



**GRANULOMETRIAS DO CALCÁRIO  
CALCÍTICO E NÍVEIS DE CÁLCIO PARA  
POEDEIRAS COMERCIAIS EM SEGUNDO  
CICLO DE PRODUÇÃO**

**LEONARDO VIEIRA DE FARIA**

**2002**

53236

37656MFN

LEONARDO VIEIRA DE FARIA

GRANULOMETRIAS DO CALCÁRIO CALCÍTICO E NÍVEIS DE  
CÁLCIO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS EM SEGUNDO  
CICLO DE PRODUÇÃO

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

Orientador

Prof. Antonio Gilberto Bertechini

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

2002



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

Faria, Leonardo Vieira de

Granulometrias do calcário calcítico e níveis de cálcio para poedeiras comerciais em segundo ciclo de produção / Leonardo Vieira de Faria. -- Lavras : UFLA, 2002.

61 p. : il.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Granulometria. 2. Nível de cálcio. 3. Qualidade de casca. 4. Poedeira de segundo ciclo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.5142

-636.550855

# **GRANULOMETRIAS DO CALCÁRIO CALCÍTICO E NÍVEIS DE CÁLCIO PARA POEDEIRAS COMERCIAIS EM SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO**

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”.

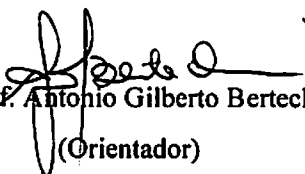
Aprovada em 27 de fevereiro de 2002.

Prof. Benedito Lemos de Oliveira

Prof. Joel Augusto Muniz

Prof. Antônio Soares Teixeira

Prof. Paulo Borges Rodrigues



Prof. Antonio Gilberto Bertechini  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**A Deus,  
por me acompanhar em todos os momentos,**

**DEDICO**

**Aos meus pais,  
Aos meus irmãos, irmãs e familiares,  
Aos meus amigos,**

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Antonio Gilberto Bertechini pela orientação na realização deste trabalho.

Ao Professor Benedito Lemos de Oliveira pela indicação, ensinamentos e sugestões.

Ao amigo Edison José Fassani pela grande colaboração em todas as fases de desenvolvimento deste trabalho.

Aos companheiros, Jerônimo Ávito, Adriano Geraldo, Luciano Ferreira do Santos, Camila Ribas Soares, Michele de Oliveira Mendonça, Reinaldo Kanji Kato, André Quinto e Arthur de Freitas pelo auxílio na condução do experimento.

Ao amigo Carlos Ledo, pelo precioso auxílio na análise estatística dos dados.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal e Departamento de Zootecnia pela colaboração.

A todos os colegas da pós-graduação e amigos que contribuíram para realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Leonardo Vieira de Faria, filho de Antônio de Faria Lopes e Enilde Vieira de Faria, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 21 de abril de 1973.

Em 1999, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Lavras. Iniciou em março de 2000 seu curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, na área de Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em 22 de fevereiro de 2002.

# SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
2.1 Importância do cálcio na nutrição de poedeiras..	3
2.2 Fontes de cálcio.....	5
2.3 Granulometria e solubilidade das fontes de cálcio.....	6
2.3 Poedeiras comerciais mudadas.....	9
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
3.1 Local e duração do experimento.....	12
3.2 Instalações.....	12
3.3 Aves e manejo experimental.....	12
3.4 Análises físico-químicas do calcário.....	13
3.5 Tratamentos rações experimentais.....	15
3.6 Características avaliadas.....	18
3.6.1 Produção de ovos.....	18
3.6.2 Consumo de ração.....	18
3.6.3 Conversão alimentar.....	18
3.6.4 Peso dos ovos.....	19
3.6.5 Perdas de ovos.....	19
3.6.6 Qualidade dos ovos.....	19
3.6.6.1 Peso específico.....	20
3.6.6.2 Percentagem de casca.....	20
3.6.6.3 Espessura da casca.....	20
3.7 Teores de cinzas e cálcio na tibia.....	21
3.8 Teores de cálcio no glúvio e moela.....	21
3.9 Delineamento experimental.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1 Análises físico-químicas do calcário.....	25
4.2 Desempenho.....	27
4.2.1 Produção média dos ovos.....	27
4.2.2 Consumo de ração.....	30
4.2.3 Peso dos ovos.....	33

4.2.4 Conversão alimentar.....	34
4.2.5 Perdas de ovos.....	37
4.3 Qualidade dos ovos.....	39
4.3.1 Espessura de casca.....	39
4.3.2 Peso específico.....	41
4.3.3 Percentagem de casca.....	43
4.4 Teores de cinza e cálcio na tibia.....	45
4.5 Retenção de cálcio no Inglúvio e moela.....	46
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## RESUMO

FARIA, Leonardo Vieira. **Granulometrias do calcário calcítico e níveis de cálcio para poedeiras comerciais em segundo-ciclo de produção.** 2002. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a adequação da granulometria do calcário calcítico associado a diferentes níveis de cálcio, sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. Foram utilizadas 576 poedeiras comerciais Lohman-LSL, no início do segundo ciclo de postura em delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 4, três granulometrias (0,15 a 0,6; 0,6 a 1,2; 1,2 a 2,0mm) e quatro níveis de cálcio (3,2; 3,5; 3,8 e 4,1%) com parcela subdividida, os tratamentos na parcela, e nas subparcelas os 4 períodos de avaliações (28, 56, 84 e 112 dias). Foram avaliadas as características de desempenho e de qualidade dos ovos produzidos, sendo as de desempenho semanalmente, e as de qualidade dos ovos realizada nos últimos três dias de cada período. Ao final do experimento foram abatidas 2 aves por parcela para retirada da tíbia esquerda que foi submetida a análises para determinação dos teores de cinzas e cálcio. Foram retirados o Inglúvio e a moela de 24 aves para determinação do cálcio retido. Os resultados indicaram que a solubilidade *in vitro* do calcário diminui com o aumento da granulometria das partículas. O avanço da idade das aves influenciou de forma negativa a espessura da casca, porcentagem de casca e peso específico dos ovos. O nível de 3,56% de cálcio na ração, independente da granulometria estudada, foi o que propiciou a melhor taxa de produção de ovos. No nível de 3,5 % de cálcio na ração as perdas de ovos foram reduzidas e o peso específico dos ovos melhorou com a granulometria do calcário entre 1,2 a 2,0mm. A granulometria do calcário exerceu influência na espessura e % de casca, e o fornecimento de partículas de diâmetro entre 1,2 e 2,0 mm melhorou estes parâmetros. O tempo de retenção das partículas na moela foi maior a medida que se aumentou a granulometria do calcário, beneficiando a qualidade da casca, como evidenciado.

---

Comitê Orientador: Antonio Gilberto Bertechini - UFLA (Orientador), Benedito Lemos de Oliveira - UFLA e Joel Augusto Muniz - UFLA

## ABSTRACT

FARIA Leonardo Vieira. Calcium limestone grain sizes and levels of calcium for commercial layers at second production cycle. 2002. 61p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The present work was undertaken with a view to studying the adequacy of the grain size of calcium limestone associated with different levels of calcium on the commercial layers' performance and egg quality at the second production cycle. 576 Lohman-LSL commercial layers at the beginning of the second cycle of laying in an experimental completely randomized design in the 3 x 4 factorial scheme three grain sizes (0.15 to 0.6; 0.6 to 1.2; 1.2 to 2.0mm) and four calcium levels (3.2; 3.5; 3.8 and 4.1%) with split plot the treatments in the plot and in the subplots the four evaluation periods (28 56 84 and 112 days) were utilized. The performance and egg quality characteristics were evaluated; those of performance weekly and those of egg quality performed on the last three days of each period. At the end of the experiment two birds per plot were slaughtered for removal of left tibia, which was submitted to analyses for determining ash and calcium contents. The ingluvium and gizzard of 24 birds were removed for determination of the retained calcium. The results pointed out that: the *in vitro* solubility of limestone decreased with increasing grain size of the particles; advance of the birds' age influenced in a negative way shell thickness percentage of shell and specific weight of eggs; the level of 3.56 % of calcium in the ration regardless of the grain size studied was the one which provided the best rate of egg yield. At the level of 3.5 % of calcium in the ration egg loses were reduced and specific weight of eggs improved with the grain size of limestone between 1.22 to 2.0 mm. The grain size of limestone influenced the thickness and % of shell and the furnishing of particles of diameter between 12 and 20 mm improved these parameters. The time of retention of the particles in the gizzard was longer as the grain size of limestone increased bringing benefits to shell quality as it is stressed.

---

Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser) Benedito Lemos de Oliviera - UFLA e Joel Augusto Muniz - UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade da casca do ovo das poedeiras modernas mudadas exerce papel importante na atividade comercial, devendo ser suficientemente forte para suportar os processos de postura, coleta, classificação, transporte e estocagem, sendo responsável por perdas significativas. Assim, os fatores que a influenciam vem sendo intensivamente estudados, principalmente os que estão ligados à nutrição, que procuram se ajustar ao melhoramento genético e práticas de manejo às quais as poedeiras vem sendo submetidas.

Dentre estes fatores que influenciam a qualidade da casca do ovo destaca-se a suplementação de cálcio. Este mineral além de exercer diversas funções no metabolismo das aves, é o principal componente da casca dos ovos. Níveis de cálcio na dieta, granulometria e solubilidade das diversas fontes de cálcio são fatores que influenciam na qualidade da casca. Portanto, o conhecimento da qualidade dos alimentos utilizados na criação das aves é de fundamental importância para que se possa viabilizar uma melhor produção.

O calcário é largamente usado na alimentação animal e as estimativas de sua utilização em rações de frangos de corte e poedeiras comerciais indicam que são necessárias 226.800 toneladas mensais. A maior parte deste ingrediente é proveniente principalmente de moinhos de calcário da região Sul do Estado de Minas Gerais, dos municípios de Lavras, Ijací e outros, como São João Del Rei.

Trabalhos de pesquisas recentes indicam que os valores da exigência de cálcio normalmente utilizados, resultados de determinações em anos anteriores, não correspondem às reais necessidades dessas aves, devido à falta de padronização de granulometria da fonte de cálcio, em relação às necessidades de cada tipo de animal e em cada fase de desenvolvimento, resultando na maioria das vezes em uso de níveis inadequados de cálcio na dieta.

Os grandes usuários de calcário calcítico nas rações, sejam produtores, integradores ou fábricas de rações, têm cobrado dos fornecedores, a adequação de granulometrias mais apropriadas para cada tipo de ração. Neste contexto, os moinhos ainda não têm suporte de pesquisas para alicerçar modificações no seu processamento para atender a essas reivindicações. Por outro lado, a literatura nacional não tem indicações das granulometrias adequadas além da falta de conhecimento da solubilidade de cada tipo de rocha calcária, bem como de sua composição química completa. Estes fatores são extremamente importantes para poder utilizar os níveis de cálcio bem como a utilização do calcário, de forma eficiente e que permita o melhor desempenho possível com uma granulometria e solubilidade adequadas permitindo assim a utilização mais eficiente deste ingrediente, que tem grande influência no desempenho das aves.

A presente pesquisa objetivou determinar as características físico-químicas do calcário calcítico, proveniente de uma jazida situada no município de Ijací (MG), bem como estudar as várias granulometrias desse calcário associadas a níveis de cálcio na ração para poedeiras comerciais de segundo ciclo de postura, avaliando as características de desempenho e qualidade externa e interna dos ovos dessas aves.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância do cálcio na nutrição de poedeiras.

As necessidades de cálcio para poedeiras são constantemente pesquisadas pelos nutricionistas, uma vez que a casca do ovo é composta de 90% de matéria mineral, sendo sua maioria (98 %) carbonato de cálcio (Mendonça Junior., 1993). Fato importante é que as perdas geradas por ovos com má formação da casca variam de 6 a 8 % dos ovos postos (Roland, 1977).

A absorção do cálcio está relacionada a diversos fatores, tais como: vitamina D, nível de proteína, pH, fosfatos, ácidos graxos livres, zinco e algumas interações. A solubilização da fonte de cálcio no trato digestivo é de fundamental importância, pois segundo Bronner (1993), o carbonato de cálcio suplementado deve primeiro ser solubilizado no trato digestivo antes que seu conteúdo de cálcio possa ser nutricionalmente utilizado.

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 deficiência de cálcio é causadora de perdas significativas na produção devido a má qualidade de casca dos ovos das poedeiras comerciais. Essas necessitam no mínimo de 3,75 g de cálcio (Ca) diariamente entre a 37ª e 52ª semanas de idade, segundo Roland (1986a), mas que um aumento até o nível de 5 % não afetaria o desempenho. O National..., 1994, recomenda 3,25 % de Ca para aves consumindo 100 g diárias de ração, o que resulta em 3,25 g diárias de

cálcio. Outras recomendações já foram sugeridas como 3,5 % (Teixeira, 1982) e 3,8 % (Rodrigues, 1995).

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).

Keshavarz (1985), ao avaliar níveis de cálcio sobre o desempenho e qualidade de casca, concluiu que a produção de ovos, peso de ovo, massa de ovo, consumo alimentar, conversão alimentar e ganho de peso corporal foram constantemente mais baixos para as aves dos grupos extremos (2 e 5 % de cálcio) do que as aves dos grupos de controle (3,5 % de cálcio), reduzindo o desempenho da ave.

Roland et al. (1996), ao avaliar a influência do cálcio e da temperatura ambiente sobre o desempenho, constataram que a ingestão de cálcio ideal está entre 3,4 a 3,8 g ave/dia, mas que, o aumento de até 5 % de cálcio não demonstrou nenhum efeito adverso na produção, peso do ovo, ou consumo alimentar e as aves alojadas na temperatura mais baixa demonstraram um aumento no peso do ovo, densidade específica e consumo de ração.

Hartel (1990), ao avaliar a interação dietética entre cálcio e fósforo em aves de alta produção concluiu haver interações que foram reconhecidas por depressões fortes de desempenho e uma mortalidade alta para a combinação da mais baixa concentração de fósforo com conteúdos de cálcio altos, sendo estes efeitos largamente compensados ao aumentar o fósforo dietético, sugerindo que as poedeiras necessitam de 360 mg/ave/dia de fósforo para atender as exigências mínimas.

Atteh & Leeson (1983), ao pesquisar a influência de aumentar níveis de cálcio e magnésio dietético de 3 a 4,2% e 0,17 a 0,77%, respectivamente, concluíram não haver efeito significativo sobre o consumo de alimento, produção de ovos, peso dos ovos ou deformação da casca do ovo, embora, uma correlação negativa tenha sido observada entre nível de magnésio da casca e qualidade da casca do ovo, avaliada através de deformação, sugerindo existir uma relação antagônica entre cálcio e magnésio, discutida em relação à integridade do esqueleto e qualidade da casca do ovo.

## **2.2 Fontes de cálcio.**

O conhecimento da qualidade dos ingredientes utilizados na formulação de rações que serão empregadas na criação das aves é de fundamental importância para que se obtenha uma perfeita nutrição.

O cálcio é um dos minerais mais abundantes na natureza, portanto pode ser proveniente de diversas fontes. Algumas das fontes de cálcio já foram testadas na avicultura.

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 t 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 utilizadas pelas grandes integrações da avicultura e indústrias

de rações. Tal fato justifica o aumento do investimento em pesquisa na mineração (Silva, 1997), e no setor agropecuário.

### **2.3 Granulometria e solubilidade das fontes de cálcio.**

Quando a fonte de cálcio é o calcário, a substituição de calcário pulverizado por uma parte de calcário granulado melhora a resistência da casca do ovo (Teixeira, 1982).

A suplementação de cálcio através 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, 1995). Roland (1986b), relata que a suplementação de cálcio com granulometria grossa, em dietas de poedeiras, pode ser mais benéfico durante situações adversas, tais como em temperatura ambiente elevada e espaço inadequado nos comedouros, ou seja em situações que levem a diminuição no consumo.

Muitos trabalhos recomendam o uso de 2/3 de calcário sob a forma de partículas grandes e 1/3 como calcário pulverizado possibilitando menor índice de perdas, sem afetar as demais medidas de desempenho. Porém, Rao & Roland (1992), sugerem que partículas grandes podem ser benéficas sob condições não ideais, sendo que em condições ótimas não haveria a necessidade de se fazer a substituição parcial por partículas grandes de calcário, e que 1 mm seria a granulometria mínima para promover uma retenção maior de calcário na moela.

Ao trocar calcários com solubilidade diferentes, para avaliar o efeito sobre desempenho e qualidade de casca, Thim & Coon (1990), concluíram que ao substituir calcário por casca de ostra, ou a substituição de um calcário de solubilidade mais alta a um de solubilidade mais baixa e vice-versa, em

tentativas a curto prazo, não mostrou nenhuma diferença significativa em qualidade de casca ou desempenho na postura.

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 menor percentagem do cálcio ingerido quando o nível de ingestão de cálcio é elevado. Embora a solubilidade *in vitro* das partículas maiores (2 a 5 mm) de calcário seja muito inferior a partículas menores (0,5 a 0,8 mm), constatou-se que as aves solubilizam uma maior percentagem do cálcio ingerido quando este é suplementado através de partículas maiores, sugerindo um maior tempo de retenção das maiores partículas de calcário na moela .

Em outro ensaio, Rao e Roland (1990), com o objetivo de determinar interações entre o tamanho da partícula, solubilidade do calcário *in vivo*, e “status” de cálcio da ave, observaram 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, demonstrando que o nível de cálcio e tamanho da partícula da fonte de cálcio influenciam a solubilização no sistema digestivo, pois as aves que consumiram calcário mais grosso (2 a 4 mm), solubilizaram e reterão uma maior percentagem de cálcio do que as aves que receberam calcário fino (0,5 a 0,8 mm).

Trabalhando com poedeiras de ovos marrons, Guinotte & Nys (1991), obtiveram melhores resultados de peso de ovos, peso de casca e resistência óssea à quebra, quando utilizaram calcário com granulometria grossa e concluíram que, independente da origem do carbonato de cálcio (calcário ou

casca de ostras) uma granulometria mais grossa melhora as características ósseas como a resistência à quebra e teor de cinzas.

A relação entre nível de cálcio, fonte, classificação segundo o tamanho, solubilidade *in vitro* e *in vivo* e retenção de calcário na moela foram estudados por Zhang & Coon (1997), constatando que a retenção de calcário na moela aumentou quando a solubilidade *in vitro* era mais baixa ou quando o nível de cálcio dietético aumentava, sendo que a solubilidade *in vivo* do calcário diminuiu com o aumento do nível de cálcio dietético. Demonstraram também que calcários com tamanho de partículas maiores do que 0,8 mm com baixa solubilidade *in vitro* (30 a 50%) ficam retidos na moela durante um tempo mais longo, aumentando sua solubilidade *in vivo*. Os resultados apoiam o conceito de que tamanho de partícula maior ou a baixa solubilidade *in vitro* pode aumentar a retenção de cálcio pelas poedeiras.

Trabalhos recentes, indicam a necessidade de não só adequar os níveis de cálcio, mas também de manejar a forma de fornecimento do cálcio, verificando que granulometria e horário de fornecimento adequados melhoram a qualidade da casca (Oliveira et al. 1997).

De acordo com o estado fisiológico da poedeira o aproveitamento de cálcio ocorre de forma diferenciada. Buss (1980), ao avaliar a excreção urinária de cálcio em diferentes horários após a ovoposição, observou um decréscimo no cálcio urinário durante o período de formação da casca e que este torna-se elevado quando as aves não estão em processo de formação da casca.

Roland (1999) comenta que a substituição do calcário finamente moído por um de granulometria mais grossa não deve ser superior a 50 %, a fim de não afetar o consumo das aves, e também afirma que fatores como a densidade e impurezas podem influenciar a solubilização do calcário, afetando o uso do cálcio pelas aves.

## 2.4 Poedeiras Comerciais Mudadas

A muda forçada no Brasil e no mundo é uma realidade, chegando a mais de 25 milhões no Brasil e mais de 25 % das poedeiras americanas, sendo que os padrões estabelecidos para o melhor desempenho das aves modernas durante o primeiro ciclo de produção, nem sempre podem ser aplicados para galinhas no segundo ciclo. Estas aves apresentam certas características fisiológicas e de produção, que influenciam na qualidade do ovo e a produtividade da poedeira. O intenso melhoramento genético das poedeiras comerciais tem resultado em alta produção, fato também observado nas aves mudadas, cujos picos de postura são altos, acompanhando o desempenho registrado no primeiro ciclo de produção. As perdas de ovos por má qualidade da casca atingem mais de 6 %, podendo chegar a valores até 12 %, como relatado em várias pesquisas. Desta forma, tem-se tentado adequar os níveis de nutrientes com a finalidade de melhorar a produtividade de poedeiras (Oliveira, 1993). Com o avanço da idade, as poedeiras aumentam o peso dos ovos sem aumentar a deposição de cálcio, resultando ovos com casca cada vez mais fina.

Trabalhos realizados por Roland (1980 a ,b) sugerem a manipulação dos níveis de proteína, aminoácidos, energia e cálcio das dietas das poedeiras velhas, para evitar o aumento do tamanho do ovo e, conseqüentemente, reduzir os problemas de casca.

Os níveis de cálcio e fósforo têm evoluído em sentidos contrários nos últimos anos. Enquanto os níveis de cálcio têm aumentado, os níveis de fósforo têm sido reduzidos nas dietas de poedeiras comerciais. Estes macroelementos estão estreitamente envolvidos na qualidade da casca dos ovos. Os ovos possuem aproximadamente 10 % do seu peso em casca sendo que esta, contém

37 % de cálcio. A idéia de se elevar a quantidade de cálcio ingerido, segundo Keshavarz & Nakajima (1993), seria devida a maior necessidade para formar a casca como consequência do aumento do peso do ovos de poedeiras velhas. No entanto, em trabalho realizado na Universidade Federal de Lavras por Rodrigues et al. (1995a) verificaram que não existe a necessidade de se elevar o nível de cálcio dietético além de 3,8%, para se conseguir melhor qualidade de casca. Estudos associados de solubilidade, granulometria e níveis de cálcio, poderiam contribuir talvez para reduzir este nível, que ainda é alto.

Trabalhos mais recentes indicam a necessidade de não só adequar os níveis de cálcio, mas também de manejar a forma de fornecimento do cálcio, verificando granulometria e horário de fornecimento adequados. Oliveira et al. (1997), verificaram que a adição de calcário pedrisco na dieta ou adicionado no comedouro à tarde, tem melhorado significativamente a qualidade da casca. Neste trabalho, verificou-se que, quando havia calcário (cálcio) na moela à meia noite, os ovos estavam calcificados e prontos para a postura às 3 horas da manhã. Por outro lado, nas aves onde não havia cálcio na moela nesse horário, havia a necessidade de remoção óssea (processo lento) e, conseqüentemente, os ovos estavam calcificados após 6 horas da manhã.

O papel do fósforo durante a formação da casca do ovo seria em parte a redução da acidose sangüínea (Bertechini, 1998). Por outro lado, uma série de trabalhos realizados no final do primeiro ciclo de produção, indicam a necessidade de se reduzir os níveis de fósforo disponível (PD) da dieta para melhorar a qualidade externa e interna dos ovos. Bertechini et al. (1994) registraram a ingestão de PD para poedeiras comerciais de segundo ciclo observando que um programa alimentar com dois dias normais de ingestão e um restrito, melhorou significativamente a qualidade da casca dos ovos. Estudando níveis de PD, Rodrigues et al. (1998) verificaram que estes podem ser reduzidos

de 0,35% da fase de pico de postura para 0,25% para a fase final de produção das poedeiras mudadas.

As recomendações do National..., 1994 são para poedeiras comerciais de primeiro ciclo, não trazendo informações específicas para as aves mudadas. Por outro lado, a maioria das informações de necessidades de nutrientes não são claras para o segundo ciclo de produção. Os resultados de pesquisas citados mostram a importância de se manipular os níveis dos nutrientes que mais afetam a qualidade do ovo no sentido de melhorar sempre esta característica, que sem dúvida é o maior problema com essas poedeiras. Ao mesmo tempo, indica a necessidade de mais pesquisas para solucionar estes problemas com as aves de segundo ciclo de produção.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local e duração do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no município de Lavras, o qual localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros.

O período experimental foi de 03 de dezembro de 2000, a 23 de março de 2001, correspondendo a 16 semanas.

### **3.2 Instalações**

Foram alojadas 3 aves por gaiola, com dimensões de 30x40x40cm, em galpão convencional de postura. As gaiolas continham bebedouros do tipo nipple, sendo um para cada duas gaiolas e comedouros tipo calha construídos em chapa galvanizada. A iluminação artificial foi feita com lâmpadas fluorescentes compactas.

### **3.3 Aves e manejo experimental**

Foram utilizadas 576 poedeiras comerciais da linhagem Lohman-LSL provenientes de um plantel comercial, sendo submetidas a muda forçada no final do primeiro ciclo de postura ( 72ª semana de idade) segundo Oliveira (1981).

As anotações de consumo de ração, número de ovos íntegros, quebrados e trincados foram feitas diariamente em planilhas apropriadas. A ração foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia. A coleta dos ovos foi feita às 10 e 16:30 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso de todos os ovos íntegros produzidos em cada parcela. As características de qualidade dos ovos foram medidas nos três últimos dias de cada período de 28 dias.

As aves foram mantidas em programa de iluminação, totalizando 17 horas diárias de luz (3:30 às 20:30h). As temperaturas máxima e mínima foram registradas por meio um termômetro localizado no centro do galpão.

Ao final do experimento foram abatidas 2 aves por parcela para retirada da tíbia esquerda que foi submetida a análises para determinação dos teores de cinzas e cálcio.

### **3.4 Análises físico-químicas do calcário**

#### **3.4.1 Granulometria**

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

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 Bellaver, 1996).

### **3.4.2 Solubilidade *In Vitro***

A solubilidade *in vitro* foi realizada segundo o método descrito por Cheng (1990) da Universidade de Minnesota (método da percentagem de perda de peso).

### **3.4.3 Composição química**

Os calcários foram submetidos a análises de cálcio e magnésio no LPA (Laboratório de Produção Animal) da UFLA, pela técnica do permanganato, Association..., 1990 para cálcio e espectrofotometria para o magnésio.

Todos os resultados foram tabulados e apresentados com a média e seu desvio padrão.

### 3.5 Tratamentos e rações experimentais

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações estabelecidas para poedeiras de segundo ciclo, por Rodrigues (1995) e Oliveira (1995). Os tratamentos constaram de 12 rações experimentais, nas quais foram comparados 4 níveis de cálcio (3,2 %; 3,5 %; 3,8 % e 4,1 %) em 3 granulometrias do calcário.

A composição nutricional dos ingredientes utilizados nas rações experimentais se encontra na Tabela 1 e a composição dos suplementos minerais e vitamínicos nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. A Tabela 4 apresenta a composição das rações experimentais.

**TABELA 1.** Composição dos ingredientes das rações experimentais.

INGREDIENTE	M.S.	PB <sup>1</sup> (%)	EM <sup>1</sup> (kcal/kg)	Ca <sup>1</sup> (%)	P <sub>D</sub> <sup>1</sup> (%)	MET <sup>1</sup> (%)	MET + CIST <sup>1</sup> (%)	LIS <sup>1</sup> (%)
Milho moído	87,1	8,6	3371	0,02	0,09	0,17	0,37	0,25
Farelo de soja	88,1	45,6	2266	0,36	0,18	0,65	1,27	2,78
Farelo de trigo	92,5	16,5	1888	0,12	0,29	0,22	0,53	0,63
Calcário calcítico <sup>2</sup>	-	-	-	38,2	-	-	-	-
Fosfato bicálcico <sup>2</sup>	-	-	-	24,9	18,1	-	-	-
Óleo de soja	-	-	8790	-	-	-	-	-
DL-metionina	-	-	-	-	-	99	-	-

<sup>1</sup>Dados de Rostagno et al. (2000).

<sup>2</sup>Dados analisados no LPA- DZO/UFLA

**TABELA 2.** Composição do premix de microminerais<sup>1</sup>.

<b>INGREDIENTE</b>	<b>QUANTIDADE POR kg DE PRODUTO</b>
Manganês	75g
Zinco	50g
Ferro	20g
Cobre	4g
Iodo	1,5g
Cobalto	0,2g
Veículo q.s.p.	1.000g

<sup>1</sup>Nível de uso 0,1%.

**TABELA 3.** Composição do premix vitamínico<sup>1</sup>.

<b>INGREDIENTE</b>	<b>QUANTIDADE POR kg DE PRODUTO</b>
Vitamina A	10.000.000UI
Vitamina D <sub>3</sub>	2.000.000UI
Vitamina E	15.000UI
Vitamina K <sub>3</sub>	2.000UI
Vitamina B <sub>1</sub>	1.500UI
Vitamina B <sub>6</sub>	1.000UI
Vitamina B <sub>12</sub>	10.000µg
Biotina	60mg
Vitamina B <sub>2</sub>	4.000mg
Ácido Nicotínico	30.000mg
Ácido Pantotênico	5.350mg
Ácido Fólico	300mg
Selênio	150mg
Colina	200g
Antioxidante	100g
Veículo q.s.p.	1.000g

<sup>1</sup>Nível de uso 0,1%.

**TABELA 4. Composição das rações experimentais<sup>1</sup>.**

INGREDIENTE	RAÇÃO			
	3,2 % Ca	3,5 % Ca	3,8 % Ca	4,1 % Ca
Milho moído	64,01	64,01	64,01	64,01
Farelo de soja	22,21	22,21	22,21	22,21
Farelo de trigo	1,20	1,20	1,20	1,20
Fosfato bicálcico	1,37	1,37	1,37	1,37
Sal comum	0,37	0,37	0,37	0,37
Óleo de soja	0,75	0,75	0,75	0,75
DL-metionina	0,06	0,06	0,06	0,06
Suplemento vitamínico	0,1	0,1	0,1	0,1
Suplemento mineral	0,1	0,1	0,1	0,1
Calcário calcítico	7,27	8,05	8,83	9,6
Caulim	2,56	1,78	1,0	0,23
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>COMPOSIÇÃO CALCULADA</b>				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2750	2750	2750	2750
Proteína Bruta(%)	15,80	15,80	15,80	15,80
Metionina (%)	0,315	0,315	0,315	0,315
Metionina+Cistina(%)	0,585	0,585	0,585	0,585
Lisina (%)	0,785	0,785	0,785	0,785
Cálcio(%)	3,2	3,5	3,8	4,1
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35

<sup>1</sup>Para cada nível de cálcio foram utilizadas as três granulometrias do calcário (0,15 a 0,6; 0,6 a 1,2 e 1,2 a 2,0mm).

## **3.6 Medidas avaliadas**

### **3.6.1 Produção de ovos**

A produção média de ovos, expressa em percentagem por ave/dia, foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo quebrados, trincados e anormais sobre o número de aves da parcela.

### **3.6.2 Consumo de ração**

A ração referente a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras foram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave/dia. O consumo médio de cada período foi obtido pela média do consumo nas semanas correspondentes ao período.

### **3.6.3 Conversão alimentar**

A conversão alimentar foi calculada através da relação entre o consumo médio de ração (g) e a massa média de ovos produzidos (g), sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido.

### **3.6.4 Peso dos ovos**

Foram pesados todos os ovos íntegros produzidos em cada parcela no último dia de cada semana experimental. Ao final de cada período experimental de 28 dias, calculou-se uma média das pesagens semanais para se obter o peso médio dos ovos produzidos no período.

### **3.6.5 Perdas de ovos**

Foi computada diariamente a quantidade de ovos perdidos, e os resultados expressos em percentagem através da relação com o total de ovos produzidos. Ao final de cada período foram calculadas as percentagens médias de perdas.

### **3.6.6 Qualidade do ovo**

Nos três últimos dias de cada período, foram coletados três ovos por parcela, pesados individualmente, e tomadas as medidas para se determinar a qualidade externa e interna do ovo, com exceção do peso específico, em que todos os ovos íntegros produzidos nos três últimos dias do período foram avaliados.

### **3.6.6.1 Peso específico**

Todos os ovos integros produzidos nos últimos três dias de cada período, foram imersos e avaliados em 10 soluções de NaCl, com densidade variando de 1,066 a 1,102g/cm<sup>3</sup> e com gradiente de 0,004 entre elas, determinadas com o auxílio de um densímetro. Obteve-se a média da densidade dos ovos para cada parcela, em cada período, a partir dos resultados dos três dias de análise.

### **3.6.6.2 Percentagem de casca**

Os três ovos amostrados nos três últimos dias de cada período, após serem quebrados, tiveram suas cascas lavadas em água e secas em estufa a 65 °C por 72 horas. As cascas foram pesadas, obtendo-se o percentual através da relação entre peso da casca e o peso do ovo, obtendo-se a média de percentagem de casca dos ovos em cada parcela por período, a partir dos resultados dos três dias de análise.

### **3.6.6.3 Espessura da casca**

As cascas utilizadas para a determinação de percentagem de casca serviram para a determinação da espessura da casca, tomando-se as medidas de sua espessura em três pontos da região equatorial do ovo, com um micrômetro de marca MITUTOYO. Os valores obtidos foram transformados em um valor médio por parcela referente a cada período.

### **3.7 Teores de cinza e cálcio na tíbia**

Ao final do experimento, duas aves por parcela foram sacrificadas uma hora após a postura. A tíbia esquerda foi retirada, os resíduos de carne, a fíbula e a cartilagem proximal foram retirados da tíbia. Após a limpeza, os ossos foram desengordurados no extrator de Soxhlet. Posteriormente foram moídos, secos em estufa a 100°C. Com base na matéria seca desengordurada fez-se a determinação da porcentagem de cinzas, queimando as amostras em mufla a 630 °C e porcentagem de cálcio determinada pela técnica do permanganatometria, de acordo com Association...,1990.

### **3.8 Teores de cálcio no inglúvio e moela**

A avaliação da retenção de cálcio no inglúvio e moela, foi realizada mantendo 24 poedeiras nos tratamentos por um período de 5 dias; no último dia foram abatidas após o término do período de luz diário (20:00 horas) para a determinação da porcentagem de cálcio retido. O conteúdo do inglúvio e moela foram lavados com água destilada e armazenado em recipientes devidamente identificados. Posteriormente realizou-se a secagem em estufa à 100° C para que depois fossem submetidas à análise de cálcio, com base na matéria seca, através do espectrofotômetro de absorção atômica.

### 3.9 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida, com fatorial 3 x 4 (três granulometrias e quatro níveis de cálcio) na parcela, com 4 repetições de 12 aves cada e, nas subparcelas os 4 períodos experimentais (28, 56, 84 e 112 dias).

Ao final de cada período experimental, foi avaliado os resultados das características de desempenho (produção, consumo de ração, conversão, peso e perdas de ovos) e a qualidade dos ovos (peso específico, espessura de casca e percentagem de casca) de acordo com o modelo estatístico (I):

$$(I) Y_{ijkl} = \mu + C_i + G_j + (CG)_{ij} + E_{(ij)k} + P_l + (CP)_{il} + (GP)_{jl} + (CGP)_{ijl} + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = Valores observados no desempenho e qualidade dos ovos das aves no período l, quando foram submetidas ao nível de cálcio i com a granulometria j, na repetição k;

$\mu$  = Média geral do experimento;

$C_i$  = Efeito dos níveis de cálcio, sendo i = 1, 2, 3 e 4;

$G_j$  = Efeito da granulometria j, sendo j = 1, 2 e 3;

$(CG)_{ij}$  = Efeito da interação de níveis de cálcio i e granulometria j;

$E_{(ij)k}$  = Erro experimental associado a cada observação da parcela, sendo as repetições k, sendo k = 1, 2, 3 e 4; Por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

$P_l$  = Efeito do período l, sendo l = 1, 2, 3 e 4;

$(CP)_{il}$  = Efeito da interação de níveis de cálcio i e do período l;

$(GP)_{jl}$  = Efeito da interação da granulometria j e do período l;

$(CGP)_{ijl}$  = Efeito da interação do níveis de cálcio  $i$ , da granulometria  $j$  e do período  $l$ ;

$e_{ijkl}$  = Erro experimental associado a cada observação da subparcela. Por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Para as aves abatidas ao final do experimento, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4X3 (4 níveis de cálcio x 3 granulometrias), com 8 repetições, totalizando 96 poedeiras, seguindo o modelo estatístico (II):

$$(II) Y_{ijk} = \mu + C_i + G_j + CG_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Valores observados nos parâmetros avaliados, para as aves que receberam o nível de cálcio  $i$ , com a granulometria  $j$ ;

$\mu$  = Média geral;

$C_i$  = Efeito do nível de cálcio  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$G_j$  = Efeito da granulometria do calcário  $j$ , sendo  $j = 1, 2$  e  $3$ ;

$CG_{ij}$  = Efeito da interação do nível de cálcio  $i$  e granulometria  $j$ ;

$e_{ijk}$  = Erro associado a cada observação. Por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Para as aves destinadas à avaliação de cálcio retido no Inglúvio e Ventrículo foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3X4 (3 granulometrias x 4 níveis de cálcio), com 2 repetições, totalizando 24 poedeiras, seguindo o modelo estatístico (III):

$$(III) Y_{ijk} = \mu + C_i + G_j + CG_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Valores observados nos parâmetros avaliados, para as aves que receberem o nível de cálcio  $i$ , com a granulometria  $j$ ;

$\mu$  = Média geral;

$C_i$  = Efeito do nível de cálcio  $i$ , sendo  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$G_j$  = Efeito da granulometria do calcário  $j$ , sendo  $j = 1, 2$  e  $3$ ;

$CG_{ij}$  = Efeito da interação do nível de cálcio  $i$  e granulometria  $j$ ;

$e_{ijk}$  = Erro associado a cada observação. Por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística seguindo procedimentos do pacote computacional SAS (1989).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises físico-químicas do calcário

As análises realizadas para determinação da composição química do calcário estão apresentados na Tabela 5. A composição analisada do calcário indica valores normalmente encontrados nas tabelas de composição de alimentos, sendo considerado um calcário calcítico de boa qualidade para ser empregado na avicultura de postura.

**TABELA 5.** Teores de cálcio e magnésio do calcário.

<b>Composição do calcário</b>	<b>(%)</b>
<b>Cálcio</b>	<b>38,1</b>
<b>Magnésio</b>	<b>0,51</b>

Os resultados obtidos na determinação da granulometria do calcário, estão expressos na Tabela 6. As partículas do calcário se apresentaram uniformes dentro de cada classe granulométrica. O aumento de DPG com o aumento do diâmetro das partículas se justifica pelo maior rompimento de partículas no momento em que se peneira o calcário.

**TABELA 6.** Composição granulométrica do calcário.

<b>Granulom. do calcário</b>	<b>DGM (mm)<sup>1</sup></b>	<b>DPG<sup>2</sup></b>
1,18 a 2,0mm	1,546	0,558
0,6 a 1,18mm	0,84	0,11
0,15 a 0,6mm	0,271	0,097

<sup>1</sup>Diâmetro geométrico médio

<sup>2</sup>Desvio padrão geométrico

Os resultados obtidos de solubilidade *in vitro* do calcário indicam a relação que existe entre granulometria e solubilidade. O aumento no diâmetro das partículas diminuiu sua solubilidade *in vitro* (Tabela 7), reafirmando os dados de outros autores e de Cheng (1990), pioneiro a usar esta técnica de avaliação deste ingrediente.

**TABELA 7.** Solubilidade *in vitro* das granulometrias do calcário (média ± desvio padrão).

<b>Diâmetro de partículas</b>	<b>Solubilidade <i>in vitro</i> (%)</b>
1,15 a 0,6mm	22,67 ± 0,93
0,60 a 1,20mm	21,10 ± 0,89
1,18 a 2,0mm	15,82 ± 1,23

## 4.2 Desempenho

### 4.2.1 Produção média de ovos

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados de produção de ovos de acordo com os níveis de cálcio e granulometrias estudadas. 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 8.** Produção média de ovos (%/ave/dia), segundo os níveis de cálcio e granulometria do calcário (média  $\pm$  desvio padrão).

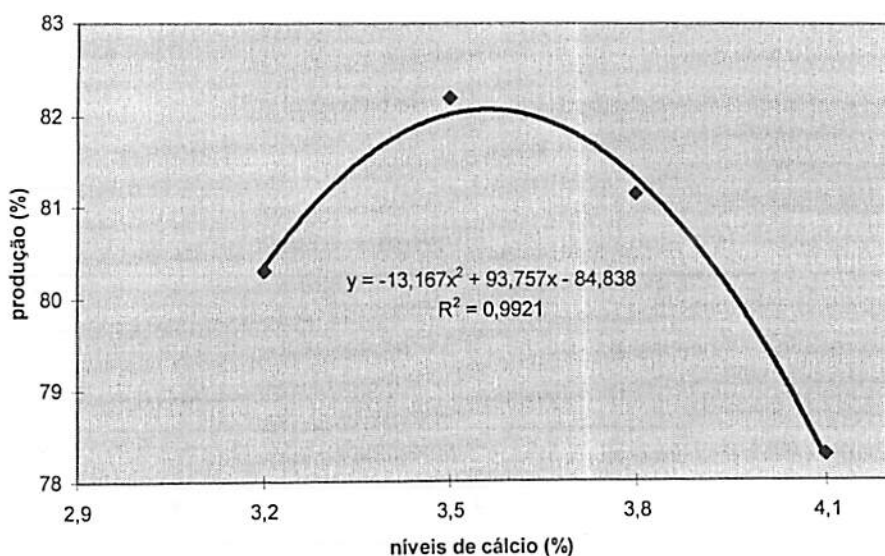
Gran. do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2	3,5	3,8	4,1	
0,15- 0,60	79,45 $\pm$ 5,0	84,37 $\pm$ 4,7	82,57 $\pm$ 5,7	78,41 $\pm$ 3,9	81,18
0,60 - 1,20	80,32 $\pm$ 5,9	83,34 $\pm$ 3,5	78,00 $\pm$ 6,2	77,00 $\pm$ 4,7	79,62
1,18 - 2,00	81,15 $\pm$ 4,9	78,94 $\pm$ 5,6	82,85 $\pm$ 4,0	79,55 $\pm$ 4,9	80.63
<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>80,31</b>	<b>82,19</b>	<b>81,14</b>	<b>78,29</b>	

<sup>1</sup>Efeito quadrático ( $P<0,01$ ).

Os níveis de cálcio influenciaram significativamente ( $P<0,05$ ) a produção média dos ovos. O estudo de regressão demonstra efeito quadrático ( $P<0,01$ ) do nível de cálcio, com maior produção para o nível de 3,56 % (Figura 1).

O efeito significativo dos níveis de cálcio na produção foi relatado por Keshavarz (1985) obtendo médias mais baixas de produção para as aves que

foram alimentadas com 2 e 5 % de cálcio. Rodrigues (1995), sugere o nível de 3,8% como ideal para poedeiras de 2<sup>o</sup> ciclo. Keshavarz & Nakajima (1993) relataram que uma poedeira pode ingerir até 6 g de cálcio/dia sem que o seu desempenho seja afetado. Teixeira (1982) obteve melhores resultados com o nível de 3,5%, valor próximo ao obtido neste trabalho.



**FIGURA 1.** Efeito dos níveis de cálcio na produção média dos ovos.

A granulometria do calcário não apresentou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre a produção de ovos. Cheng & Coon (1990b) concluíram que a produção das aves alimentadas com calcário pulverizado foi significativamente

menor. Guinotte & Nys (1991); Grizzle et al. (1992) não observaram efeito significativo da granulometria do calcário sobre a produção.

Os resultados obtidos para produção média dos ovos indicaram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) para período (Tabela 9). As aves no primeiro período estavam iniciando o segundo ciclo de postura, justificando a baixa produção de ovos. A partir do segundo período atingiram o pico de postura que se manteve até o final do experimento.

**TABELA 9.** Produção média de ovos, segundo os períodos experimentais (média  $\pm$  desvio padrão).

Período	Produção de ovos (%/ave/dia) <sup>1</sup>
1	75,93 $\pm$ 4,12 b
2	82,36 $\pm$ 4,40 a
3	82,64 $\pm$ 4,33 a
4	81,11 $\pm$ 5,49 a
DMS	1,85

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

#### 4.2.2 Consumo de ração

Não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) para a granulometria do calcário e níveis de cálcio sobre o consumo médio de ração (Tabela 10).

Os níveis de cálcio na dieta não interferiram significativamente ( $P>0,05$ ) no consumo de ração. As rações eram isonutrientes (Tabela 4), com exceção apenas do níveis de cálcio. Estes resultados indicam que a amplitude de cálcio das rações não influenciou o consumo de ração pelas aves.

**TABELA 10 .** Consumo médio de ração (g/ave/dia), segundo os níveis de cálcio e granulometria do calcário (média  $\pm$  desvio padrão).

Gran. do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2	3,5	3,8	4,1	
0,15 - 0,6	101,85 $\pm$ 5,0	102,77 $\pm$ 5,3	99,15 $\pm$ 4,5	101,30 $\pm$ 4,7	101,27
0,60 - 1,2	102,86 $\pm$ 7,3	102,52 $\pm$ 5,8	103,09 $\pm$ 4,4	100,36 $\pm$ 4,6	102,21
1,18 - 2,0	101,34 $\pm$ 6,3	101,41 $\pm$ 5,3	100,63 $\pm$ 4,5	99,45 $\pm$ 5,0	100,71
Média	102,01	102,24	100,95	100,37	

Por outro lado, os resultados de Vicenzi (1996) indicaram que o consumo de ração das aves é afetado por elevados níveis de cálcio.

Houve interação significativa ( $P<0,05$ ) do período e granulometria do calcário sobre o consumo médio de ração. O estudo da granulometria do calcário em cada período mostra que as aves que se alimentaram com dietas em que a granulometria do calcário estava entre 0,6 a 1,2mm apresentaram um consumo de ração superior em todos os períodos onde houve diferença ( $P<0,05$ ) entre as médias. Os resultados estão apresentados na Tabela 11.

TABELA 11. Consumo médio de ração (g/ave/dia), segundo a granulometria do calcário e períodos (média ± desvio padrão)<sup>1</sup>.

Granulom. do calcário (mm)	PERÍODO				Média
	1 <sup>2</sup>	2	3	4 <sup>2</sup>	
0,15 - 0,60	105,2 ± 5,7b	103,1 ± 3,7	98,2 ± 2,5	98,6 ± 3,7a	101,27
0,60 - 1,2	108,0 ± 3,1a	103,8 ± 3,6	98,1 ± 4,6	98,9 ± 4,8a	102,21
1,2 - 2,0	106,4 ± 3,5ab	102,8 ± 3,7	97,5 ± 3,9	96,1 ± 2,7b	100,71
Média <sup>2</sup>	106,53	103,23	97,96	97,89	
DMS	1,87				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

<sup>2</sup>Efeito significativo (P<0,01) dos períodos sobre o consumo médio de ração.

Pelos resultados apresentados, observa-se que o consumo de ração reduziu-se ao longo dos períodos. No primeiro período experimental, as aves obtiveram consumo superior aos outros períodos, certamente para recompor reservas corporais, uma vez que as aves estavam na 6ª semana pós - muda forçada e em retorno à postura.

Um fator que deve ser ressaltado para interpretação desse decréscimo do consumo são as temperaturas máximas observadas (Tabela 12) nos últimos períodos de realização do experimento.

**TABELA 12.** Temperaturas média, máxima e mínima registradas no interior do galpão, segundo os períodos experimentais.

<b>TEMPERATURA (°C)</b>			
<b>PERÍODO</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	<b>30,6</b>	<b>19,7</b>	<b>25,15</b>
<b>2</b>	<b>29,32</b>	<b>19,8</b>	<b>24,56</b>
<b>3</b>	<b>32,4</b>	<b>20,3</b>	<b>26,35</b>
<b>4</b>	<b>31,2</b>	<b>19,3</b>	<b>25,25</b>

### 4.2.3 Peso dos ovos

Não foi constatada interação significativa ( $P>0,05$ ) entre a granulometria do calcário e níveis de cálcio sobre o peso médio dos ovos (Tabela 13).

Os níveis de cálcio e a granulometria do calcário independentemente, também não apresentaram efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre o peso dos ovos. Oliveira (1995) ao avaliar níveis de cálcio, também não encontrou efeito significativo neste parâmetro.

**TABELA 13** . Peso médio dos ovos (g), segundo os níveis de cálcio e granulometria do calcário (média  $\pm$  desvio padrão).

Gran. do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2	3,5	3,8	4,1	
0,15- 0,60	66,41 $\pm$ 2,4	66,93 $\pm$ 2,4	67,51 $\pm$ 1,4	66,81 $\pm$ 2,6	66,92
0,60 - 1,20	66,90 $\pm$ 1,6	67,63 $\pm$ 2,0	67,68 $\pm$ 1,7	68,96 $\pm$ 0,9	67,79
1,18 - 2,00	65,41 $\pm$ 1,5	67,59 $\pm$ 1,9	67,83 $\pm$ 2,0	66,99 $\pm$ 1,6	66,95
Média	66,24	67,38	67,67	67,59	

Por outro lado, Guinotte e Nys (1991) relataram que as aves alimentadas com partículas maiores de calcário produziram ovos mais pesados quando comparadas com as que consumiram calcário pulverizado.

O período influenciou significativamente ( $P < 0,01$ ) o peso dos ovos, ocorrendo uma redução do peso dos ovos com o avanço do ciclo de postura. Este fato pode ser explicado pela redução do consumo de ração ao longo do experimento. Os resultados médios para peso dos ovos estão apresentados na Tabela 14. O aumento do peso do ovo com o avanço da idade das aves foi relatado por Roland (1984), discordando dos resultados obtidos no presente trabalho.

**TABELA 14.** Peso médio dos ovos por períodos (média  $\pm$  desvio padrão).

<b>Período</b>	<b>Peso dos ovos (g)<sup>1</sup></b>
<b>1</b>	68,50 $\pm$ 2,06 a
<b>2</b>	66,94 $\pm$ 1,62 b
<b>3</b>	66,75 $\pm$ 2,20 b
<b>4</b>	66,72 $\pm$ 1,63 b
<b>DMS</b>	0,74

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### **4.2.4 Conversão Alimentar**

Os resultados mostraram interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis de cálcio e granulometria do calcário para conversão alimentar. 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 3,8 % de cálcio, sendo que partículas com granulometria entre 0,6 a 1,2 mm

proporcionaram os piores resultados, que pode ser justificado por um consumo de ração pouco superior e uma produção inferior que essas aves apresentaram.

**TABELA 15.** Conversão alimentar por massa de ovos (g/g), segundo os níveis de cálcio e a granulometria do calcário (média  $\pm$  desvio padrão).

Gran. Do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2	3,5	3,8 <sup>1</sup>	4,1	
0,15- 0,60	1,94 $\pm$ 0,19	1,83 $\pm$ 0,14	1,79 $\pm$ 0,12 a	1,94 $\pm$ 0,14	1,87
0,60 - 1,20	1,94 $\pm$ 0,14	1,83 $\pm$ 0,10	1,95 $\pm$ 0,15 b	1,90 $\pm$ 0,14	1,90
1,18 - 2,00	1,93 $\pm$ 0,11	1,91 $\pm$ 0,11	1,80 $\pm$ 0,14ab	1,88 $\pm$ 0,14	1,88
Média <sup>2</sup>	1,94	1,86	1,85	1,91	
DMS	0,15				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

<sup>2</sup>Efeito quadrático (P<0,01).

A granulometria do calcário independente dos níveis de cálcio não influenciou significativamente a conversão alimentar. Melhores resultados foram obtidos com a utilização de partículas de calcário entre 0,15 e 0,6mm.

O período influenciou significativamente (P<0,01) a conversão alimentar, sendo que inicialmente as poedeiras apresentaram a maior conversão alimentar, que se justifica pelo alto consumo e baixa produção (Tabela 16). Posteriormente a conversão alimentar apresentou melhores resultados com o

aumento da produção e novamente ocorreu um aumento com a queda da produção.

**TABELA 16.** Conversão alimentar por massa de ovos por períodos (média  $\pm$  desvio padrão).

<b>Período</b>	<b>Conversão alimentar (g/g)<sup>1</sup></b>
<b>1</b>	<b>2,05 <math>\pm</math> 0,11c</b>
<b>2</b>	<b>1,87 <math>\pm</math> 0,08b</b>
<b>3</b>	<b>1,79 <math>\pm</math> 0,09a</b>
<b>4</b>	<b>1,82 <math>\pm</math> 0,11a</b>
<b>DMS</b>	<b>0,04</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

#### 4.2.5 Perdas de ovos

Quanto à perda de ovos, não foi observada interação significativa ( $P>0,05$ ) entre as granulometrias do calcário e os níveis de cálcio sobre esta medida (Tabela 17), embora o estudo da granulometria dentro de cada nível demonstre uma diferença entre as médias no nível de 3,5 % de cálcio, sendo que a granulometria do calcário entre 1,2 a 2,0 mm propiciou melhores resultados. A associação de granulometrias do calcário reduziu o índice de perdas em trabalhos realizados por Oliveira (1995).

Níveis de cálcio e granulometria do calcário independentemente não influenciaram ( $P>0,05$ ) a porcentagem de perdas discordando de Teixeira (1982), que constatou que as perdas foram reduzidas com o aumento dos níveis de cálcio.

**TABELA 17 .** Porcentagem de perdas (%), segundo os níveis de cálcio e granulometria do calcário (média  $\pm$  desvio padrão).

Gran. do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2	3,5 <sup>1</sup>	3,8	4,1	
0,15- 0,60	4,03 $\pm$ 2,4	4,36 $\pm$ 2,7ab	2,75 $\pm$ 1,4	3,86 $\pm$ 1,7	3,75
0,60 - 1,20	2,95 $\pm$ 1,4	4,84 $\pm$ 2,2b	3,64 $\pm$ 2,3	3,59 $\pm$ 2,1	3,70
1,18 - 2,00	3,66 $\pm$ 1,8	2,75 $\pm$ 1,6a	2,52 $\pm$ 1,1	3,11 $\pm$ 1,6	3,01
Média	3,55	3,91	2,97	3,52	
DMS	1,95				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Os resultados mostram que houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos períodos sobre a perda de ovos (Tabela 18). A porcentagem de perdas no primeiro e segundo períodos foram mais baixas 2,18 % e 2,88 %, respectivamente, e aumentou ao longo do experimento, o que era de se esperar, pois, com o aumento da idade da ave, vai havendo maior dificuldade de absorção de cálcio.

**TABELA 18.** Porcentagem de perdas de ovos por períodos (média  $\pm$  desvio padrão).

<b>Período</b>	<b>Perdas de ovos (%)<sup>1</sup></b>
1	2,18 $\pm$ 1,08a
2	2,88 $\pm$ 1,35a
3	4,02 $\pm$ 1,92b
4	4,95 $\pm$ 2,15c
<b>DMS</b>	<b>0,73</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## **4.3 Qualidade dos ovos**

### **4.3.1 Espessura de casca**

Não foi observada interação significativa ( $P>0,05$ ) da granulometria do calcário e níveis de cálcio (Tabela 19).

Não foi observado efeito significativo dos níveis de cálcio sobre a espessura de casca, resultado que se assemelha ao encontrado por Oliveira (1999). Keshavauz (1986) observou que as aves alimentadas com níveis baixos de cálcio provocam uma redução da espessura de casca.

Foi constatado efeito significativo ( $P<0,05$ ) da granulometria do calcário sobre a espessura de casca. (Tabela 19), sendo que o melhor resultado foi obtido para as aves que foram alimentadas com calcário na granulometria 0,6 a 1,2 mm e 0,6 a 1,2 mm. Cheng & Coon (1990) constataram aumento na espessura da casca quando se utilizam partículas maiores de calcário.

**TABELA .** Espessura média de casca ( $\mu\text{m}$ ), segundo os níveis de cálcio e granulometria do calcário.

Gran. do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média <sup>1</sup>
	3,2 <sup>1</sup>	3,5	3,8	4,1	
0,15- 0,6	0,329b	0,334	0,346	0,332	0,335b
0,60 - 1,2	0,336ab	0,340	0,337	0,345	0,339ab
1,18 - 2,0	0,343a	0,344	0,344	0,342	0,344a
<b>Média</b>	<b>0,336</b>	<b>0,339</b>	<b>0,342</b>	<b>0,339</b>	
<b>DMS</b>	<b>0,013</b>				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 20, houve efeito do período ( $P < 0,01$ ) sobre a espessura de casca. Ocorreu um declínio na espessura de casca ao longo dos períodos. No primeiro período a espessura média foi de 0,358 mm e no último período 0,324 mm.

**TABELA 20.** Espessura média de casca por período (média ± desvio padrão).

<b>Período</b>	<b>Espessura de casca (<math>\mu\text{m}</math>)<sup>1</sup></b>
<b>1</b>	<b>0,358 ± 0,014a</b>
<b>2</b>	<b>0,335 ± 0,013b</b>
<b>3</b>	<b>0,341 ± 0,011b</b>
<b>4</b>	<b>0,325 ± 0,016c</b>
<b>DMS</b>	<b>0,006</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### **4.3.2 Peso específico**

Não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) da granulometria do calcário e níveis de cálcio para o peso específico dos ovos (Tabela 21), embora o estudo da granulometria dentro de cada nível demonstre uma diferença entre as médias no nível de 3,5 % de cálcio, sendo que a granulometria do calcário entre 1,2 a 2,0mm propiciou melhores resultados. Resultados semelhantes foram obtidos por Teixeira (1982), Hamilton et al. Fairful & Gowe (1985), Roland (1986) e Cheng & Coon (1990b), que mostraram que partículas maiores de calcário proporcionou melhorias no peso específico dos ovos quando comparados com granulometrias mais finas.

Níveis de cálcio e granulometria do calcário, independentemente, também não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o peso específico dos ovos. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (1995), que não verificou efeito significativo dos níveis de cálcio sobre o peso específico dos ovos. Resultados

contrários foram encontrados por Teixeira (1982) e Roland (1987), que relataram um aumento linear do peso específico dos ovos com o aumento dos níveis de cálcio.

**TABELA 21.** Peso específico dos ovos ( $\text{g}/\text{dm}^3$ ), segundo os níveis de cálcio e granulometria do calcário.

Gran. do Calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2	3,5 <sup>1</sup>	3,8	4,1	
0,15- 0,60	1,073	1,070b	1,076	1,074	1,073
0,60 - 1,20	1,074	1,074ab	1,076	1,074	1,074
1,18 - 2,00	1,076	1,077a	1,077	1,076	1,076
<b>Média</b>	1,074	1,074	1,076	1,075	
<b>DMS</b>	0,005				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Verificou-se que o peso específico dos ovos foi influenciado ( $P < 0,05$ ) apenas pelos períodos. Os resultados estão apresentados na Tabela 22, demonstrando claramente que a qualidade da casca do ovo é influenciada pela idade das aves, fato comumente verificado em outras pesquisas.

TABELA 22. Peso específico dos ovos por período (média ± desvio padrão).

Período	Peso específico (g/dm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>
1	1,077 ± 0,011a
2	1,076 ± 0,006ab
3	1,074 ± 0,00 ab
4	1,073 ± 0,002b
DMS	0,003

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

#### 4.3.3 Percentagem de casca

Foi observada interação significativa (P<0,05) entre a granulometria do calcário e níveis de cálcio para a percentagem de casca. O estudo de granulometria em cada nível de cálcio mostra que a granulometria do calcário entre 0,15 a 0,6 mm resultou em médias inferiores em todos os níveis de cálcio onde ocorreram diferenças (P<0,05) entre as médias. Estes dados indicam que à medida que se reduz a granulometria do calcário, existe a necessidade de se elevar os níveis de cálcio da dieta para manter a percentagem de casca. Por outro lado, verificou-se que o nível 3,2 % de cálcio na granulometria mais grossa (1,18 a 2,0mm) apresentou média 8,48 %, sugerindo que a utilização de níveis baixos de cálcio na dieta deve-se elevar a granulometria do calcário para obter bons resultados de percentagem de casca. Os resultados são apresentados na Tabela 23.

**TABELA 23.** Porcentagem média de casca (%), segundo os níveis de cálcio e a granulometria do calcário (média  $\pm$  desvio padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				
	3,2 <sup>1</sup>	3,5 <sup>1</sup>	3,8	4,1 <sup>1</sup>	Média <sup>1</sup>
0,15 - 0,6	8,09 $\pm$ 0,5b	8,13 $\pm$ 0,4b	8,47 $\pm$ 0,4	8,05 $\pm$ 0,3b	8,18b
0,60 - 1,2	8,28 $\pm$ 0,4ab	8,36 $\pm$ 0,4ab	8,22 $\pm$ 0,4	8,38 $\pm$ 0,5a	8,31ab
1,2 - 2,0	8,48 $\pm$ 0,4a	8,44 $\pm$ 0,4a	8,47 $\pm$ 0,4	8,48 $\pm$ 0,4a	8,47a
Média	8,28	8,31	8,39	8,30	
DMS	0,28				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Ocorreu interação significativa (P<0,05) da granulometria e períodos sobre a porcentagem de casca e os resultados estão apresentados na Tabela 24. O calcário na granulometria entre 1,2 a 2,0 mm apresentou médias superiores em todos os períodos.

TABELA 24. Porcentagem média de casca (%), segundo a granulometria do calcário e períodos (média ± desvio padrão).

Gran. do calcário (mm)	PERÍODOS				Média
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>	
0,15 - 0,60	8,54 ± 0,4b	8,13 ± 0,3b	8,07 ± 0,5b	8,00 ± 0,4b	8,18
0,60 - 1,2	8,87 ± 0,2a	8,16 ± 0,3ab	8,03 ± 0,3b	8,18 ± 0,3ab	8,31
1,2 - 2,0	8,88 ± 0,3a	8,40 ± 0,2a	8,39 ± 0,3a	8,27 ± 0,3a	8,48
Média	8,76	8,23	8,16	8,15	
DMS	0,25				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

#### 4.4 Teores de cinzas e cálcio na tibia

Houve interação significativa (P<0,05) entre a granulometria do calcário e os níveis de cálcio sobre os teores de cinzas da tibia. As aves com 3,2% de cálcio na dieta tiveram os teores de cinzas mais elevado com a granulometria de 0,15 a 0,6mm, ressaltando que as aves foram abatidas uma hora após a postura. Os resultados estão apresentados na Tabela 25.

TABELA 25. Porcentagem de cinzas na tíbia (%), segundo os níveis de cálcio e a granulometria do calcário (média ± desvio padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média
	3,2 <sup>1</sup>	3,5 <sup>1</sup>	3,8	4,1 <sup>1</sup>	
0,15 - 0,6	64,74 ± 0,6a	64,41 ± 1,6a	63,13 ± 0,7	65,13 ± 0,9a	64,35
0,60 - 1,2	63,11 ± 1,3b	64,77 ± 1,7a	64,29 ± 1,7	62,89 ± 1,3b	63,76
1,2 - 2,0	63,24 ± 1,5b	62,66 ± 1,0b	64,07 ± 0,8	64,97 ± 0,8a	63,73
<b>Média</b>	63,69	63,94	63,83	64,33	
<b>DMS</b>	1,42				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Os resultados obtidos demonstram que os níveis de cálcio e granulometria do calcário independentemente não influenciaram os teores de cinza da tíbia.

Os teores de cálcio da tíbia não se alteraram com nenhum dos tratamentos, tendo média geral 25,81 % de cálcio na matéria seca e desengordurada da tíbia.

#### 4.5 Retenção de cálcio no Inglúvio e Moela

Houve interação significativa (P>0,05) da granulometria do calcário e níveis de cálcio na retenção de cálcio no Inglúvio (Tabela 26) e moela (Tabela 27). O estudo da granulometria em cada nível nos permite afirmar que as

partículas do calcário com diâmetro entre 1,2 a 2,0mm ficam mais tempo retidas no Inglúvio e moela. Os resultados concordam com a literatura (Scott, 1971; Oliveira, 1995), que afirmam que a granulometria grossa do calcário propicia uma retenção mais prolongada na moela.

**TABELA 26.** Porcentagem de cálcio retido no Inglúvio (%), segundo a granulometria do calcário e níveis de cálcio (média ± desvio padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				Média <sup>1</sup>
	3,2 <sup>1</sup>	3,5 <sup>1</sup>	3,8 <sup>1</sup>	4,1 <sup>1</sup>	
0,15 - 0,6	3,15b	3,45b	3,75b	4,15b	3,62b
0,60 - 1,2	3,25ab	3,55ab	3,85b	4,35b	3,75b
1,2 - 2,0	3,45a	3,75a	4,10a	5,10a	4,10a
Média <sup>2</sup>	3,28	3,58	3,90	4,53	
DMS	0,21				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

<sup>2</sup>Efeito linear (P<0,01).

Verificou-se a mesma retenção de cálcio na moela quando se utiliza granulometria grossa com 3,2 % de cálcio e granulometria fina com 4,1 %. Isto indica a importância de se associar o nível de cálcio em função da granulometria do calcário para se obterem melhores resultados na qualidade do ovo.

**TABELA 27.** Porcentagem de cálcio retido no moela (%), segundo a granulometria do calcário e níveis de cálcio (média ± desvio padrão).

Gran. do calcário (mm)	NÍVEIS DE CÁLCIO (%)				
	3,2 <sup>1</sup>	3,5 <sup>1</sup>	3,8 <sup>1</sup>	4,1 <sup>1</sup>	Média <sup>1</sup>
0,15 - 0,6	2,55b	3,20b	3,50b	3,70b	3,23b
0,60 - 1,2	3,05b	3,65ab	3,85b	4,10b	3,66b
1,2 - 2,0	3,70a	4,05a	4,60a	5,80a	4,53a
Média <sup>2</sup>	3,10	3,63	3,98	4,53	
DMS	0,64				

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (P<0,05).

<sup>2</sup>Efeito linear (P<0,01).

## 5 CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho podemos concluir que:

- A solubilidade *in vitro* do calcário diminui com o aumento da granulometria das partículas;
- O avanço da idade das aves influenciou de forma negativa a espessura da casca, porcentagem de casca e peso específico dos ovos;
- No nível de 3,5 % de cálcio as perdas de ovos foram reduzidas com a granulometria do calcário entre 1,2 a 2,0mm.
- A utilização de 3,56 % de cálcio na ração independente da granulometria estudada, foi a que propiciou a melhor taxa de produção de ovos;
- No nível de 3,5 % de cálcio o peso específico dos ovos melhorou com a granulometria do calcário entre 1,2 a 2,0mm;
- A granulometria do calcário tem influência na espessura e % de casca, e o fornecimento de partículas de diâmetro entre 1,2 e 2,0mm melhora estas características.
- As partículas de calcário com diâmetro entre 1,2 a 2,0mm permanecem mais tempo retidas no Inglúvio e moela, em relação às outras granulometrias estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Economia Mineral Brasileira – 1999 ano base 1998: parte 1 – Estatística Mineral Global. Arquivos compactados para download. Disponível em : < [http://www.dnpm.gov.br/amb 1999. html](http://www.dnpm.gov.br/amb_1999.html)>. Acesso em : mar. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis the Association of Analytical Chemists**. 15 ed. Arlington: 1990. v.1.

ATTEH J. O.; LEESON S.; Influence of Increasing Dietary Calcium and Magnesium Levels on Performance, Mineral Metabolism, and Egg Mineral Content of Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, n. 7 p. 1261-1268, july 1983.

BERTECHINI, A.G.; **Nutrição de monogástricos**. 1998. 273 p. Especialização (Curso de Tutoria à distância em Produção Animal) – Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, Brasília, DF.

BRONNER, F. Nutrient bioavailability with a special reference to calcium. **Jornal Nutrition**, Bethesda v. 123, n. 5 p. 797 – 802, May 1993.

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.

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**, Champaing, 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**, Champaing, v. 69, n.12, p. 2199– 2203, Dec. 1990b.

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

GRIZZLE, J.; IHEANACHO, M.; SAXTON, A.; BRADEN, J. Nutritional and environmental factors involved in egg shell quality of laying hens. **British Poultry Science**, Edimburgh, v. 33, n. 6, p. 781 – 794, Nov. 1992.

GUINOTE, F.; NYS, Y. Effects of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. **Poultry Science**, Champaing, v. 70, n. 3, p. 583 – 592, Mar. 1991.

HAMILTON, R. M. G.; FAIRFULL, R. W.; GOWE, R. S. Use of paticle limestone or oyster shell in the dietary regimen of white leghorn hens. *Poultry Science, Champaign*, v. 64, n. 7, p. 1750 – 1762, July 1985.

HÄRTEL, H. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. *British Poultry Science, Edimburg*, v. 31, n. 3, p. 473-494, Sept. 1989.

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

KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requeriments of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Science, Champaign*, v. 72, n.1, p.144-153, Jan. 1993.

MENDONÇA JUNIOR, C.X. de. 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 requirements of poultry*. 8. ed. Washington, 1994. 71 p. (Nutrient requirements of domestic animals).

OLIVEIRA, A. M. G. *Planos para alimentação de poedeiras leves no segundo ciclo de postura*. 1998, p. 74. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras

OLIVEIRA, B. L. de. **Muda forçada em poedeiras comerciais.** Lavras: ESAL, 1981. 5 p. (Boletim Técnico;1)

OLIVEIRA, J. E. F. **Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e a qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura.** 1995. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia ) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, J. 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 Agrotencnologia*, Lavras. v. 24, n. 4, p. 502 - 510. out/dez, 1997.

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

RAO, K. S.; ROLAND, D. A . **In vivo limestone solubilization in comercial leghorns: Role of dietary calcium level, limestone particle size, in vitro limestone solubility rate, na the calcim status of the hen.** *Poultry Science*, Champaing, v. 69 n. 12, p. 2170 - 2176. Dec, 1989.

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.

RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, A. I. G. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. 2. Níveis de fósforo disponível. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 143 – 149, jan./fev. 1998.

ROLAND, D. A. The extent of uncollected eggs due to inadequate shell. **Poultry Science**, Champaign, v.56, n. 5 p. 1517 - 1521, Sept. 1977.

ROLAND, D. A. Efecto del momento de la ingestión de cálcio sobre la calidad de la cáscara. **Avicultura Profesional**, Athens, v. 2, n. 1, p. 31 – 32, Fev. 1984.

ROLAND, D. A. Egg shel quality III: Calcium and phosphurus requiriments of comercial Leghorns. **World Poultry Science Journal**, Madison, v. 42, n.2, p. 154 – 165, June 1986a.

ROLAND, D. A. Egg shel 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.

ROLAND, D. A.; BRYANT, M. Optional shell quality possible whiout oyester shell. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 71, n. 11, p. 18 – 19, Mar. 1999.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R.; PEREIRA, J.A.A.; SILAVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Viçosa: UFV, 1992. 59p. Tabelas Brasileiras.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide**. Cary: 1989.

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

SILVA, O. P. **A Mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro**. Belo Horizonte: Geonomos, 1997. v. 3, p. 77 – 86.

TEIXEIRA, A. S. **Variação granulométrica do calcário e diferentes níveis de cálcio em ração de poedeiras**. 1982. 82p. Dissertação ( Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

THIM K.; CRAIG N. C. Effect on Layer Performance and Shell Quality of Swiching Limestone with Different Solubilities. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 12, p. 2199-2203, Dec. 1990.

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

ZHANG, B.; COON, C.N. The Relationship of Calcium Intake, Source, Size Solubility In Vitro and In Vivo, and Gizzard Limestone Retention in Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 1702 – 1706, Dec. 1997.

ZANOTTO, L. D.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves.** Concórdia: EMBRAPA, 1996. p. 1 - 5. ( Suínos e Aves ).

## ANEXO

<b>ANEXO A</b>	<b>Página</b>
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).....	58
TABELA 2A .Resumo das análises de variância, estudando regressão para níveis de cálcio.....	59
TABELA 3A .Resumo das análises de variância para espessura de casca (EC), peso específico (PE) e porcentagem de casca (%casca).....	60
TABELA 4A . Resumo das análises de variância para teores de cinza da tibia (% cin.), teores de cálcio da tibia (% Ca).....	61
TABELA 5A . Resumo das análises de variância para teores de cálcio no Inglúvio (% Inglúvio), teores de cálcio no moela (% Moela).....	61

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	G.L	PMO	PO	CRM	CA	PERDA
Níveis Ca (C)	3	130,7852*	21,1906	37,6229	0,0620**	10,5638
Gran. Calc. (G)	2	21,2308	15,6538	37,1009	0,0095	8,5758
C X G	6	71,8574	6,4167	19,3499	0,0464**	8,0738
Resíduo (a)	36	36,1753	8,1617	48,1366	0,0122	4,9519
Periodo (P)	3	450,5213**	34,8811**	861,3036**	0,6707**	76,4700**
P x C	9	14,3195	1,3835	7,4218	0,0062	1,4624
P x G	6	8,8016	1,1462	13,2476*	0,0039	1,0518
P x C x G	18	16,1634	1,0899	6,0771	0,0050	1,8935
Resíduo	108	10,6064	1,9446	4,9779	0,0059	1,9319
C.V. (%)	1	9,17	4,25	6,84	6,66	64,07
	2	4,33	2,07	2,20	4,10	38,85

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

\* (P<0,05%)

TABELA 2A .Resumo das análises de variância, estudando regressão para níveis de cálcio.

F.V	G.L	QUADRADO MÉDIO				
		PMO	PO	CMR	CA	PERDA
Níveis Ca (C)						
	1	115,4178*				
	1	257,7509				
	1	2,9269				
Gran. Calc. (G)	2	21,2308	15,6538	37,1009	0,0095	8,5758
C X G	6	71,8574	6,4167	19,3499	0,0464**	8,0738
Resíduo (a)	36	36,1753	8,1617	48,1366	0,0122	4,9519
Periodo (P)	3	450,5213**	34,8811**	861,3036**	0,6707**	76,47**
P x C	9	14,3195	1,3835	7,4218	0,0062	1,4624
P x G	6	8,8016	1,1462	13,2476*	0,0039	1,0518
P x C x G	18	16,1634	1,0899	6,0771	0,0050	1,8935
Resíduo	108	10,6064	1,9446	4,9779	0,0059	1,9319
C.V. (%)	1	9,17	4,25	6,84	6,66	64,07
	2	4,33	2,07	2,20	4,10	38,85

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

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

TABELA 3A. Resumo das análises de variância para espessura de casca (EC), peso específico (PE) e porcentagem de casca (%casca).

QUADRADO MÉDIO				
F.V	G.L	EC	PE	%casca
Níveis Ca (C)	3	0,00034	0,00004	0,0999
Gran. Calc. (G)	2	0,00114*	0,00002	1,3038**
C X G	6	0,00039	0,00006	0,2869*
Resíduo (a)	36	0,00025	0,00003	0,1155
Período (P)	3	0,00975**	0,00012**	4,3099**
P x C	9	0,00021	0,00005	0,1834*
P x G	6	0,00007	0,00004	0,1274
P x C x G	18	0,00011	0,00007	0,0978
Resíduo	108	0,00014	0,00003	0,0867
C.V. (%)	1	4,66	0,53	4,08
2	3,57	0,58	3,54	

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

\* (P < 0,05%)

TABELA 4A . Resumo das análises de variância para teores de cinza da tibia (% cin.), teores de cálcio da tibia (% Ca).

F.V	G.L	QUADRADO MÉDIO	
		% Cin.	% Ca
Níveis Ca (C)	3	0,897	1,442
Gran. Calc. (G)	2	1,920	4,334
C X G	6	4,523*	0,546
Resíduo (a)	36	1,516	1,784
<b>CV (%)</b>		1,92	5,17

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

TABELA 5A . Resumo das análises de variância para teores de cálcio no Inglúvio (% Inglúvio), teores de cálcio no moela (% Moela).

F.V	G.L	QUADRADO MÉDIO	
		% Inglúvio	% Moela
Níveis Ca (C)	3	1,178**	2,177**
Gran. Calc. (G)	2	0,485**	3,515**
C X G	6	0,058**	0,210*
Resíduo (a)	12	0,007	0,0437
<b>CV (%)</b>		2,26	5,49

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