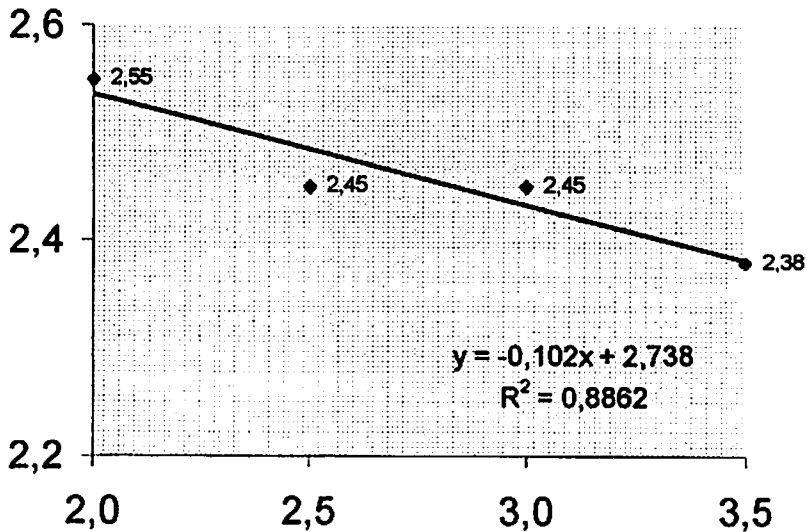


FIGURA 2. Conversão alimentar segundo granulometria do calcário fino e níveis de cálcio.

Também houve interação significativa ($P < 0,01$) entre o período e a granulometria do calcário sobre a conversão alimentar. A Tabela 10 contém as médias de conversão alimentar segundo a granulometria e o período.

Independentemente dos níveis de cálcio, a granulometria fina proporcionou as melhores médias de conversão alimentar em todos os períodos estudados. Até o 3º período, a granulometria média e fina equivaleram-se. Em todos os períodos estudados, a conversão alimentar dos tratamentos que utilizaram partículas grossas foi pior.

TABELA 10 Conversão alimentar segundo a granulometria do calcário e o período (média ± desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	CONVERSÃO ALIMENTAR POR MASSA DE OVOS					MÉDIAS
	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	
	1	2	3	4	5	
GROSSO	2,81 ± 0,30b	2,97 ± 0,36 b	2,70 ± 0,26 b	2,67 ± 0,28 c	2,78 ± 0,40 c	2,79
MÉDIO	2,40 ± 0,08 a	2,45 ± 0,08 a	2,41 ± 0,12 a	2,57 ± 0,31 b	2,61 ± 0,22 b	2,49
FINO	2,48 ± 0,12a	2,47 ± 0,08 a	2,42 ± 0,12 a	2,43 ± 0,10 a	2,47 ± 0,13 a	2,45
MÉDIAS	2,56	2,63	2,51	2,56	2,62	2,58

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,1028

4.4 Peso médio do ovo

Encontram-se na Tabela 11 os resultados do peso médio dos ovos, segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio. A análise das variâncias (Tabela 1A) indicou não haver interação significativa ($P < 0,05\%$) entre as granulometrias do calcário e níveis de cálcio. Também não houve efeito significativo ($P > 0,05\%$) nem dos níveis e nem das granulometrias isoladamente. Esses resultados são semelhantes aos resultados de Frost e Roland (1991) e Rodrigues (1995), que não encontraram efeito significativo neste parâmetro,

quando variaram os níveis de cálcio em 2,5%, 3,5% e 4,5 % em galinhas poedeiras. Esses resultados também coincidem com aqueles encontrados por Scott (1971), quando variou o nível de cálcio de 2,5% à 5,0 % trabalhando com poedeiras. Porém, divergem de Shrivastav e Panda (1986), trabalhando com codornas, para quem a média do peso do ovo melhorou de 10,1g para 10,5g quando o nível de cálcio aumentou de 3,0 para 3,75%.

TABELA 11 Peso médio dos ovos segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PESO MÉDIO DO OVO (g)				MÉDIAS
	2,0% Ca	2,5% Ca	3,0% Ca	3,5% Ca	
GROSSO (2 - 3 mm)	10,28 \pm 0,17	10,31 \pm 0,24	10,34 \pm 0,23	10,27 \pm 0,14	10,30
MÉDIO (1 - 2 mm)	10,45 \pm 0,25	10,29 \pm 0,19	10,57 \pm 0,20	10,09 \pm 0,26	10,35
FINO (< que 1 mm)	10,35 \pm 0,26	10,32 \pm 0,20	10,38 \pm 0,18	10,34 \pm 0,14	10,35
MÉDIAS	10,36	10,30	10,43	10,23	10,33

Observa-se, na Tabela 12, que houve interação significativa entre a granulometria do calcário e os períodos ($P < 0,01$) para o peso médio dos ovos. No primeiro e no quarto período, os tratamentos foram semelhantes, mas nos demais as dietas contendo a granulometria grossa apresentam médias inferiores.

TABELA 12 Peso médio dos ovo segundo a granulometria do calcário e o período (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PESO MÉDIO DOS OVOS (g)					MÉDIA
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	
GROSSO	10,27 \pm 0,19a	10,27 \pm 0,18b	10,24 \pm 0,18b	10,38 \pm 0,17a	10,24 \pm 0,24b	10,28
MÉDIO	10,24 \pm 0,25a	10,38 \pm 0,27a	10,35 \pm 0,28a	10,45 \pm 0,30a	10,32 \pm 0,34b	10,35
FINO	10,19 \pm 0,17a	10,34 \pm 0,19ab	10,33 \pm 0,19ab	10,42 \pm 0,19a	10,45 \pm 0,17a	10,35
MÉDIAS	10,23	10,33	10,31	10,42	10,34	10,33

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,0974

4.5 Percentagem de perda de ovos

Os resultados da perda de ovos segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio encontram-se na Tabela 13. A análise das variâncias (Tabela 1A) indicou haver interação significativa ($P < 0,05$) dos níveis de cálcio e da granulometria do calcário.

Comparando-se as médias de perda das três granulometrias dentro de cada nível de cálcio, nota-se que o calcário com partículas grossas nos níveis mais baixos de cálcio proporcionou maiores percentagens de perda. Somente quando o nível de cálcio é elevado para 3,5% é que observa-se a redução das perdas nas rações em que foram utilizadas partículas grossas de calcário; as perdas equipararam-se às demais. Utilizando 2,0% de cálcio, as granulometrias média e grossa foram semelhantes e a fina apresentou menores perdas.

TABELA 13 Perda de ovos segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PERDA DE OVOS (%)				MÉDIA
	2,0 % Ca	2,5 % Ca	3,0 % Ca	3,5 % Ca	
GROSSO (2 – 3 mm)	6,97 \pm 2,01 b	6,95 \pm 3,08 b	6,10 \pm 3,88 b	3,55 \pm 1,40 a	5,89
MÉDIO (1 – 2 mm)	5,62 \pm 4,06 b	2,22 \pm 1,72 a	1,70 \pm 0,92 a	2,66 \pm 1,71 a	3,05
FINO (< que 1 mm)	1,99 \pm 0,64 a	2,14 \pm 0,87 a	1,76 \pm 0,77 a	1,13 \pm 0,51 a	1,76
MÉDIAS	4,86	3,77	3,19	2,45	3,57

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 2,6641

Houve interação significativa da granulometria do calcário e dos períodos ($P < 0,01$). As dietas contendo as partículas mais grossas apresentaram maiores porcentagens de perdas em todos os períodos estudados (Tabela 14). Verificou-se também que as codornas alimentadas com as dietas contendo as partículas finas de calcário obtiveram as menores perdas.

TABELA 14 Perda de ovos segundo a granulometria do calcário e o período (média ± desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PERDA DE OVOS (%)					MÉDIAS
	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	
	1	2	3	4	5	
GROSSO	5,89 ± 2,68b	7,19 ± 3,64b	4,96 ± 2,47b	5,47 ± 2,58c	5,94 ± 3,61b	5,89
MÉDIO	1,78 ± 0,69a	1,81 ± 1,13a	2,25 ± 1,61a	4,20 ± 3,87b	5,20 ± 3,46b	3,05
FINO	1,86 ± 0,93a	1,62 ± 0,54a	1,61 ± 0,79a	1,69 ± 0,86a	2,00 ± 0,85a	1,76
MÉDIAS	3,18	3,54	2,94	3,79	4,38	3,57

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 1,1740

Também houve interação significativa ($P < 0,05$) entre o período e o nível de cálcio sobre a percentagem de perda de ovos. A Tabela 15 contém as médias das percentagens de perda segundo o nível do cálcio e o período. A análise de regressão dos níveis dentro de cada período indicou efeito linear ($P < 0,05$). Os resultados mostram que níveis maiores de cálcio nas dietas reduziram as perdas de ovos em todos os períodos estudados.

Esses resultados estão em acordo com os encontrados por Teixeira, (1982) e Oliveira, (1995). Ele é explicado pelo aumento do tamanho do ovo com o avanço da idade da ave, com uma deposição de cálcio praticamente constante, diminuindo a qualidade da casca e favorecendo a perda de ovos.

TABELA 15 Perda de ovos segundo os níveis de cálcio e o período (média ± desvio padrão).

NÍVEIS DE CÁLCIO	PERDA DE OVOS (%)					
	PERÍODO 1	PERÍODO2	PERÍODO 3	PERÍODO4	PERÍODO 5	MÉDIAS
2,0%	3,98 ± 2,77	4,43 ± 3,46	3,62 ± 1,87	6,10 ± 3,86	6,16 ± 3,99	4,86
2,5%	4,00 ± 3,25	3,56 ± 3,75	2,80 ± 2,08	4,02 ± 2,87	4,46 ± 3,38	3,77
3,0%	2,69 ± 2,28	3,37 ± 4,10	2,75 ± 3,14	3,05 ± 2,55	4,07 ± 3,42	3,19
3,5%	2,03 ± 1,07	2,79 ± 2,21	2,59 ± 1,88	1,98 ± 1,27	2,82 ± 1,59	2,44
MÉDIAS	3,17	3,54	2,94	3,79	4,38	3,56

4.6 Qualidade interna do ovo (unidade Haugh)

Os resultados da unidade Haugh dos ovos de codornas, segundo níveis de cálcio e período, estão demonstrados na Tabela 16. A análise de variâncias (Tabela 2A dos anexos) demonstrou não haver efeito significativo em nenhum parâmetro avaliado, exceto efeito significativo ($P < 0,05$) do período sobre a unidade Haugh. A idade das aves influencia negativamente a unidade Haugh, pois, segundo Williams (1992), é o principal fator que afeta a qualidade do albúmem de ovos frescos.

TABELA 16 Unidades Haugh segundo os níveis de cálcio e o período (média \pm desvio padrão).

NÍVEIS DE CÁLCIO	UNIDADES HAUGH					
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	MÉDIAS
2,0%	90,85 \pm 1,80	91,17 \pm 2,51	92,07 \pm 1,25	91,65 \pm 1,26	91,38 \pm 1,13	91,42
2,5%	91,82 \pm 1,78	91,62 \pm 2,28	92,24 \pm 1,01	92,01 \pm 0,95	91,40 \pm 1,60	91,82
3,0%	90,79 \pm 1,48	91,96 \pm 1,57	92,07 \pm 1,22	92,85 \pm 1,12	92,05 \pm 1,02	91,94
3,5%	90,75 \pm 1,25	90,97 \pm 2,24	90,86 \pm 1,45	91,71 \pm 1,87	90,32 \pm 1,70	90,92
MÉDIAS	91,05	91,43	91,81	92,05	91,29	91,53

4.7 Peso específico

Pelos resultados apresentados na Tabela 17, sobre o peso específico dos ovos segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio, observa-se haver interação significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de cálcio e a granulometria do calcário conforme (Tabela 2 A).

As médias do peso específico dos ovos das granulometrias dentro de cada nível de cálcio, foram comparadas e verificou-se que a partir de 2,5% de cálcio dietético, independente da granulometria, todos os tratamentos foram equivalentes. Nas dietas com 2,0% de cálcio e granulometria com partículas grossas (2,0 a 3,0 mm) a densidade dos ovos apresentou uma redução significativa.

TABELA 17 Peso específico dos ovos (g/cm^3) segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PESO ESPECÍFICO MÉDIO DOS OVOS				MÉDIAS
	2,0 % Ca	2,5 % Ca	3,0 % Ca	3,5 % Ca	
GROSSO(2 – 3mm)	1,071 \pm 0,003 b	1,071 \pm 0,004 a	1,076 \pm 0,002 a	1,076 \pm 0,003 a	1,073
MÉDIO (1 – 2 mm)	1,072 \pm 0,004ab	1,072 \pm 0,003 a	1,075 \pm 0,003 a	1,078 \pm 0,003 a	1,074
FINO (< que 1 mm)	1,074 \pm 0,003 a	1,074 \pm 0,003 a	1,076 \pm 0,003 a	1,077 \pm 0,003 a	1,075
MÉDIAS	1,072	1,072	1,076	1,077	1,074

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,0020

A análise de regressão dos níveis dentro de cada granulometria indicou haver efeito linear ($P < 0,01$) para a granulometria fina (Figura 3). Estes resultados são semelhantes aos de Frost e Roland (1991), que observaram um aumento linear com a elevação dos níveis de cálcio sobre o peso específico ao estudar níveis de 2,75% a 4,25% de cálcio em poedciras. Já Shivastav e Panda (1986) não encontraram nenhum efeito significativo na densidade específica dos ovos em seus estudos com codornas japonesas.

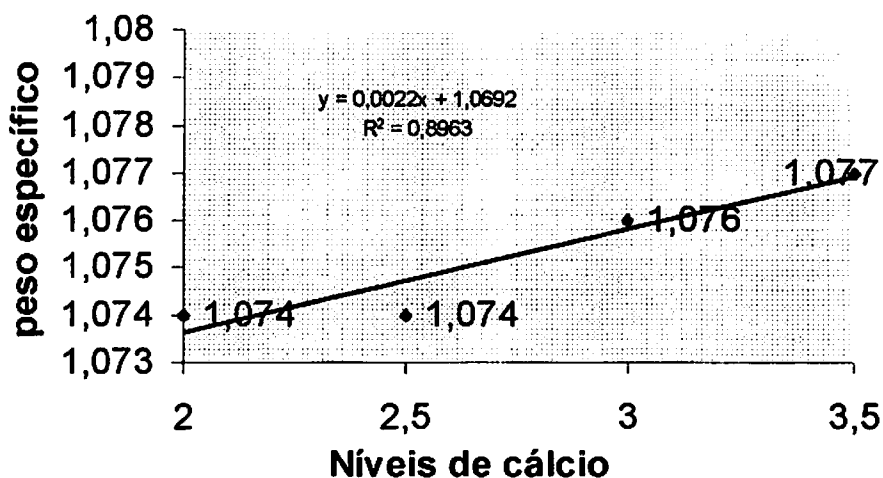


FIGURA 3. Peso específico dos ovos segundo granulometria fina do calcário e níveis de cálcio.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) da granulometria do calcário e período sobre o peso específico dos ovos. A Tabela 18 contém as médias de peso específico dos ovos segundo a granulometria e o período.

As partículas mais grossas (2,0 – 3,0 mm) reduziram o peso específico nos dois primeiros períodos estudados. Nos demais períodos o peso específico dos ovos foi equivalente, independente da granulometria do calcário.

TABELA 18 Peso específico dos ovos segundo a granulometria do calcário e o período (média ± desvio padrão).

GRAN.	PESO ESPECÍFICO MÉDIO DOS OVOS					
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	MÉDIAS
GROSSO	1,074 ± 0,004b	1,077 ± 0,003b	1,072 ± 0,002a	1,072 ± 0,002a	1,076 ± 0,003a	1,074
MÉDIO	1,077 ± 0,003a	1,078 ± 0,002ab	1,072 ± 0,003a	1,072 ± 0,002a	1,077 ± 0,002a	1,075
FINO	1,078 ± 0,002a	1,077 ± 0,003a	1,072 ± 0,002a	1,072 ± 0,002a	1,076 ± 0,002a	1,075
MÉDIAS	1,076	1,077	1,072	1,072	1,076	1,075

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,0014

Verificou-se também que houve interação significativa ($P < 0,01$) entre níveis de cálcio e período sobre o peso específico dos ovos, como mostra a Tabela 2A. As médias do peso específico segundo o nível de cálcio e o período estão demonstradas na Tabela 19. Observa-se que quanto mais alto o nível de cálcio, melhor é a densidade dos ovos nos cinco períodos estudados. As dietas com 3,5% de cálcio apresentaram as maiores médias.

TABELA 19 Peso específico dos ovos segundo os níveis de cálcio e o período (média \pm desvio padrão).

NÍVEIS DE CALCIO	PESO ESPECÍFICO MÉDIO DOS OVOS					
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	MÉDIAS
2,0 %	1,072 \pm 0,004	1,077 \pm 0,003	1,070 \pm 0,001	1,070 \pm 0,001	1,073 \pm 0,002	1,072
2,5 %	1,075 \pm 0,003	1,077 \pm 0,003	1,072 \pm 0,001	1,071 \pm 0,001	1,076 \pm 0,001	1,074
3,0 %	1,078 \pm 0,002	1,078 \pm 0,002	1,073 \pm 0,001	1,073 \pm 0,001	1,077 \pm 0,001	1,076
3,5 %	1,079 \pm 0,002	1,078 \pm 0,002	1,074 \pm 0,002	1,074 \pm 0,002	1,079 \pm 0,001	1,077
MÉDIAS	1,076	1,077	1,072	1,072	1,076	1,075

4.8 Espessura de casca

Os resultados da espessura de casca, segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio, encontram-se na Tabela 20. O estudo da análise de variâncias (Tabela 2A) demonstra não haver interação significativa entre níveis de cálcio e granulometrias, porém, observa-se efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de cálcio sobre a espessura da casca. A análise da regressão dos níveis indicou um efeito quadrático ($P < 0,05$) para a granulometria fina, conforme demonstrado na Figura 4. Estes resultados coincidem com os resultados de Shrivastav e Panda (1986), estudando fontes e níveis de cálcio para codornas.

Também foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) da granulometria do calcário sobre a espessura de casca. Utilizando o teste de Tukey, foram comparadas as médias das três granulometrias e verificou-se não ter havido diferenças entre os tratamentos (Tabela 20).

TABELA 20 Espessura média da casca dos ovos segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média ± desvio padrão).

GRANULOMETRIA DO CALCÁRIO	ESPESSURA MÉDIA DA CASCA DOS OVOS (mm)				MÉDIAS
	2,0 % Ca	2,5 % Ca	3,0 % Ca	3,5 % Ca	
GROSSO (2 – 3 mm)	0,198 ± 0,10	0,202 ± 0,01	0,203 ± 0,01	0,206 ± 0,01	0,202 a
MÉDIO (1 – 2 mm)	0,198 ± 0,01	0,203 ± 0,01	0,196 ± 0,01	0,210 ± 0,01	0,202 a
FINO (< que 1 mm)	0,204 ± 0,01	0,201 ± 0,01	0,205 ± 0,01	0,215 ± 0,01	0,206 a
MÉDIAS	0,200	0,202	0,201	0,210	0,203

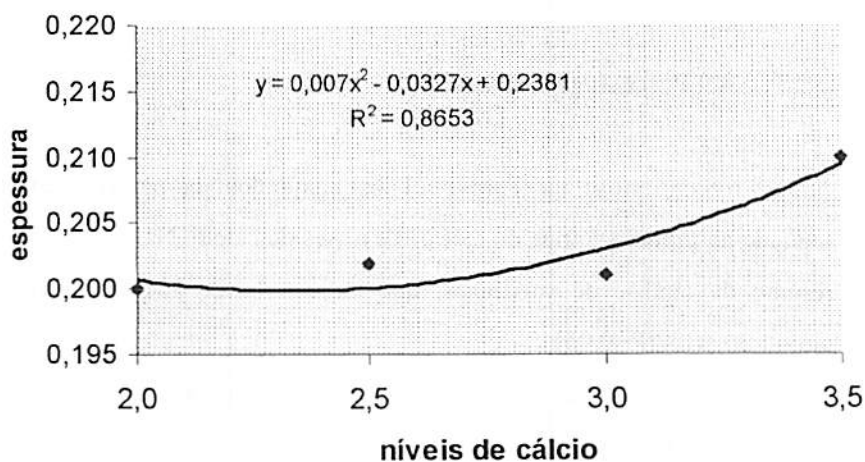



FIGURA 4. Espessura da casca dos ovos segundo a granulometria do calcário fino e níveis de cálcio.



Também houve efeito significativo dos períodos ($P < 0,01$), conforme demonstrado na Tabela 2A. A análise de regressão dos períodos indicou haver um efeito linear ($P < 0,01$). Nota-se que a idade das aves reduz a espessura da casca.

Estes resultados são semelhantes aos de Yannakopoulos e Tserveni-gousi(1986) que, estudaram a influência da idade das codornas sobre as característica do ovo e com os de Oliveira (1995) que trabalhou com galinhas poedeiras na fase inicial e final de postura. Esse fato explica-se por um distúrbio associado ao mecanismo homeostático do cálcio, ou seja, aves velhas têm reduzida a atividade da hidroxilase renal, ocorrendo falhas na biossíntese de $1,25 (OH)_2-D_3$, que é a responsável pela absorção intestinal e reabsorção óssea de cálcio.

4.9 Percentagem de casca

Encontram-se na Tabela 21 os resultados da percentagem de casca segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio. Na Tabela 2 A consta o resumo da análise de variâncias, que indicou haver interação entre níveis e granulometrias ($P < 0,05$).

Comparando-se as médias de percentagem de casca das três granulometrias estudadas dentro de cada nível de cálcio, nota-se que utilizando 2,0% de cálcio, a granulometria média apresentou pior percentagem de casca que a granulometria fina e a grossa que não apresentaram diferença entre si. Quando o nível de cálcio utilizado foi 2,5% e 3,0%, os tratamentos não apresentaram diferença significativa. Para o nível de 3,5% de cálcio, a granulometria fina apresentou a maior percentagem de casca (8,91%), mas não diferiu estatisticamente da média, que foi igual a 8,75%.

TABELA 21 Percentagem média de casca dos ovos segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média \pm desvio padrão).

GRANULOMETRIA DO CALCÁRIO	PERCENTAGEM MÉDIA DE CASCA DOS OVOS				
	2,0% Ca	2,5% Ca	3,0% Ca	3,5% Ca	MÉDIAS
GROSSO (2 - 3 mm)	8,47 \pm 0,49 ab	8,27 \pm 0,47 a	8,50 \pm 0,54 a	8,49 \pm 0,45b	8,43
MÉDIO (1 - 2 mm)	8,08 \pm 0,49 b	8,63 \pm 0,44 a	8,57 \pm 0,46 a	8,75 \pm 0,36ab	8,51
FINO (< que 1 mm)	8,49 \pm 0,003 a	8,36 \pm 0,49 a	8,60 \pm 0,38 a	8,91 \pm 0,41a	8,59
MÉDIAS	8,35	8,42	8,56	8,72	8,51

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,4075

Houve interação significativa ($P < 0,01$) da granulometria do calcário e do período sobre a percentagem de casca. Verificou-se que no primeiro e no segundo período estudados, a granulometria com partículas maiores influenciou negativamente a percentagem de casca. Nos demais períodos, a granulometria não diferiu, como se pode observar na Tabela 22.

TABELA 22 Percentagem média de casca dos ovos segundo a granulometria do calcário e o período (média \pm desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PERCENTAGEM MÉDIA DE CASCA DOS OVOS					MÉDIAS
	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	PERÍODO	
	1	2	3	4	5	
GROSSO	8,12 \pm 0,36 b	8,12 \pm 0,54 b	8,69 \pm 0,36 a	8,74 \pm 0,41 a	8,48 \pm 0,40 a	8,43
MÉDIO	8,42 \pm 0,51 ab	8,36 \pm 0,61 ab	8,57 \pm 0,40 a	8,50 \pm 0,50 a	8,68 \pm 0,48 a	8,51
FINO	8,42 \pm 0,39 a	8,58 \pm 0,61 a	8,57 \pm 0,27 a	8,62 \pm 0,44 a	8,77 \pm 0,41 a	8,59
MÉDIAS	8,32	8,35	8,61	8,62	8,64	8,51

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
D.M.S. = 0,2955

Também houve interação significativa ($P < 0,05$) entre o período e o nível de cálcio sobre a percentagem de casca (Tabela 2A). A Tabela 23 contém as médias de percentagem de casca segundo o nível de cálcio e o período. Verificou-se que as dietas que utilizaram o nível de 3,5% de cálcio apresentaram as maiores percentagens de casca em todos os períodos, exceto no terceiro, em que a maior percentagem foi obtida com 3,0% de cálcio.

TABELA 23 Percentagem média de casca dos ovos segundo os níveis de cálcio e o período (média \pm desvio padrão).

NÍVEIS DE CÁLCIO	PORCENTAGEM MÉDIA DE CASCA DOS OVOS					
	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	MÉDIAS
2,0 %	8,12 \pm 0,35	8,05 \pm 0,49	8,65 \pm 0,53	8,50 \pm 0,47	8,43 \pm 0,28	8,35
2,5 %	8,34 \pm 0,52	8,24 \pm 0,65	8,61 \pm 0,31	8,44 \pm 0,49	8,46 \pm 0,39	8,42
3,0 %	8,22 \pm 0,35	8,53 \pm 0,67	8,67 \pm 0,32	8,67 \pm 0,40	8,70 \pm 0,34	8,56
3,5 %	8,62 \pm 0,39	8,59 \pm 0,55	8,52 \pm 0,12	8,88 \pm 0,31	8,98 \pm 0,52	8,72
MÉDIAS	8,32	8,35	8,61	8,62	8,64	8,51

4.10 Teores de cinzas e cálcio nos ossos

Os resultados da percentagem dos teores de cinzas, segundo as granulometrias do calcário e níveis de cálcio, encontram-se na Tabela 24. A análise das variâncias (Tabela 3A) indicou haver interação significativa ($P < 0,01$) entre a granulometria do calcário e os níveis de cálcio sobre os teores de cinzas ósseas. Comparando-se as médias dos teores de cinzas ósseas das três granulometrias dentro de cada nível, nota-se que o calcário com partículas grossas e 2,0% de cálcio na dieta, proporcionou a menor percentagem de cinzas nos ossos. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

TABELA 24 Percentagem de cinzas nos ossos segundo a granulometria do calcário e os níveis de cálcio (média ± desvio padrão).

GRAN. DO CALCÁRIO	PERCENTAGEM DE CINZAS DOS OSSOS				MÉDIAS
	2,0 % Ca	2,5 % Ca	3,0 % Ca	3,5 % Ca	
GROSSO	61,25 ± 0,85b	66,20 ± 1,29a	65,23 ± 0,69a	66,33 ± 0,88a	64,75
MÉDIO	67,75 ± 1,55a	62,30 ± 1,70a	64,03 ± 1,71a	65,62 ± 1,35a	64,92
FINO	64,99 ± 1,30ab	62,74 ± 0,96a	66,01 ± 0,62 a	65,86 ± 0,76a	64,90
MÉDIAS	64,66	63,75	65,09	65,94	8,51

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).
D.M.S. = 4,1809

Conforme se pode observar na Tabela 3A, não houve efeito significativo de nenhuma característica sobre os teores de cálcio. A média geral foi de 22,09 % de cálcio na matéria seca e desengordurada dos ossos.

5 CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento, pôde-se concluir que:

- a produção de ovos aumentou na medida em que foi aumentado o nível de cálcio na granulometria fina;
- a granulometria do calcário tem influência na qualidade da casca de ovos de codorna e o fornecimento de partículas finas, com diâmetro menor que 1,0 mm, melhorou esses parâmetros;
- a maioria das características avaliadas foram influenciadas negativamente pelo avanço da idade das codornas;
- granulometrias grossas não se aplicam nas formulações de dietas para codornas poedeiras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, E.; HORIKAWA, H.; SUGAHARA, M.; KUBOTA, M.; SUDA, T. Disorders of cholecalciferol metabolism in old egg laying hens. *Journal Nutrition*, Bethesda, v. 112, n. 2, p. 436-446, Feb. 1982.

ABOU, V.; FILHO, N. Com melhor qualidade de casca, ovos mais lucrativos. *Anualpec*, São paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2000. p.265-266.

Association fo official Agricultural Chemists. *Official Methods of the associationof Analytical Chemists*. 15 de. Arlington, 1990. V.1.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARD, I.; FLEMMING, J. S.; GEMAEL, A.; BONA FILHO, A. *Nutrição animal: alimentação animal*. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 395p.

BERTECHINI, A.G. *Nutrição de monogástricos*. Lavras: Ed. UFLA, 1998. 379p.

BRANDÃO S. S. Efeito dos níveis de energia e proteína sobre o crescimento da codorna (*Coturnix coturnix*). 1990. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BRIGGS, D. M.; WILLIAMS, C. M. Egg shell strength, hatchability, egg production and egg shell pigmentation in the Japanese quail. *Poultry Science*, Champaign, v. 54, n. 5, p. 1738, Sept. 1975.

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

EROSCHENKO, V. P.; PALCE, T. A. Variation in dimensions and shell weights of eggs collected from japanese quail fed kepone with different level calcium diets. *Poultry Science*, Champaign, v. 16, n. 2, p.123-127, 1978.

FARMER, M.; ROLAND, D. A.; CLARK, Q. J. Influence of time of calcium intake on bone and dietary calcium utilization. *Poultry Science*, Champaign, v. 65, n. 3, p. 555-558, Mar. 1986.

FROST, T. J.; ROLAND, D. A. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poultry Science*, Champaign, v. 70, n. 4, p. 963-969, Apr. 1991.

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

HARPER, H. A. *Manual de química fisiológica*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1973. 570p.

KESHAVARZ, K. The Effect of Variation of Calcium Intake on Production Performance and Shell Quality. *Poultry Science*, Champaign, v. 65, n. 11, p. 2120-2125, Nov. 1986.

LUCOTTE, G. A. *Codorniz criação e exploração*. Lisboa: Litexa, 1982. 102p.

MAKLED, M. D.; CHARLES, O. W. Egg shell quality as influenced by sodium bicarbonate, calcium source, and photoperiod. *Poultry Science*, Champaign, v. 66, n. 4, p. 705-712, Apr. 1987.

MENDONÇA Jr., C.X. Fatores nutricionais envolvidos na qualidade do ovo. In: *SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS*, 3., 1993, São Paulo. *Anais...* São Paulo: APA, 1993. p.29-51.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of Poultry*. 9. ed. Washington: National Academy Science, 1994. 155p. Nutrient requirements of domestic animals.

OLIVEIRA, J. E. F.; OLIVEIRA, B. L.; BERTECHINI, A. G. Níveis de cálcio, granulometria e horário de fornecimento do calcário no desempenho e na qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 4, p. 502-510, out./dez. 1997.

ONG, L. L.; SHIM, K. F. The calcium balance in Japanese quails. *Nanyang University Journal*, Nanyang, n. 6, p. 95, 1973.

PETERSON, C. F. Influence of high calcium intake upon egg production factors including shell quality. *Feedstuffs*, Minneapolis, v. 32, n. 18, p. 26-31, Apr. 1960.

RAO, K. S.; ROLAND, D. A. Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v. 1, n. 1, p. 6-10, Mar. 1992.

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.

REIS, L. F. S. D. *Codornizes: criação e exploração*. Lisboa: Livraria Popular de Francisco Franco, 1979. 222 p. Coleção Agros, 10, 1980.

RODRIGUES, P. B. **Fatores nutricionais que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de segundo ciclo**. 1995. 156p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROLAND, D. A.; HARMS, R. H. Calcium metabolism in the laying hen 5. Effect of various sources and sizes of calcium carbonate on shell quality. *Poultry Science*, Champaign, v. 52, n. 1, p. 369-372, Jan. 1973.

ROLAND, D. A.; PUTMAN, C. E.; HILBURN, R. L.; The relationship of ability of hens to maintain egg shell calcification when stressed with inadequate dietary calcium. *Poultry Science*, Champaign, v. 57, n. 6, p. 1616-1621, Nov. 1978.

ROSS, E.; HERRICH, R. B.; HAMILTON, R. M. G. The effects of dietary protein level on productive performance and eggs quality of four strains of white Leghorn Hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 57, n. 5, p. 1355-1362, Aug. 1978.

ROLAND, D. A. Egg shell quality IV: Oyster shell versus limestone and the importance of particle size on solubility of calcium source. **World Poultry Science Journal**, Madison, v. 42, n.2, p. 166- 171, June 1986b.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Composição de alimentos nutricionais de aves e suínos. (Tablas brasileiras).** Viçosa: U. F. V. Imprensa universitária, 2000. 141p.

RUTZ, F. Absorção de minerais e vitaminas. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Fisiologia da digestão e absorção das aves.** Campinas: FACTA, 1994. p.83-98.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide.** Cary: SAS Institute, 1989.

SAUVEUR, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs.** Paris: INRA, 1988. 449p

SCOTT, M. L.; HULL, S. L.; MULLENHOFF, P. A. The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 50, n. 4, p. 1055-1063, July 1971.

SHRIVASTAV, A. K.; PANDA, B. Level and Sources of Calcium for Egg Production and Shell Quality in Quails. **Indian Journal Poultry Science**, New Delhi, v. 21, n. 1, p.78-81, 1986.

SILVA, O. P. **A Mineração em Minas Gerais: Passado, Presente e Futuro.** Geonomos.v. 3, p. 77 - 86, 1997.

TEXEIRA, A. S. **Variação granulométrica do calcário e diferentes níveis de cálcio em ração de poedeiras.** 1982. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

VILLELA, J. L. Criação de codornas. Cuiabá: Serviço de apoio às micro e pequenas empresas de Mato Grosso, 1998. 91p. Coleção Agroindústria, v.14.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo – aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: APA, 1996. p.77-91

VOHRA, P.; SIOPEs, T. D.; WILSON, W. O. Egg production and body weight changes in japanese quail na leghorn hens following deprivation of either supplementary calcium or vitamin D. Poultry Science, Champaign, v. 58, n. 2, p. 432-440, Mar. 1979.

WILLIAMS, K. C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. World Poultry Science Journal, Madison, v. 48, n. 1, p. 5-16, Mar. 1992.

YANNAKOPOULOS A. L.; TSERVENI-GOUsI, A. S. Quality characteristics of quails eggs. British Poultry Science, Edinburg, v. 27, n. 2, p.171-176, June 1986.

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

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A 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)	56
TABELA 2A Resumo das análises de variância para unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), peso específico (PE), percentagem de casca (% casca)	57
TABELA 3A Resumo das análises de variância para teores de cinza dos ossos e teores de cálcio ósseo	58
TABELA 4A Temperaturas médias, máxima e mínima registradas no interior do galpão, segundo os períodos experimentais	58

TABELA 1A. 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).

QUADRADO MÉDIO						
F.V	PMO	PO	CRM	CA	PERDA	G.L
Bloco	3	129,4452*	0,8384	1,1184*	0,0655**	10,2745**
Níveis Ca (N)	3	619,1667**	0,4247	14,2474**	1,4556**	62,2073**
Gran. Calc. (G)	2	1792,3722**	0,0615	2,5105	2,6836**	358,0846**
N X G	6	245,7812**	0,2413	9,1809*	0,3026**	27,7735*
Resíduo (a)	33	34,5708	0,1046	2,9844	0,0642	11,7789
Período (P)	4	357,3939**	0,2305**	29,8208**	0,1253**	15,0673**
Resíduo (b)	12	5,3222	0,0337	0,8775	0,0080	1,6351
P x N	12	5,3950	0,0221**	0,1952	0,0088	4,2097*
P x G	8	71,3057**	0,0437	1,0995**	0,1251**	17,6027**
P x N x G	24	22,0820*	0,0235	0,5483*	0,0387**	4,6415**
Resíduo (c)	132	13,1415	0,0135	0,3611	0,0150	1,9613
C.V. parcela	(%)	4,1226	1,1248	2,5845	4,7582	39,2786
C.V. sub	(%)	2,5374	1,7813	4,0343	3,4783	35,8600

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

TABELA 2A. Resumo das análises de variância para Unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), peso específico (PE), porcentagem de casca (%casca).

F.V	G.L	QUADRADO MÉDIO			
		UH	EC	PE	% casca
Bloco	3	1,6115	0,0002*	0,000006	0,4538*
Níveis Ca (N)	3	12,7669	0,0012**	0,0002**	1,5974**
Gran. Calc. (G)	2	6,9423	0,0004*	0,00002	0,5243
N X G	6	3,4687	0,0002	0,00002*	0,7360*
Resíduo (a)	33	5,4077	0,0001	0,000007	0,2756
Período (P)	4	7,7731*	0,0009**	0,0003**	1,2069**
Resíduo (b)	12	2,5292	0,0001	0,000003	0,1773
P x N	12	1,8650	0,0001	0,000007**	0,2589*
P x G	8	0,7770	0,0001	0,00001**	0,3636**
P x N x G	24	1,4945	0,0001	0,000004	0,2155*
Resíduo (c)	132	1,9983	0,0001	0,000003	0,1242
C.V. ^{parcela}	(%)	1,5444	3,8647	0,1603	4,1414
C.V. ^{sub}	(%)	1,7454	3,8647	0,1711	4,9514

** (P<0,01%)

* (P<0,05%)

TABELA 3A . Resumo das análises de variância para teores de cinza dos ossos e teores de cálcio ósseo.

F.V	G.L	QUADRADO MÉDIO	
		% Cinzas	% Cálcio
Niveis Ca (N)	3	9,9612	0,7719
Gran. Calc. (G)	2	0,1381	1,7962
N X G	6	21,7534*	5,2661
Residuo (a)	36	5,8020	3,2341
CV (%)		3,71	8,14

** $(P < 0,01\%)$

* $(P < 0,05\%)$

TABELA 4A. Temperaturas média, máxima e mínima registradas no interior do galpão, segundo os periodos experimentais.

PERÍODO	TEMPERATURA (°C)		
	Máxima	Mínima	Média
1	23,7	14,3	19,0
2	24,2	18,8	21,5
3	26,1	20,2	23,1
4	27,6	21,7	24,6
5	27,5	22,5	25,0

