

JEFERSON EDER FERREIRA DE OLIVEIRA

NÍVEIS DE CÁLCIO, FORMA DE FORNECIMENTO DO
CALCÁRIO E QUALIDADE DO OVO DE POEDEIRAS
LEVES NO SEGUNDO CICLO DE POSTURA

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

Orientador

Prof. BENEDITO LEMOS DE OLIVEIRA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Oliveira, Jeferson Eder Ferreira de
Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário
e a qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo
ciclo de postura / Jeferson Eder Ferreira de
Oliveira. -- Lavras : UFLA, 1995.

102 p. : il.

Orientador: Benedito Lemos de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Poedeira mudada - Nutrição. 2. Ovo - Qualidade.
 3. Cálcio - 4. Nível. 5. Calcário. 6. Granulometria.
 7. Postura - Fase. I. Universidade Federal de Lavras.
- II. Título.

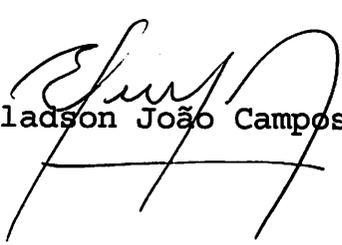
CDD-636.5142

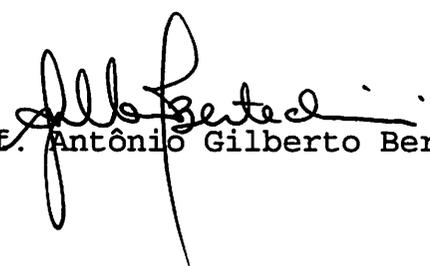
JEFERSON EDER FERREIRA DE OLIVEIRA

NÍVEIS DE CÁLCIO, FORMA DE FORNECIMENTO DO
CALCÁRIO E QUALIDADE DO OVO DE POEDEIRAS
LEVES NO SEGUNDO CICLO DE POSTURA

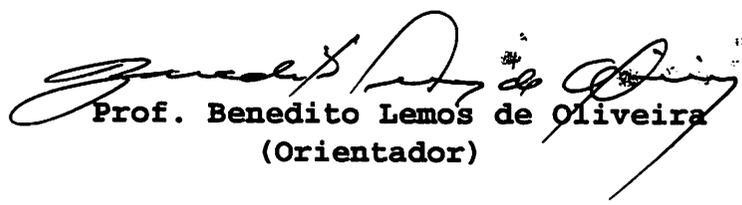
Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Zootecnia, área de concentração em
Nutrição Animal Monogástrico, para a obtenção do
título de "Mestre".

APROVADA em 04 de julho de 1995


Prof. Egladson João Campos


Prof. Antônio Gilberto Bertechini


Prof. Antônio Soares Teixeira


Prof. Benedito Lemos de Oliveira
(Orientador)

A Deus,
presente em todos os momentos,

DEDICO

A meu pai (in memoriam),
À minha mãe,
A meu irmão, irmãs e familiares,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

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

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Aviário Santo Antônio pelo fornecimento e transporte das aves;

À Moagem Pinheiro e Alvarenga Ltda., pela doação e transporte do calcário;

Ao professor Benedito Lemos de Oliveira, pela indicação, amizade e orientação durante este trabalho;

Aos professores Antônio Gilberto Bertechini, Antônio Ilson Gomes de Oliveira, Antônio Soares Teixeira e Egladson João Campos pelo, apoio e sugestões a este trabalho;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia e do Departamento de Química pela colaboração;

Aos colegas do Curso de Mestrado e acadêmicos do Curso de Zootecnia que auxiliaram na condução do experimento.

À minha irmã Winifred de Oliveira Riff e ao cunhado José Riff pela prestimosa colaboração;

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

BIOGRAFIA DO AUTOR

JEFERSON EDER FERREIRA DE OLIVEIRA, filho de Paulo Ferreira de Oliveira e Geni Alvarenga de Oliveira, nasceu em Ribeirão Vermelho, Minas Gerais, aos 27 sete dias do mês de fevereiro de 1964.

Em 1989, obteve o diploma de Zootecnista, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais. Iniciou seu curso de Mestrado em Zootecnia, em setembro de 1992, na Universidade Federal de Lavras.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Funções e metabolismo do cálcio na casca do ovo..	4
2.2 Influência da idade da ave sobre desempenho das aves qualidade do ovo	7
2.3 Efeito do nível de cálcio sobre a qualidade do ovo..	12
2.4 Efeito da granulometria do calcário sobre a quali- dade da casca	16
2.5 Efeito do horário de fornecimento do calcário sobre a qualidade da casca do ovo.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Localização e duração.....	24
3.2 Aves, instalações e manejo.....	24
3.3 Delineamento experimental.....	26
3.3.1 Desempenho das aves.....	26
3.3.2 Qualidade da casca.....	27
3.3.3 Idade das aves.....	28
3.4 Tratamentos e dietas experimentais.....	29
3.5 Parâmetros avaliados.....	33
3.5.1 Produção de ovos.....	33
3.5.2 Consumo de ração.....	33
3.5.3 Conversão alimentar.....	33
3.5.4 Peso do ovo.....	34
3.5.5 Perda de ovos.....	34
3.5.6 Qualidade externa do ovo.....	34

3.5.6.1	Peso específico.....	35
3.5.6.2	Espessura da casca.....	35
3.5.6.3	Peso da casca por unidade de superfície de área..	35
3.5.6.4	Percentagem de casca.....	36
3.5.7	Qualidade interna do ovo.....	36
3.5.7.1	Unidade Haugh.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Produção média de ovos.....	37
4.2	Consumo médio de Ração.....	41
4.3	Conversão alimentar por massa de ovos.....	47
4.4	Peso médio do ovo.....	51
4.5	Percentagem de perda de ovos.....	53
4.6	Peso específico.....	56
4.7	Espessura da casca.....	62
4.8	Peso da casca por unidade de superfície de área.....	65
4.9	Percentagem de casca.....	68
4.10	Unidade Haugh.....	<u>72</u>
5	CONCLUSÕES.....	75
6	SUGESTÕES.....	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
	APÊNDICE	86

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
01 Composição química dos ingredientes.....	31
02 Composição das dietas experimentais.....	32
03 Médias gerais dos parâmetros avaliados nas fases inicial e final de postura	37
04 Produção média de ovos, segundo a forma de fornecimento do calcário e nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	38
05 Consumo médio de ração, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	44
06 Temperaturas máxima, mínima e média durante o período experimental	46
07 Conversão alimentar média, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	48
09 Peso médio de ovos, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	52
10 Perda de ovos, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, na fase inicial e final de postura.....	54

11	Peso específico do ovo, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário, e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.....	57
12	Espessura da casca do ovo, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	64
13	Peso da casca por unidade de superfície de área, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	67
14	Porcentagem de casca, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.....	70
15	Unidade Haugh, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário, e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.....	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Regressão da produção de ovos, por ave por dia, em função do nível de cálcio e a forma de fornecimento de calcário para a fase inicial de postura.....	39
2 Regressão da produção de ovos, por ave por dia, em função do nível de cálcio para a fase final de Postura.....	40
3 Regressão do consumo de ração, por ave por dia, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento de calcário para a fase inicial de postura.....	43
4 Regressão do consumo de ração, por ave por dia, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento de calcário para a fase final de postura.....	45
5 Regressão da conversão alimentar das aves, segundo o nível de cálcio para a fase inicial de postura.....	49
6 Regressão da conversão alimentar das aves, segundo o nível de cálcio para a fase final de postura.....	50
7 Regressão da perda de ovos segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento de calcário, para a fase inicial de postura.....	55
8 Regressão do peso específico do ovo, na segunda avaliação, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento de calcário para a fase final de postura.....	58

RESUMO

OLIVEIRA, Jeferson Eder Ferreira de. **Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e a qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura.** Lavras: UFLA, 1995. 102p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)*.

Foram utilizadas 1080 poedeiras pós-muda forçada, estando 540 na 7^a semana (fase inicial de postura) e outras 540 na 37^a semana pós-muda (fase final de postura). Objetivando avaliar os efeitos dos níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário sobre o desempenho das aves e qualidade dos ovos, as quais foram submetidas, simultaneamente, às variações no nível de cálcio (3,4; 3,8 e 4,2%) e formas de fornecimento de calcário (100% de calcário pulverizado; 50% de calcário pulverizado mais 50% de calcário com partículas grandes, 50% de calcário pulverizado mais 50% de calcário com partículas grandes, sendo estas colocadas diretamente no comedouro às

* Orientador: Benedito Lemos de Oliveira. Membros da banca: Egladson João Campos, Antônio Gilberto Bertechini e Antônio Soares Teixeira.

18 horas). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 3 x 3 x 7 (níveis de cálcio x forma de fornecimento de calcário x semanas); 3 x 3 x 2 (níveis de cálcio x forma de fornecimento de calcário x avaliações); com 5 repetições tendo 12 aves por unidade experimental, para cada uma das fases de produção. As avaliações foram feitas ao final da 4^a e 7^a semana experimental, tomando-se amostras, de cada parcela experimental, da produção das últimas 24 horas. Foram avaliados os parâmetros de desempenho e qualidade do ovo (externa e interna). De acordo com os resultados obtidos, conclui-se: O desempenho das poedeiras e a qualidade da casca dos ovos pós-muda, declinaram, acentuadamente, com a idade das aves, independente dos níveis de cálcio ou granulometrias da fonte de cálcio utilizada. A utilização de calcário com partículas grandes (2 a 4 mm de diâmetro), na fase final de postura, melhorou a qualidade da casca do ovo. Na fase inicial de postura, calcário de partículas grandes fornecido na comedouros e nível alto de cálcio, reduziram as perdas de ovos. Em ambas as fases de postura, a qualidade do albúmen não se alterou com os níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário.

SUMMARY

LEVEL OF CALCIUM AND FEED FORM OF LIMESTONE ON THE EGG QUALITY OF LAYING HEN IN THE SECOND CICLE

A total of 1080 Laying hens were used, being 540 laying hens in the 7th week post molt (initial phase) and 540 laying hens in the 37th week post molt (finish phase). All laying hens for each phase received simultaneously 3.4; 3.8; and 4.2% levels of calcium, from limestone acord to following forms: (100% pulverized limestone; 50% pulverized limestone more 50% particle size limestone included in diet and 50% pulverized limestone more 50% particle size limestone added in diet at 6:00 PM). With the objective to evaluate the effects of level of calcium and feeding form limestone on laying hens performance and egg quality. In each laying phase was used the randomized experimental design in the factorial scheme 3 x 3 x 7 (level of calcium x limestone feeding form x weeks); 3 x 3 x 2 (level calcium x limestone feeding form x evaluations), with 5 replicates and 12 hens in each experimental unit. It was evaluated data performance and egg quality for each phase output. According to the results it was concluded that the age of laying hens reduced the output and egg quality parameters. The limestone particle size improvement the egg shell quality in the end phase. In the initial phase the

limestone particle size provided at 6:00 PM reduced the egg losses. In both phases of laying the internal egg quality was not affected by calcium level and feeding limestone in any form.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da casca do ovo tem sido intensivamente estudada, pois ainda continua sendo um dos maiores problemas para os produtores de ovos e outros setores envolvidos nesta atividade, atingindo até o consumidor.

As poedeiras atuais atingem altíssima produção devido ao melhoramento genético ao longo dos anos, modificando as exigências nutricionais, inclusive de cálcio, que tem uma grande demanda e é necessário à produção e boa qualidade dos ovos.

Para o primeiro ciclo de postura a literatura tem informações sobre vários fatores envolvidos com a qualidade do ovo. No entanto, há uma carência de informações sobre as exigências nutricionais das poedeiras para o segundo ciclo de produção (Oliveira, 1993).

Sabe-se que o declínio na qualidade da casca pode ser causado por vários fatores, mas a idade é fator limitante tanto

para poedeiras no final do primeiro ciclo como no segundo ciclo de postura.

Atualmente um grande número de produtores tem aproveitado as poedeiras por mais um ciclo de produção devido a algumas vantagens. No Brasil, em 1993, havia mais de 22 milhões de poedeiras mudadas (Miyano, 1993), agravando os problemas de qualidade dos ovos. Sabe-se que após muda forçada, a qualidade dos ovos melhora temporariamente, seguindo-se intenso declínio. Somente a baixa qualidade da casca é a responsável por perdas que variam de 6 a 8 % dos ovos postos (Roland, 1977), e destes, 13 a 20% são quebrados ou perdidos antes do destino final, conforme mostram vários trabalhos de pesquisa.

Por causa disto, atenção especial tem sido dada a fatores que interferem na qualidade da casca dos ovos, como: os níveis de cálcio, a granulometria e solubilidade das fontes de cálcio, além do horário de fornecimento do cálcio suplementar. Estes estudos têm sido desenvolvidos preferencialmente com poedeiras no primeiro ciclo de postura.

Com a finalidade de direcionar estudo de cálcio às poedeiras de segundo ciclo, foi utilizada uma linhagem de poedeiras comerciais leves Hy Line W-36 em dois grupos distintos

do segundo ciclo de postura, sendo o primeiro grupo da 7^a a 14^a semana e o 2^o grupo da 37^a a 44^a semana pós-muda forçada.

Estudaram-se os efeitos de níveis de cálcio, tamanho da partícula do calcário e horário de fornecimento do cálcio suplementar em duas fases diferentes do segundo ciclo de produção sobre o desempenho e a qualidade do ovo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Funções e metabolismo do cálcio na formação da casca do ovo.

O cálcio é um dos minerais mais abundantes na natureza, sendo responsável por várias funções biológicas no organismo e é um dos mais importantes para manter a produção das poedeiras.

Importância especial tem sido dispensada ao cálcio, em virtude de ser o maior nutriente envolvido na calcificação da casca do ovo. Sabe-se que um ovo apresenta de 5,5 a 6,0g de casca, que é constituída de 90% de matéria mineral, formada em sua maioria (98%) por carbonato de cálcio (Mendonça Jr, 1993 e Caceres, 1994).

A capacidade de utilizar o cálcio dos alimentos varia de indivíduo para indivíduo (Harper, 1973). Vários são os fatores que podem influenciar a absorção deste mineral, como, por exemplo: Nível de proteína, quelatos, pH, fosfatos, ácido graxos

livres, vitamina D, fósforo, zinco e algumas inter-relações, bem como também o estado sanitário dos animais.

Vários mecanismos complexos envolvem o metabolismo do cálcio no organismo, tanto o proveniente do alimento quanto o da medula óssea.

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 (Berne e Levy, 1988) citados por (Rutz, 1994).

A habilidade das aves de produzirem ovos com casca de boa qualidade, depende largamente da disponibilidade de cálcio do alimento ingerido e do esqueleto (Farmer e Roland, 1983; Farmer, Roland e Clark, 1986). Estudos feitos por Farmer, Roland e Clark (1986), relataram que as cascas que têm grande percentagem de cálcio ósseo apresentaram baixa qualidade.

O cálcio do alimento é transportado pelo plasma sangüíneo sob duas formas: o cálcio iônico ou livre e o ligado a uma fosfolipoproteína chamada 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

imediate transformação do cálcio ligado em cálcio livre (Mendonça Júnior, 1992). O cálcio ionizado pode ser utilizado para formação da casca, reserva óssea ou excretado. Quando a galinha 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 formação da casca (Mendonça Jr., 1993). Este processo é controlado pelo hormônio estradiol (estrógeno), enquanto que o processo contrário, ou seja, a produção do hormônio da paratireóide estimula a reabsorção óssea de cálcio, excreção de fosfatos auxiliando na manutenção do nível de bicarbonato e conseqüentemente reduzindo a acidez que ocorre durante este processo (Bertechini, 1989), além de aumentar a produção de $1,25(\text{OH})_2\text{-D}_3$ que aumentaria a absorção de cálcio pelo intestino, processo este que é suprimido pela calcitonina. Ainda durante este processo, tem-se alto nível de cálcio sangüíneo, ocasionando aumento da excreção de fosfato pelos rins.

O mecanismo pelo qual um controle preciso é exercido sobre o ovário não é conhecido, principalmente porque o conhecimento das gonadotropinas está restrito inteiramente ao Hormônio Luteinizante (LH). Informação semelhante é que o LH é necessário à gonadotropina envolvida com o desenvolvimento folicular (FSH) e, se estiver disponível, isto ajuda a entender o

envolvimento do baixo nível de cálcio sobre a regulação da atividade ovariana, por este caminho. Por isso, Gilbert, et al. (1981) concluíram que o principal mecanismo controlado pelo baixo nível de cálcio envolve a regulação do número de ovulações, (o número de ovos).

O nível de cálcio plasmático, antes do início da postura, encontra-se em torno de 10mg/100ml; porém, durante a fase de postura, este nível pode aumentar até 30mg/100ml, devido ao maior nível da vitelogenina (Mendonça Jr, 1992).

A fragilidade esquelética devido a osteoporose, associada à idade, é um dos maiores problemas dos mamíferos, e, também, em poedeiras velhas. A osteoporose se desenvolve nas poedeiras devido à grande demanda de cálcio para a formação da casca do ovo. Há declínio nas reservas de cálcio dos ossos, causando considerável redução na qualidade da casca dos ovos em poedeiras com mais de 500 dias de idade (Abe et al., 1982).

2.2 Influência da idade da ave sobre o desempenho e qualidade do ovo.

É sabido que um severo decréscimo na qualidade da casca do ovo está relacionado com a idade da galinha, sendo o maior problema no melhoramento de poedeiras, como relatam Abe et al.

(1982). A razão pelo declínio na qualidade da casca devido a idade tem sido um problema desde o início da indústria de ovos (Roland, Putman e Hilburn, 1978).

Sobre isto Peterson (1965) citado por Roland (1984), destaca três importantes suposições que são: (1) a habilidade na absorção de cálcio diminui com a idade; (2) diminuição da habilidade de mobilização do cálcio esquelético e (3) o aumento no tamanho dos ovos com o passar da idade e uma deposição constante de cálcio na casca. Porém, Roland, Putman e Hilburn (1978) indicaram que os dois primeiros fatores não estão corretos e que o último sim, resulta no declínio da qualidade da casca. Isto está coerente com os resultados anteriormente obtidos por (Roland, Sloan e Harms, 1975).

↗ A muda forçada é uma técnica muito utilizada em aves velhas, com baixa produção e cascas de baixa qualidade. Esta prática visa a melhorar estes pontos, permite que as aves velhas descansem por um determinado período, proporcionando uma recuperação orgânica capaz de restabelecer tanto uma boa produção como a qualidade dos ovos. Esta técnica proporciona sensível melhoria na qualidade dos ovos, tanto interna quanto externa. Esta condição permanece relativamente uniforme por 12 a 16 semanas, conforme Oliveira (1992) e Miyano (1993), podendo ser

comparada com a qualidade dos ovos entre o 5º e 6º mês do primeiro ciclo de postura (Swanson e Bell, 1971). Após 16 semanas a qualidade declina acentuadamente até o final do ciclo de postura. Em seus estudos, Britton (1977) relatou a ocorrência de efeito sobre a membrana da casca, que se reduziu com o avanço da idade, resultando em ovos com menor peso, espessura e percentagem de casca. A idade da galinha influencia a qualidade da albumina que diminui durante a evolução do ciclo normal de produção dos ovos (Moreng e Avens, 1990). Vários outros autores, como, Len, Abplanalt e Johnson (1964); Noles (1966) e Nordstron (1982) encontraram melhoria na qualidade do albúmen (UH) pós-muda forçada.

As poedeiras, pós-muda, apresentam uma excelente produção de ovos dos tipos grande e extra com o peso médio acima de 65g (Oliveira, 1992). Também, Swanson e Johnson (1973) relataram que quanto maior o ovo, maior é a quebra, sendo que 45% do total dela ocorrem com ovos extra-grandes e 27,7% com ovos grandes.

Garlich et al. (1984), avaliando os parâmetros sangüíneos e de qualidade de casca em poedeiras de primeiro ciclo e pós-muda, relataram que há uma redução da produção no primeiro ciclo de postura, que é recuperada parcialmente após a muda

forçada. Relataram, também, que o peso da casca foi superior para os ovos postos logo após a muda, enquanto a espessura da casca na 83ª semana foi semelhante à da 31ª semana do primeiro ciclo.

Roland, Putman e Hilburn (1978) fizeram comparações entre galinhas de 8 e 19 meses de idade e observaram que a idade não teve efeito sobre a habilidade das galinhas em manter a qualidade da casca quando submetidas a curtos períodos de deficiência de cálcio. Esses mesmos autores comentaram que as aves novas foram mais sensíveis à deficiência de cálcio do que as aves velhas. Comparando idades também, Elaroussi et al. (1994) estudaram a homeostase do cálcio em poedeiras jovens e velhas e concluíram que o aumento na quebra de ovos com casca fina em poedeiras velhas pode ter como causas as desordens associadas ao mecanismo de homeostase do cálcio e metabolismo da vitamina D₃. Estas observações concordam com as de Abe et al. (1982) ao relatarem, também, que as poedeiras novas foram mais sensíveis à restrição de cálcio que as poedeiras velhas. Estes mesmos autores, estudando desordens no metabolismo de colicalciferol em poedeiras velhas, divididas em três grupos de idades 235, 638 e 845 dias, observaram que nas poedeiras velhas, 638 e 845 dias, o peso, espessura e resistência da casca diminuíram

significativamente com a idade, resultando num aumento na quebra de ovos ou ovos com casca mole.

Citados por Berry e Brake (1991), Wasserman e Taylor (1966), relataram a existência de uma proteína carreadora chamada de Calbindin-28K (Calbindin) e encontrada relativamente em grande quantidade no duodeno (Fullmer et al., 1976) e na glândula da casca do ovo. Por isso, Berry e Brake (1991) comentaram que o declínio na calcificação da casca do ovo em aves velhas pode ser uma manifestação da redução na concentração dessa proteína.

Trabalhos realizados por Al-Batshan et al. (1994) com 6 grupos de aves em idades diferentes (37, 45, 51, 58, 66 e 72 semanas de idade), constataram que o peso da casca teve um aumento entre 165 e 335 dias de idade, porém houve redução após 445 dias de idade. Verificaram, também, que apesar de ter havido aumento no peso da casca, sua percentagem diminuiu com o avanço da idade das aves. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Izat, Gardner e Mellor (1985), quando estudaram o efeito da idade e estação do ano sobre a qualidade da casca.

2.3 Efeito do nível de cálcio sobre a qualidade do ovo

As necessidades de cálcio e fósforo para poedeiras têm sido constantemente estudadas pelos nutricionistas em todo o mundo. Roland (1986a) fez uma extensa revisão de literatura e mostrou que as necessidades de fósforo de 1960 para 1984 caíram de 429mg/ave/dia, para 350mg/ave/dia. Ao contrário, as exigências nutricionais de cálcio aumentaram cerca de 65%, de 2,27g em 1944 para 3,75g de Ca/ave/dia em 1984. Relatou ainda que as poedeiras comerciais necessitam, no mínimo, 3,75g de Ca/ave/dia entre 37^a e 52^a semanas de idade, e depois da 53^a semana devem receber de 4,0 a 4,25g de Ca/ave/dia. O consumo de cálcio deveria aumentar 1g/ave/dia dependendo da idade e da severidade dos problemas de casca.

Geralmente, a deficiência de cálcio é a causadora de cascas finas e redução na produção de ovos (Scott, Hull e Mullenhoff, 1971). Contudo, há controvérsias sobre o excesso de cálcio. Keshavarz e Nakajima (1993) relataram que poedeiras podem ingerir 6g Ca/ave/dia sem causar prejuízos no seu desempenho. Porém, Scott, Hull e Mullenhoff (1971), avaliando seis níveis de cálcio em dietas de poedeiras em três experimentos conduzidos, um na 26^a semana de idade, um no verão e outro durante um ciclo de

postura inteiro, relataram que o nível de 3,5% de cálcio atendeu às necessidades para uma máxima produção e qualidade do ovo quando somente o calcário em pó foi a fonte de cálcio. O nível de 2,8% foi inadequado e causou aumento no consumo e redução na qualidade da casca. O nível de 5% foi excessivo e reduziu o consumo e produção de ovos sem melhorar a qualidade da casca além da obtida com 3,5% de cálcio.

✓ Pesquisas feitas por Roland, Putman e Hillburn (1978), para avaliar a influência da idade sobre a habilidade de poedeiras em manter a qualidade da calcificação da casca do ovo quando submetidas a dietas com baixos níveis de cálcio 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. Os parâmetros peso específico e peso da casca, foram reduzidos significativamente com redução no nível de cálcio dietético, em ambas as faixas de idade.

Cheng e Coon (1990b) observaram maior peso de cascas para as aves que foram alimentadas com níveis de Ca de 4,0 e 4,5g/ave/dia, mas o nível de consumo de 4,0g/dia não expressou o melhor efeito sobre o peso específico, quando comparado com os níveis de 3,5 e 4,5g/dia. Tanto os resultados de espessura e peso

de casca por unidade de área tenderam a aumentar com a elevação do nível de consumo de cálcio dietético. Essa informação indica que a quantidade de cálcio de 3,75g/ave/dia, recomendado pelo NRC (1984) e Roland (1986a,b), é adequada para plantéis de galinhas poedeiras de alta produção. Contudo, o aumento no nível de cálcio com o avanço da idade é recomendado, sendo uma prática adotada por muitos avicultores (Roland, 1986b).

copiar Comparando três níveis de cálcio, Kuhl, Holder e Sullivan (1977) verificaram uma maior resistência à quebra de cascas, quando as aves foram alimentadas com dietas contendo 3,5% de cálcio do que aquelas que foram alimentadas com 2,5% ou 3,0% de cálcio, semelhante ao obtido por Teixeira (1982).

copiar Recentemente, Clunies, Emslie e Leeson (1992) relataram que aumento no cálcio dietético de 3,5 para 4,5% melhorou a qualidade da casca, em um experimento de curta duração. No entanto, Keshavarz e Nakajima (1993) verificaram que o aumento no nível de cálcio dietético de 3,5 para 4,0%, causou pequeno aumento, mas não significativo, sobre o peso específico em cada fase e durante o experimento inteiro.

Estudando níveis de 2,75 a 4,25% de cálcio sobre a resistência da tíbia e qualidade da casca do ovo de poedeiras durante o pico de produção, Frost e Roland (1991) observaram um

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.

Rao e Roland (1990) desenvolveram três trabalhos para determinar interações entre o tamanho da partícula, solubilidade do calcário, *in vitro*, e "status" de cálcio da ave e observaram que vários fatores influenciam a solubilização do calcário. Esta observação, que também foi feita por Rao e Roland (1989), é que o nível de cálcio e tamanho da partícula da fonte de cálcio influenciam a solubilização no sistema digestivo das aves. Em todos os experimentos, a percentagem de solubilização e retenção do cálcio diminuiu quando o nível de cálcio foi aumentado. 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.

Makled e Charles (1987), estudando a influência do bicarbonato de sódio e outras fontes de cálcio e fotoperíodo sobre a qualidade da casca do ovo, observaram que a qualidade interna do ovo, medida em Unidade Haugh, foi significativamente maior quando o calcário pulverizado foi a única fonte dietética de cálcio.

2.4 Efeito do tamanho da partícula do calcário sobre a qualidade da casca do ovo.

Desde o final do século passado, é prática comum fornecer calcário diretamente às galinhas poedeiras para manter uma boa qualidade da casca do ovo (Collier, 1892; Buchner e Martin; 1920; Halpin e Hayes, 1922) citados por Roland (1986b). Calcário e casca de ostra foram as primeiras e continuam sendo as fontes, mais comuns de cálcio alimentar para galinhas poedeiras, embora várias outras fontes tem sido testadas (Roland e Harms, 1973).

Collier A substituição de calcário pulverizado por uma parte do calcário granulado melhorou a resistência da casca do ovo (Scott, Hull e Mullenhoff, 1971; Miller e Sunde, 1975; Watkins, Dilworth e Day, 1977; Kuhl, Holder e Sullivan, 1977 e Teixeira, 1982).

Brister, Linton e Creger (1981), trabalhando com várias fontes de cálcio e tamanho da partícula para poedeiras em alta produção, concluíram que a adição de partículas grandes de casca de ostra feita ao entardecer em substituição a parte da fonte de calcário pulverizado, melhorou a qualidade da casca do ovo quando as aves estavam consumindo quantidade adequada de cálcio (3,75g/ave/dia), coincidindo com os resultados obtidos por Roland

(1986b). Esses mesmos autores também relataram que a espessura e a porcentagem de casca, bem como o peso específico oriundo de dietas contendo 1/3 de partículas grandes de casca de ostra, como fonte suplementar de cálcio, foram significativamente maiores quando comparados com ovos oriundos de dietas contendo somente calcário pulverizado.

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, pois com esta combinação observou-se uma produção de ovos com boa qualidade de casca, um menor índice de perdas sem afetar as demais medidas de produção. Proporções iguais foram recomendadas por Scott, Hull e Mullenhoff (1971).

Uma ampla revisão sobre fontes e tamanho das partículas de calcário para poedeiras pós-muda forçada foi feita por Roland (1986b), que não encontrou definição de melhor proporção de calcário de partículas grandes e pulverizado, porém, muitos trabalhos recomendaram o uso de aproximadamente 2/3 de calcário sob a forma de partículas grandes e 1/3 como calcário pulverizado e vice versa.

Segundo Hartman (1993), uma combinação de 5,05% de calcário pulverizado e 3,3% de casca de ostra na dieta de

poedeiras comerciais pós-muda forçada teve uma melhoria significativa na qualidade da casca na 27^a e 28^a semana de idade, e melhorou resistência da casca a quebras, quando comparada com a dieta que continha 8,3% de calcário pulverizado.

Guinotte e Nys (1991), estudando o efeito do tamanho da partícula e origem das fontes de cálcio sobre a qualidade da casca e mineralização do osso em poedeiras com 77 semanas de idade, observaram que as aves alimentadas com dietas contendo partículas grandes de calcário tiveram ovos maiores e mais pesados quando comparados com os ovos das aves que receberam dietas contendo calcário pulverizado ou cascas de ostra. Esses autores também relataram que os ovos de poedeiras que foram alimentadas com dietas contendo somente calcário pulverizado tiveram menor resistência à quebra do que os demais. No entanto, concluíram que a origem das fontes e tamanho das partículas tiveram pouco efeito sobre a qualidade da casca.

Hamilton, Fairful e Gowe (1985), avaliando o uso de calcário e casca de ostra para poedeiras comerciais, constataram que, em geral, os índices de Unidades Haugh foram menores para os ovos das aves que receberam casca de ostra.

Rao e Roland (1990), avaliando a influência do tamanho da partícula sobre a solubilização, *in vivo* pelas poedeiras,

relataram que as aves que receberam ração com calcário de partículas grandes tiveram maior percentagem de cálcio solubilizado e retido quando comparado com as aves que consumiram calcário pulverizado.

A hipótese para explicar o aumento no cálcio retido em aves alimentadas com calcário de partículas grandes, comparado com aves alimentadas com calcário pulverizado, seria que o calcário de partículas grandes permaneceria por mais tempo na moela (Scott, Hull e Mullenhof, 1971) podendo ser gradualmente liberado para o intestino (Rao e Roland, 1990 e 1992).

Cheng e Coon (1990a), avaliando o efeito do calcário de diferentes solubilidades sobre o desempenho das aves e qualidade da casca do ovo para poedeiras com 72 semanas de idade, sugeriram que em consumo adequado de calcário, uma parte dele sob a forma de partículas grandes, não afeta a produção nem a qualidade da casca, quando o cálcio era de fontes de alta solubilidade.

Avaliando o efeito da variação do cálcio dietético sobre a produção de aves domésticas, Gilbert et al. (1981) relataram que a diminuição do consumo pode não afetar acentuadamente a redução da função do ovário; ao contrário, a redução no consumo pode ser o resultado da baixa atividade ovariana e menores exigências para a produção da gema e albúmen.

Em suas pesquisas, Muir, Gerry e Harris (1975) avaliaram o efeito de várias fontes e tamanho da partícula de carbonato de cálcio sobre a qualidade do ovo, da 25^a a 27^a semana de idade das aves e não encontraram efeito significativo da fonte suplementar de cálcio sobre a qualidade do albúmen em nenhuma das idades.

Ainda usando calcário granulado ou casca de ostra na dieta de poedeiras comerciais Hamilton, Fairfull e Gowe (1985) verificaram que as Unidades Haugh foram significativamente menores aos 240 e 450 dias de idade, com fornecimento de calcário pulverizado, mas foram maiores aos 240 dias para aves suplementadas com casca de ostra, comparadas com aquelas que receberam a dieta controle.

copy Utilizando partículas de calcário de quatro tamanhos diferentes, para poedeiras pós-muda forçada e objetivando avaliar a taxa de retenção na moela Rao e Roland (1992), relataram que a substituição de 2/3 do calcário pulverizado por calcário de partículas grandes já vem sendo usada há muitos anos pela indústria avícola; contudo, a substituição parcial por partículas grandes de calcário para poedeiras, pode não promover melhoras sobre a qualidade da casca, quando as aves estão sob condições ótimas. Sugerem que partículas grandes de calcário podem ser

benéficas sob situações adversas que reduzem o consumo ou a disponibilidade de cálcio.

2.5 Efeito do horário de fornecimento do calcário sobre a qualidade da casca do ovo.

Um outro fator que influencia a qualidade da casca e merece destaque é o momento de ingestão da fonte de cálcio.

Em seus estudos, Roland (1984) demonstrou que as galinhas tornam-se deficientes em cálcio durante à noite, quando a formação da casca é mais intensa. Normalmente nesse horário, as aves não têm o cálcio à sua disposição para ser absorvido, recorrendo assim, aos depósitos ósseos que, no caso de poedeiras em alta produção, esgotam-se rapidamente. Esse problema pode ser solucionado fornecendo-se às aves, à tarde, dietas contendo carbonato de cálcio com partícula de tamanho maior, de modo que sua permanência no trato digestivo seja prolongada. O processo de calcificação inicia-se ao redor das 14 horas e ocorre principalmente na segunda metade de sua permanência no útero, ou seja, continuando durante a noite, para que haja a postura do período da manhã (Sugahara, 1993).

O momento mais importante para que a galinha receba cálcio é durante a tarde; contudo, foi verificado que poedeiras alimentadas com partículas grandes de carbonato de cálcio, à tarde e à livre escolha das partículas, foi parcialmente eficaz no sentido de prover cálcio suplementar à noite para calcificação da casca (El-Boushy, 1985).

Dependendo do horário de fornecimento da ração, podem ocorrer mudanças na forma de seu consumo pelas poedeiras. A permanência de cálcio no intestino delgado altas horas da noite, até as primeiras horas da manhã, implica em arrastar ao por do sol (Sugahara, 1992).

Segundo El-Boushy (1985), existe um mecanismo que explica o efeito benéfico da alimentação à tarde sobre a qualidade da casca. A rota que o cálcio percorre até a casca para as aves alimentadas durante a manhã é via intestino delgado para o sangue, para o osso, para depois passar para a glândula da casca, e, finalmente, para a casca. As galinhas alimentadas com cálcio na hora da calcificação da casca, poderiam depositar o cálcio diretamente sobre a casca do ovo, via sangue, deixando de passar pelo osso (Caceres, 1994 e Roland, 1984).

Estudando o metabolismo de cálcio em matrizes pesadas, Farmer e Roland (1983) relataram que poedeiras que foram

alimentadas mais tarde apresentaram melhoria significativa na qualidade da casca, nas medidas de peso específico e peso dos ovos.

Farmer, Roland e Clark (1986) avaliaram a influência da hora de ingestão de cálcio e concluíram que as aves que receberam cálcio à tarde em comparação com as aves que receberam cálcio pela manhã, utilizaram significativamente melhor o cálcio dietético do dia para formação da casca. A habilidade das aves em utilizar mais eficientemente o cálcio entubado (ingestão forçada) à tarde parece ser influenciada pela presença de um ovo no útero, antes da ovulação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, o qual localiza-se na Região Sul do Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 900 metros, tendo como coordenadas geográficas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude WGr.

O período experimental foi de 22 de maio a 09 de julho de 1994, correspondendo a 7 semanas.

3.2 Aves, instalações e manejo

Foram utilizadas 1080 poedeiras comerciais da linhagem Hy Line W-36, amostradas aleatoriamente de dois plantéis comerciais de 51.000 aves cada, dos quais foram retiradas duas

amostras de 540 aves, constituindo assim o material experimental. No 1º grupo, as poedeiras encontravam-se na 4ª semana pós-muda forçada (fase inicial de postura) e no 2º grupo encontravam-se na 34ª semana pós-muda forçada (fase final de postura). O experimento iniciou-se quando houve o reinício da produção de todas as parcelas, época em as aves estavam na 7ª semana pós-muda (fase inicial) e 37ª semana (fase final).

Foram alojadas 3 aves por gaiola, medindo 25 x 45 x 40 cm, em um galpão convencional de postura.

As aves foram adequadamente manejadas e alimentadas durante o primeiro ciclo de postura. Na 72ª semana de idade os dois plantéis passaram por muda forçada segundo Oliveira (1981), após vacinações contra Bronquite Infecciosa e Doença de New Castle.

A ração foi fornecida à vontade, duas vezes ao dia, e a água era corrente e constante.

As aves receberam iluminação artificial durante a fase de postura, num total de 17:00 horas de luminosidade por dia.

As anotações de consumo de ração, ovos íntegros, quebrados, sem casca e com casca mole, foram feitas diariamente, por parcela, em fichas apropriadas, sendo feita a colheita de

ovos às 11:00 e 17:00 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso de todos os ovos íntegros de cada parcela. Os parâmetros de qualidade dos ovos foram medidos em duas avaliações, sendo uma na 4^a e outra na 7^a semana experimental. A temperatura ambiente foi registrada diariamente.

3.3 Delineamento experimental

3.3.1 Desempenho das aves

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 x 7 (níveis de cálcio x forma de fornecimento do calcário x semanas), com 5 repetições e 12 aves por parcela experimental, para cada fase da postura.

O modelo matemático ficou assim constituído:

$$Y_{ijkl} = \mu + N_i + F_j + S_k + (NF)_{ij} + (NS)_{ik} + (FS)_{jk} + e(ijk)_l$$

onde:

Y_{ijkl} = valor observado relativo as aves que receberam o nível de cálcio i e forma de fornecimento do calcário j na semana K e repetição l ;

μ = média geral:

N_i = efeito do nível de cálcio i , onde $i = 1, 2, 3$;

F_j = efeito da forma de fornecimento do calcário j , onde $j = 1, 2, 3$;

S_k = efeito da semana k , onde $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$;

$(NF)_{ij}$ = efeito da interação do nível de cálcio i com a forma de fornecimento do calcário j ;

$(NS)_{ik}$ = efeito da interação do nível de cálcio i com a semana k ;

$(FS)_{jk}$ = efeito da interação da forma de fornecimento do calcário j com a semana k ;

$e(ijk)_1$ = erro associado a cada observação.

3.3.2 Qualidade da casca

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$ (níveis de cálcio \times forma de fornecimento do calcário \times avaliação), com 5 repetições e 12 aves por parcela experimental, para cada fase de postura.

O modelo matemático foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + N_i + F_j + A_k + (NF)_{ij} + (NA)_{ki} + (FA)_{jk} + e(ijk)_l$$

onde:

Y_{ijkl} = valor observado relativo as aves que receberam o nível de cálcio i e forma de fornecimento do calcário j na avaliação k e repetição l ;

μ = média geral:

N_i = efeito do nível de cálcio i , onde $i = 1, 2, 3$;

F_j = efeito da forma de fornecimento do calcário j , onde $j = 1, 2, 3$;

A_k = efeito da avaliação k , onde $k = 1, 2$;

$(NF)_{ij}$ = efeito da interação do nível de cálcio i com a forma de fornecimento do calcário j ;

$(NA)_{ik}$ = efeito da interação do nível de cálcio i com a avaliação k ;

$(FA)_{jk}$ = efeito da interação da forma de fornecimento do calcário j com a avaliação k ;

$e(ijk)_l$ = erro associado a cada observação.

3.3.3 Idade das aves

As diferenças entre as idades seguiram o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + e(i)_j$$

onde:

Y_{ij} = valor observado relativo às aves da repetição j na fase i de postura;

μ = média geral;

F_i = efeito da fase i , onde $i = 1, 2$;

$e(i)_j$ = erro associado a cada observação.

Os dados observados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o pacote computacional SAEG (Sistema para Análise Estatística), descrito por Euclides (1983). Os dados descritos em percentagens foram transformados por arco seno $\sqrt{x/100}$, para depois serem submetidos à análise de variância. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey, regressão para níveis e para idade utilizou-se o Teste F.

3.4 Tratamentos e dietas experimentais

As dietas foram preparadas à base de milho e farelo de soja, segundo as recomendações de Rostagno et al. (1992) e apresentaram três formas de fornecimento do calcário, calcário

pulverizado (CP), calcário com partículas grandes inclusas na dieta (CI) e calcário com partículas grandes fornecido no comedouro às 18:00 horas (CF), e três níveis de cálcio (3,4; 3,8 e 4,2%) sendo utilizadas para as duas fases de idade das aves.

A composição química dos ingredientes e das dietas experimentais encontra-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

A fração granulométrica do calcário utilizada para compor as dietas experimentais foi obtida através da peneiragem do calcário granulado. Utilizou-se todo o calcário que passou na peneira nº 5 e ficou retido na peneira nº 10 (ABNT), que correspondem a 4,00 e 2,00 mm de diâmetro, respectivamente.

Para que variasse somente a percentagem de cálcio e mantivesse constante o nível dos demais nutrientes das rações experimentais, utilizou-se areia quartzífera, isenta de cálcio (Teixeira, 1982).

Foram utilizados os seguintes tratamentos:

1. Ração com 3,4% de cálcio - 100% Calcário Pó (CP)
2. Ração com 3,4% de cálcio - 50% CP + 50% Calcário Granulado (CI)
3. Ração com 3,4% de cálcio - 50% CP + 50% Calcário Granulado adicionado a ração às 18 horas (CP)
4. Ração com 3,8% de cálcio - 100% CP

5. Ração com 3,8% de cálcio - 50% CP + 50% CG
6. Ração com 3,8% de cálcio - 50% CP + 50% CF
7. Ração com 4,2% de cálcio - 100% CP
8. Ração com 4,2% de cálcio - 50% CP + 50% CG
9. Ração com 4,2% de cálcio - 50% CP + 50% CF

TABELA 1. Composição química dos ingredientes.

INGREDIENTES	PROTEÍNA		CÁLCIO ³ (%)	MAGNÉSIO ³ (%)	FÓSFORO ³	FÓSFORO ³
	BRUTA ¹ (%)	EM ² (KCAL/KG)			TOTAL (%)	DISPONÍVEL (%)
Milho	8,95 ³	3416 ²	0,05 ³	-	0,15 ³	0,05 ²
Farelo de soja	45,74 ³	2283 ²	0,36 ³	-	0,54 ³	0,18 ²
Fosfato bicálcico	-	-	22,69 ¹	2,34 ¹	18,08 ¹	18,08 ²
Calcário pulverizado	-	-	38,05 ¹	0,11 ¹	-	-
Calcário granulado	-	-	38,06 ¹	0,13 ¹	-	-
Óleo vegetal	-	8786 ²	-	-	-	-

1 - Análise realizada no laboratório Multimix - Campinas

2 - Dados obtidos de Rostagno et al. (1982).

3 - Análise realizada no laboratório CEDAVI (Centro de Diagnóstico Avícola) - Belo Horizonte.

*7 col
9 Linhas.*

TABELA 2. Composição das dietas experimentais.

INGREDIENTES (%)	DIETAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3,4		3,8			4,2			
Milho	65,300	65,300	65,300	65,300	65,300	65,300	64,700	64,700	64,700
Farelo de Soja	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,600	22,600	22,600
Fosfato Bicálcico	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,480	1,480	1,480
Calcário Pulverizado	8,000	4,000	4,000	9,000	4,500	4,500	10,100	5,050	5,050
Calcário Granulado	--	4,000	4,000	--	4,500	4,500	--	5,050	5,050
Sal	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Suplemento Vitaminico ¹	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Suplemento Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Metionina 99 %	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Areia	2,190	2,190	2,190	1,190	1,190	1,190	0,400	0,400	0,400
Óleo Vegetal	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,078	0,285	0,285	0,285
TOTAL (Kg)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
COMPOSIÇÃO:									
EM (Kcal/Kg)	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Proteína Bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Metionina + Cistina (%)	0,585	0,585	0,585	0,585	0,585	0,585	0,585	0,585	0,585
Lisina (%)	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Fósforo Disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Fósforo Total (%)	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491
Vitamina D ₃ (UI/Kg) ³	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
1. Suplem. Vitaminico - Aves Postura (Roche): Vit. A - 32.000.000 U.I.; D ₃ - 8.000.000 U.I.; E- 40.000U.I; B ₁ - 8.000 mg; B ₂ - 8.000 mg; B ₆ - 8.000 mg; B ₁₂ - 40.000 mcg; K ₃ - 8.000 mg; Ác. Pantoténico- 40.000 mg; Ác. Nicotínico- 80.000 mg; Antioxidante- 10 g; Veículo q.s.p.- 1.000 g.									
2. Suplemento Mineral (Roche): Mn - 160.000 mg; Fe - 100.000 mg; Zn - 100.000 mg; Cu - 20.000 mg; Co - 2.000 mg; I - 2.000 mg; Veículo q.s.p. - 1.000 g.									

3.5 Parâmetros avaliados

3.5.1 Produção de ovos

A produção média de ovos a cada semana foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, inclusive os quebrados, trincados, sem casca e com casca mole, sendo expressa em percentagem sobre o número de aves da parcela.

3.5.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi anotado semanalmente, sendo as médias do consumo calculadas e expressas em g/ave/dia.

3.5.3 Conversão alimentar

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

3.5.4 Peso do ovo

Foram pesados todos os ovos íntegros produzidos no último dia de cada semana experimental, sendo os valores expressos em média de peso dos ovos produzidos por parcela.

3.5.5 Perdas de ovos

A relação entre ovos perdidos e o total de ovos produzidos no experimento, foi determinada e expressa como percentagem em cada tratamento. Reuniram-se nesta categoria todos os ovos quebrados, trincados e com casca mole.

3.5.6 Qualidade externa do ovo

Ao final da 4^a e 7^a semanas experimentais foram coletados 3 ovos de cada parcela, sendo estes pesados individualmente, com o objetivo de se determinar a qualidade externa e a interna do ovo, excetuando-se o peso específico, que foi avaliado com todos os ovos produzidos nas últimas 24 horas, de todas as parcelas.

3.5.6.1 **Peso específico**

Os ovos de todas as parcelas foram pesados individualmente e imersos em 9 soluções de NaCl com densidade variando de 1,068 a 1,100 g/cm³ e um gradiente de 0,004 entre elas, sendo determinado através de um densímetro.

3.5.6.2 **Espessura da casca**

As medidas da espessura da casca, incluindo a membrana, foram obtidas utilizando-se os três ovos amostrados em cada parcela, os quais após quebrados, tiveram suas cascas lavadas com água e secas ao ar, tomando a leitura de 3 pontos na região equatorial da casca dos ovos, expressos na média da parcela, utilizando-se um micrômetro da marca Starret, número 232M.

3.5.6.3 **Peso de casca por unidade de superfície de área**

Calculou-se o peso da casca por unidade de superfície de área, expresso em mg/cm², utilizando a fórmula $PCUA = [PC/3,9782 \times (PO^{0,7056})] \times 1000$, segundo Abdallah, Harms e El-Husseiny (1993), onde:

PC = peso da casca, PO = peso do ovo

3.5.6.4 Percentagem de Casca

Todas as cascas, após passarem pela medição da espessura da casca, foram secas em estufa a 65°C por 72 horas. O peso individual das cascas foi obtido em uma balança eletrônica, e relacionado com o peso do ovo, sendo expresso em percentagem.

3.5.7 Qualidade interna do ovo

3.5.7.1 Unidade Haugh

Todos os ovos utilizados para medir o peso e espessura da casca também foram utilizados para tomar as medidas de altura do albúmen, sendo avaliados pelo esterômetro tipo AMES S - 6428 (U.S.D.A. 1964). Os valores de Unidade Haugh foram calculados utilizando-se a fórmula abaixo apresentada por Card e Neshein (1968) e expressos na média da parcela.

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

UH = Unidades Haugh, A = altura do albúmen em milímetros,
P = peso do ovo em gramas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção média de ovos por ave por dia

A produção média de ovos foi influenciada significativamente ($P < 0,01$) pela idade da ave, diminuindo de 78,10% na fase inicial para 68,69% na fase final de postura (Tabela 3), estando esses resultados coerentes com a literatura.

TABELA 3. Médias dos parâmetros avaliados nas fases inicial e final de postura¹.

PARÂMETROS	FASE INICIAL	FASE FINAL
Produção de ovos (%)	78,10a	68,69 b
Consumo de ração (g)	113,98a	107,22 b
Conversão alimentar	2,24a	2,36 b
Peso do ovo (g)	65,82 b	66,45a
Perda de ovos (%)	2,46 b	7,47a
Peso específico	1,087a	1,082 b
Espessura da casca (mm)	0,403a	0,384 b
Casca (mg/cm ²)	77,27a	73,12 b
Casca (%)	8,89a	8,39 b
Unidade Haugh	82,24a	74,11 b

1 - Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem-se pelo Teste de F ($P < 0,01$).

Observa-se um efeito linear ($P < 0,01$) do nível de cálcio sobre a produção média de ovos da fase inicial de postura, que aumentou quando se utilizou 100% de calcário pulverizado (Figura 1). Esse efeito não foi observado para as demais formas de fornecimento de calcário, que atingiram maior postura com o nível de 3,8% de cálcio, mostrando claramente que o nível de cálcio pode ser reduzido quando se utiliza forma granulada de calcário (Tabela 4).

TABELA 4. Produção média de ovos, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹	PRODUÇÃO DE OVOS/AVE/DIA (%)							
	FASE INICIAL				FASE FINAL			
	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1 ²	77,75a	78,26ab	81,80a	78,94	67,92	70,54	67,52	68,66
2	74,89 b	77,65 b	75,77 b	76,10	67,00	71,99	68,98	69,32
3	78,73a	80,84a	78,24ab	79,27	67,20	67,71	69,18	68,18
Médias	77,12	78,92	78,27	78,10	³ 67,38	70,15	68,56	68,69

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e fase de postura, diferem-se pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

2 - Efeito Linear ($P < 0,01$).

3 - Efeito Quadrático ($P < 0,05$).

40
94

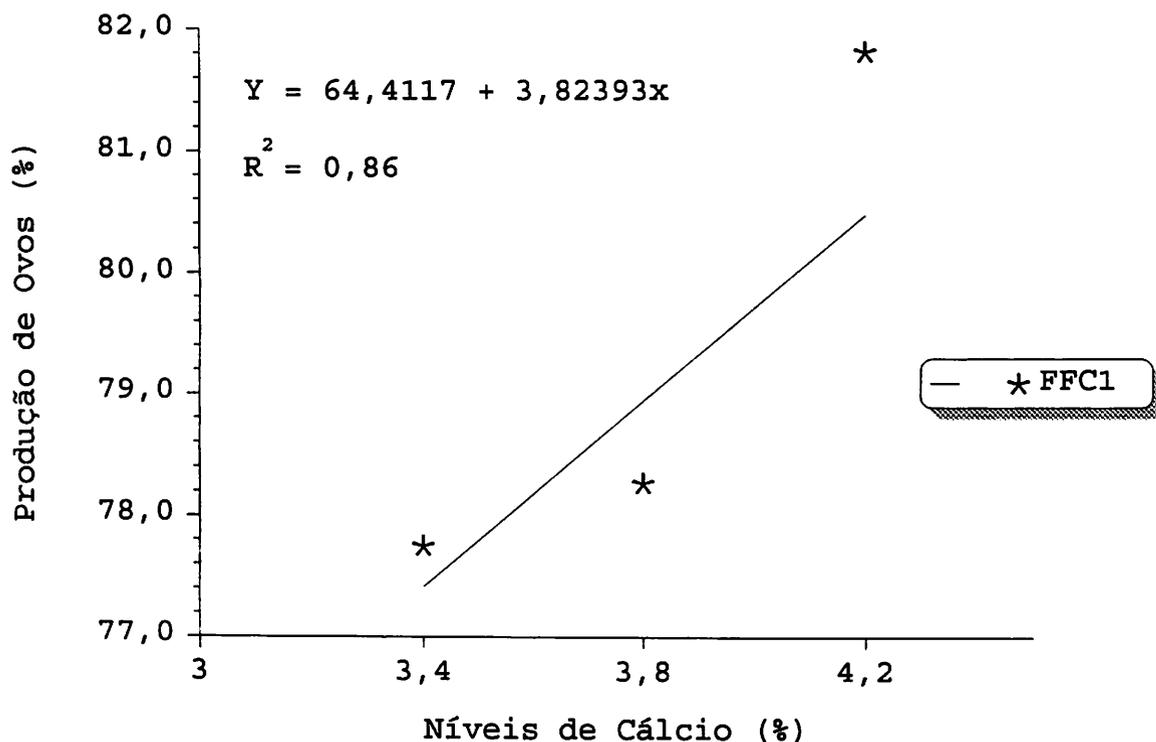


FIGURA 1. Regressão da produção de ovos, por ave/dia, em função do nível de cálcio para a fase inicial de postura.

Clunies, Emslie e Leeson (1992), também observaram efeito significativo na produção de ovos, quando utilizaram os níveis de 2,5; 3,5 e 4,5% de cálcio, sendo que o nível de 3,5% apresentou maior produção. No entanto, Frost e Roland (1991); Clunies, Park e Leeson (1992a) não observaram nenhum efeito dos níveis de cálcio sobre a produção dos ovos. Muir, Gerry e Harris, (1985) não encontraram diferenças na produção devido, aos níveis de cálcio.

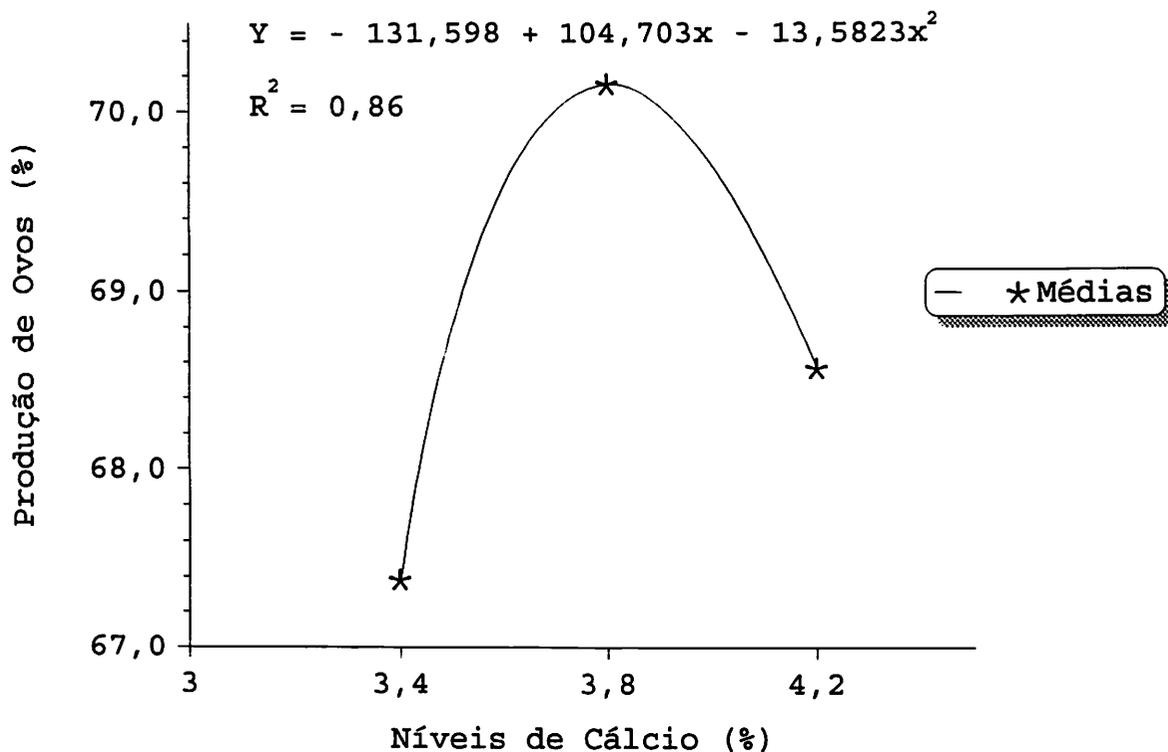


FIGURA 2. Regressão da produção de ovos por ave/dia, em função do nível de cálcio para a fase final de postura.

porém, relataram maior produção obtida com o nível de 4,75% desse elemento.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) do nível cálcio e fornecimento de calcário para fase inicial de postura (Tabela 4), mostrando um comportamento diferenciado entre os tratamentos. A utilização de cálcio com partículas grandes, fornecido às 18:00 horas, proporcionou maior produção de ovos nos níveis mais baixos de cálcio (3,4 e 3,8%), mas quando a ração continha

somente calcário pulverizado, a melhor produção foi obtida com os níveis mais altos (3,8 e 4,2% de cálcio).

Essa interação, segundo Rao e Roland (1990) interfere na percentagem de solubilização do calcário *in vivo* e retenção de cálcio pelas aves.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da forma de fornecimento de calcário, sobre a produção de ovos na fase final de postura (Tabela 4).

Cheng e Coon (1990b) não observaram efeito da fonte e do nível de cálcio sobre a produção, contudo, concluíram que a produção foi significativamente menor quando as aves foram alimentadas com calcário pulverizado. Esses mesmos autores não encontraram nenhum efeito sobre a produção, quando utilizaram calcário pulverizado de diferentes solubilidades. Guinotte e Nys (1991); Grizzle et al. (1992), também não observaram efeito significativo do tamanho da partícula, nem fonte do calcário sobre a produção.

4.2 Consumo médio de ração

Houve efeito significativo da idade ($P < 0,01$) sobre o consumo de ração, que foi maior para a fase inicial de postura,

113,97g/ave/dia, em relação à fase final de postura, que atingiu 107,22 g/ave/dia (Tabela 3).

Pelos resultados obtidos na fase inicial, observa-se que o nível de cálcio alterou o consumo médio ($P < 0,05$) das aves (Figura 5).

As aves que receberam o nível mais baixo de cálcio, na fase inicial de postura, apresentaram maiores médias de consumo (Tabela 5). Esses resultados confirmam àqueles encontrados por Watkins, Dilworth e Day (1977); Roland, Putman e Hilburn (1978); Teixeira (1982); Keshavarz (1986); Roland (1986a) e Rodrigues (1995). Trabalhos de Scott, Hull e Mullenhoff (1971), indicaram que níveis elevados de cálcio na dieta afetam o consumo e a produção. É possível que estes efeitos no consumo se devam a presença de outros fatores como o magnésio e o alto nível de carbonato, os quais interferem na palatabilidade (Caceres, 1994).

X Observa-se que, na fase inicial de postura, a forma de fornecimento de calcário reduziu significativamente ($P < 0,05$) o consumo médio de ração quando a dieta continha 4,2% de cálcio, apresentando menor consumo com a utilização de calcário com partículas grandes adicionado às 18 horas (Tabela 5).

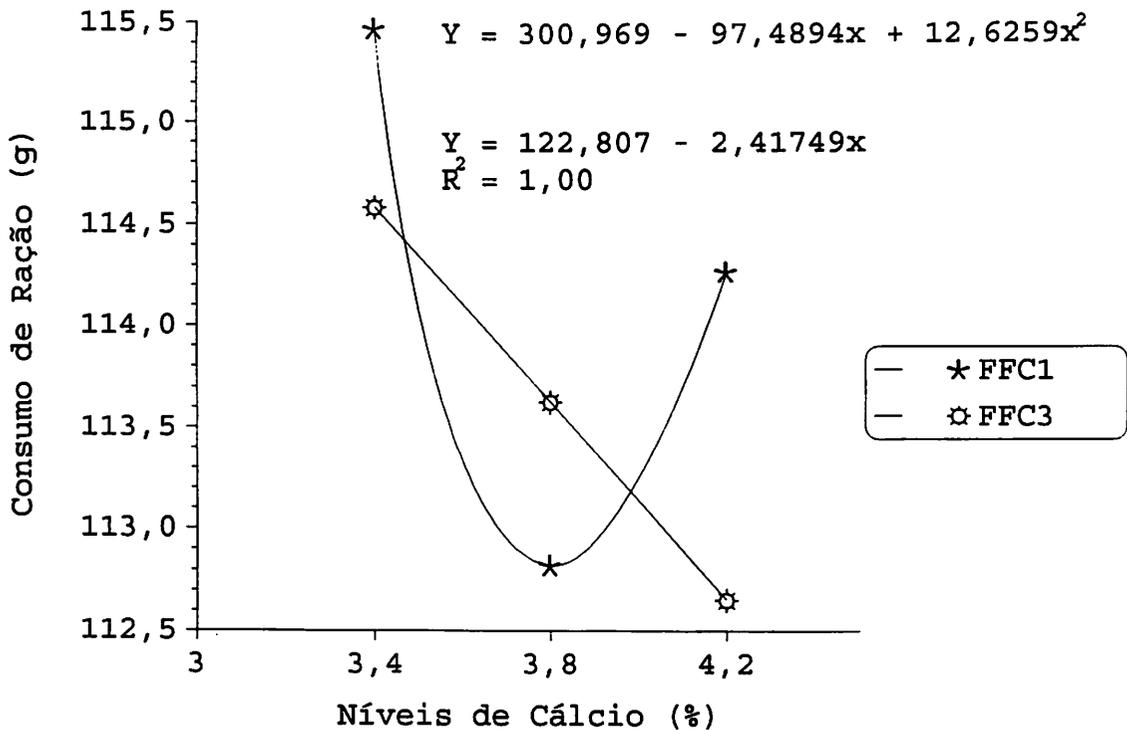


FIGURA 3. Regressão do consumo médio de ração, por ave por dia, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento do calcário, na fase inicial de postura.

Efeito significativo ($P < 0,05$) da forma de fornecimento de calcário, também foi observado nas médias de consumo de ração para a fase final de postura, somente nos níveis de 3,8 e 4,2% de cálcio. Esses resultados concordam com aqueles encontrados por Teixeira (1982) e Guinotte e Nys (1991). Já Miller e Sunde (1975); Watkins, Dilworth e Day (1977) não encontraram efeito da granulometria sobre o consumo de ração. Por outro lado, Roland,

Sloan e Harms (1972) relataram que 60% do cálcio do alimento encontrado na moela é consumido em 4 horas. Devido à velocidade com que o alimento é transportado e absorvido ao longo do trato

TABELA 5. Consumo médio de ração, segundo a forma de fornecimento do calcário e nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹	CONSUMO DE RAÇÃO /AVE/DIA (G)							
	FASE INICIAL				FASE FINAL			
	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1 ³	115,46	112,82	114,26ab	114,17	108,78	108,18a	105,67b	107,54
2	114,37	113,65	114,36a	114,13	107,05	107,52a	108,77a	107,78
3 ²	114,58	113,62	112,65 b	113,62	106,74	105,27 b	107,02a	106,34
Médias	114,81	113,36	113,75A	113,97	107,53	106,99	107,15	107,22B

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e fase de postura, diferem-se pelo Teste de Tukey (P<0,05).

2 - Efeito Linear (P<0,01).

3 - Efeito Quadrático (P<0,05).

gastro intestinal das poedeiras, talvez houvesse redução das reservas de alimento para a calcificação da casca durante à noite (Caceres, 1994). Segundo Roland (1986a), o excesso de cálcio

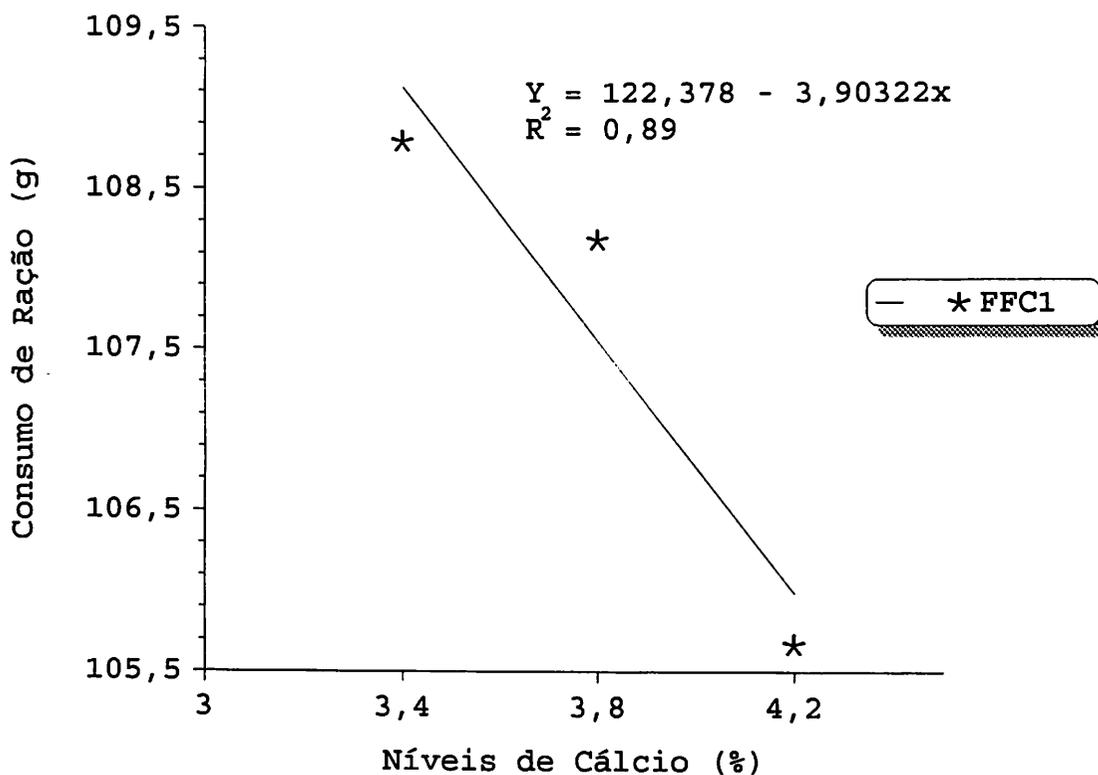


FIGURA 4. Regressão do consumo de ração por ave por dia, em função do nível de cálcio dentro de cada forma de fornecimento de calcário, na fase final de postura.

dietético passa ao longo do trato digestivo sem ser absorvido, o que foi também confirmado recentemente por Keshavarz e Nakajima (1986). O alto consumo para a fase inicial de postura na 7^a semana pós-muda forçada, se justifica pela reposição de reservas corporais e retorno à postura. A redução no consumo de ração, observado neste experimento, quando parte do calcário com partículas grandes é fornecido às 18 horas, reforça a influência

da forma de fornecimento do calcário na passagem e liberação do cálcio ao longo do trato digestivo, exposto por vários autores.

Um outro fator a se considerar, foram as baixas temperaturas (Tabela 6) da sexta semana, durante a realização deste trabalho, concorrendo para um aumento no consumo.

TABELA 6. Valores de temperatura máxima, mínima e média, durante o período experimental.

SEMANA	AVALIAÇÃO	TEMPERATURA (°C)		
		MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA
1	1	28,67	17,29	22,98
2		26,92	15,10	21,01
3		25,78	13,85	19,81
4		26,56	13,64	20,10
	MÉDIA	26,98	15,47	20,97
5	2	25,60	14,75	20,17
6		23,99	7,64	15,81
7		25,21	13,50	19,35
	MÉDIA	24,93	11,92	18,44
	MÉDIA	26,10	13,38	18,89

Interações significativas ($P < 0,01$) dos níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário sobre o consumo médio de ração foram verificadas em ambas as fases de postura, mostrando comportamento diferenciado deste parâmetro sob os tratamentos (Figuras 3 e 4). Quando se utilizou 100% de calcário pulverizado, na fase inicial, observou-se que o nível de 3,8% proporcionou menor consumo de ração ($P < 0,05$), porém, quando o calcário com partículas grandes foi fornecido às 18 horas, observou-se uma redução linear ($P < 0,01$), com o aumento do nível de cálcio. Já, na fase final de postura, a utilização de calcário com partículas grandes reduziu linearmente o consumo ($P < 0,01$).

4.3 Conversão alimentar por massa de ovos

Verificou-se uma influência significativa ($P < 0,01$) da idade da ave sobre a conversão alimentar, que apresentou uma média de 2,24 para a fase inicial e 2,36 para a fase final de postura (Tabela 3), sendo que, este aumento é normal e explicado pela redução na produção e aumento no consumo nesta fase.

Houve efeito quadrático na fase inicial ($P < 0,05$) e final ($P < 0,01$) com as variações no nível de cálcio sobre a conversão alimentar (Figuras 5 e 6) obtendo-se melhor conversão alimentar com o nível de 3,88% de cálcio (Figura 6).

TABELA 7. Conversão alimentar média, segundo a forma de fornecimento do calcário e nível de cálcio na fase inicial e final de postura.

FORMA DE FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹	CONVERSÃO ALIMENTAR EM KG/MASSA DE OVOS							
	FASE INICIAL				FASE FINAL			
	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1	2,28	2,21	2,17	2,22a	2,40	2,32	2,36	2,36
2	2,37	2,25	2,32	2,31 b	2,44	2,28	2,38	2,36
3	2,20	2,15	2,19	2,18a	2,39	2,34	2,34	2,36
Médias	² 2,28	2,20	2,23	2,24 B	³ 2,41	2,31	2,36	2,36A

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e fase de postura, diferem-se pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

2 - Efeito Quadrático ($P < 0,01$).

3 - Efeito Quadrático ($P < 0,05$).

Na fase inicial de postura, a forma de fornecimento de calcário teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a conversão alimentar (Tabela 7), sendo melhor com o calcário pulverizado ou com partículas grandes fornecido às 18 horas, concordando em parte com Teixeira (1982). Kurl, Holder e Sullivan (1977) relataram ter encontrado efeito significativo ($P < 0,05$) na conversão alimentar, sendo que esta piorou quando as aves foram

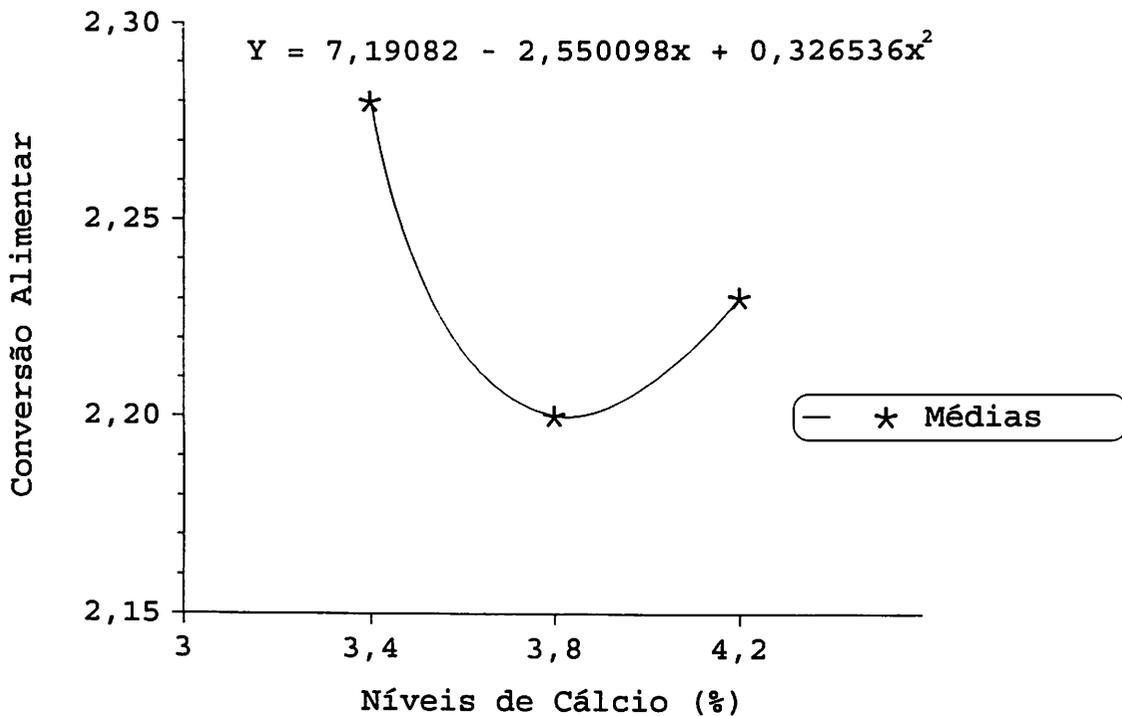


FIGURA 5. Regressão da conversão alimentar das aves, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento de calcário na fase inicial de postura.

alimentadas com uma mistura de calcário franga e galinha, comparado com as aves que receberam casca de ostra tamanho galinha. Concordam com esses, os resultados de Hamilton, Fairfull e Gowe (1985). Porém, Miller e Sunde, (1975); Watkins, Dilworth e Day, (1977); Brister, Linton e Creger, (1981) e Cheng e Coon (1990a) não encontraram nenhum efeito da granulometria do calcário sobre a conversão alimentar.

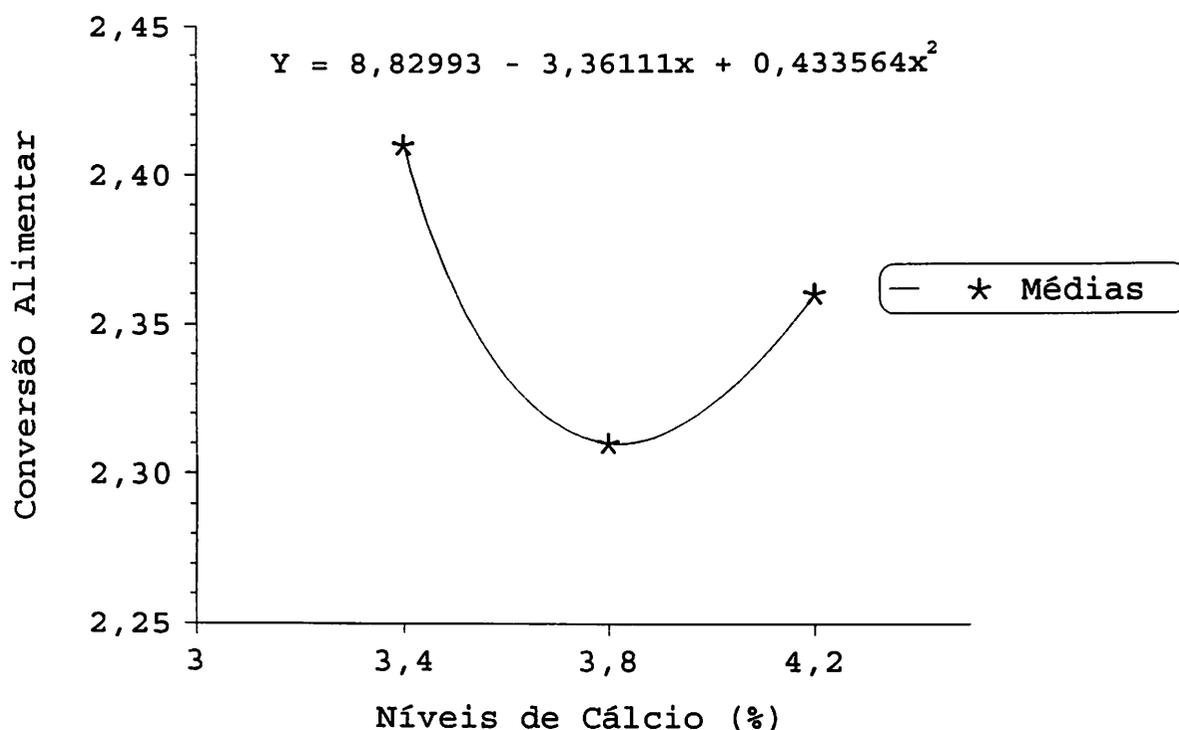


FIGURA 6. Regressão da conversão alimentar das aves, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento do calcário na fase final de postura.

Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Watkins, Dilworth e Day (1977), que relataram piora na conversão alimentar com a redução do nível de cálcio, diferindo dos resultados encontrados por Brister, Linton e Creger (1981); Teixeira (1982) e Keshavarz (1986).

A forma de fornecimento de calcário não apresentou nenhum efeito ($P>0,05$) sobre a conversão alimentar na fase final de postura (Tabela 7).

Observa-se que o nível de 3,8% de cálcio foi adequado para promover uma melhor conversão alimentar média, em ambas as fases de postura.

4.4 Peso médio do ovo

O peso médio dos ovos atingiu 65,82g e 66,45g respectivamente, para as fases inicial e final de postura, observando-se assim, efeito significativo ($P<0,01$) com o avanço da idade (Tabela 3), concordando com os resultados obtidos por Peterson (1965), Muir, Gerry e Harris (1975), Roland, Putman e Hillburn (1978), Roland (1979) e Nys (1986).

~~Não~~ Não se observou, neste estudo, nenhum efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o parâmetro em questão, para nenhuma das duas fases de postura (Tabela 8).

Clunies, Park e Leeson (1992a), Frost e Roland (1991); Keshavarz e Nakajima (1993) e Rodrigues (1995) não encontraram efeito significativo ($P>0,05$) neste parâmetro, quando variaram os níveis de cálcio em 2,5, 3,5 e 4,5%. Esses resultados também

concordam com aqueles encontrados por Scott, Hull e Mullenhoff (1971), quando variaram o nível de cálcio de 2,5 a 5,0%, e Brister, Linton e Greger (1981), quando usaram 3,5 a 4,0% de cálcio. Porém, discordam de Clunies, Park e Leeson (1992b).

TABELA 8. Peso médio dos ovos, segundo a forma de fornecimento do calcário e nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹	PESO MÉDIO DOS OVOS (G)							
	FASE INICIAL				FASE FINAL			
	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1	65,90	65,50	65,40	65,60	66,84	66,36	66,61	66,60
2	65,79	65,54	65,81	65,71	66,19	65,71	66,69	66,20
3	66,46	65,51	66,52	66,16	66,76	66,39	66,54	66,56
Médias	66,05	65,52	65,91	65,82	66,59	66,15	66,62	66,45

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e fase de postura, não se diferem pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Miller e Sunde (1975), usando calcário com partículas de vários tamanhos e casca de ostra sobre o desempenho de poedeiras comerciais, também não observaram nenhuma influência destes tratamentos sobre o peso do ovo. No entanto, Guinotte e Nys (1991), avaliando o efeito do tamanho da partícula do

calcário e origem da fonte de cálcio sobre a qualidade da casca e mineralização em poedeiras, encontraram efeito significativo ($P < 0,05$) do calcário granulado sobre o peso do ovo. Resultados semelhantes a esses também foram obtidos por Muir, Gerry e Harms (1975).

4.5 Percentagem de perda de ovos

Os resultados mostram que a perda média de ovos aumentou ($P < 0,01$) com a idade da ave, passando de 2,46% para 7,47% da fase inicial para a fase final (Tabela 3), sendo a percentagem média no período de 4,96%. Esses resultados são coerentes com dados obtidos por Roland (1977), que mostra uma perda devido a má qualidade da casca variando de 4,00 a 12,15%, com média de 6,37 %. A baixa percentagem de perdas obtida na fase inicial pode ser explicada porque as aves foram submetidas à muda forçada, passando por um bom período de descanso, melhorando assim, a qualidade dos ovos (Oliveira, 1992). Na fase final de postura, ocorre um aumento no tamanho do ovo com uma deposição de cálcio praticamente constante, favorecendo a perda de ovos, fato este relatado pelos seguintes autores (Roland, Sloan e Harms,

1975; Britton, 1977; Roland, 1977; Roland, 1979 e Teixeira, 1982).

Houve interação significativa ($P < 0,01$) do nível de cálcio com a forma de fornecimento de calcário na fase inicial de postura (Tabela 9). Quando se utilizou 100% de calcário pulverizado, ocorreu aumento linear ($P < 0,01$) na perda de ovos, e quando utilizou 50% de calcário pulverizado mais 50%

TABELA 9. Perda de ovos, segundo a forma de fornecimento do calcário e nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹	PERDA DE OVOS (%)							
	FASE INICIAL				FASE FINAL			
	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1 ²	2,09 b	2,47	3,50a	2,69	8,30	7,78	5,98	7,36
2	2,09 b	2,27	2,71 b	2,36	7,19	6,48	6,94	6,87
3 ²	2,90a	2,54	1,66 b	2,38	8,32	7,68	8,51	8,17
Médias	2,37	2,43	2,63	2,48	7,94	7,32	7,15	7,47

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna e fase de postura, diferem-se pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

2 - Efeito Linear ($P < 0,01$).

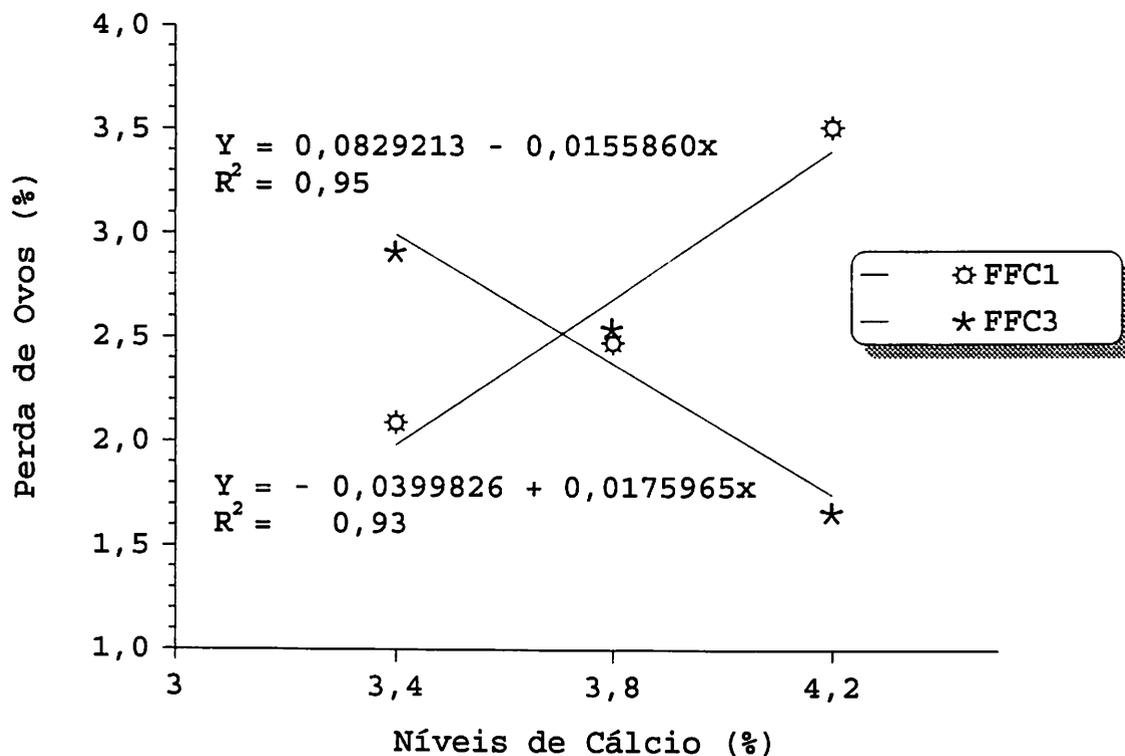


FIGURA 7. Regressão da perda de ovos, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento do calcário, na fase Inicial de postura.

de calcário com partículas grandes adicionado às 18 horas, reduziu-se linearmente ($P < 0,01$) a perda de ovos (Figura 7), mostrando neste último caso, uma redução de 57% na percentagem de perdas.

A forma de fornecimento teve efeito significativo ($P < 0,01$) com nível de 3,4%, que apresentou aumento na perda de ovos quando as aves foram alimentadas com 50% do calcário

fornecido às 18 horas. No entanto, quando as aves foram alimentadas com 50% do calcário fornecido às 18 horas com 4,2% de cálcio, a perda de ovos foi reduzida ($P < 0,01$) em torno de 47%, como pode ser observado na Tabela 9. Resultados semelhantes a esses foram observados por Teixeira (1982) e estão de acordo com a literatura, que relata redução nas perdas com o aumento do nível de cálcio.

Não foi observado nenhum efeito significativo na fase final de postura, referente ao nível de cálcio e forma de fornecimento de calcário para a perda de ovos (Tabela 9), porém, esta tendeu à redução com o aumento do nível de cálcio e granulometria menor.

Deve-se destacar, também, que os trabalhos revisados não comparam fases diferentes pós-muda forçada.

4.6 Peso específico

Os resultados mostraram redução significativa ($P < 0,05$) entre o peso específico dos ovos das fases inicial 1,087, e final de postura 1,082 evidenciando o declínio na qualidade da casca do ovo com o avanço da idade da poedeira, concordando com Peterson (1965), Noles (1966), Roland (1979 e 1984).

Hamilton, Fairful e Gowe (1985), também encontraram uma redução significativa no peso específico do ovo, devido ao avanço da idade da ave. Observaram também, que o peso específico dos ovos foi maior, mesmo quando suplementaram a dieta com casca de ostras, das aves com 450 a 900 dias de idade, em relação àquelas

TABELA 10. Peso específico do ovo, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE AVALIAÇÃO FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹		PESO ESPECÍFICO DO OVO							
		FASE INICIAL				FASE FINAL			
		3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1	1	1,088	1,089	1,087	1,088	1,082	1,083	1,083	1,083
	2	1,087	1,088	1,088	1,088	1,084	1,084	1,082	1,084
	3	1,089	1,087	1,089	1,088	1,084	1,084	1,085	1,084
	Média	1,087	1,088	1,088	1,088A	1,083	1,084	1,083	1,084A
2	1	1,086	1,086	1,086	1,086	² 1,079 b	1,081	1,082a	1,081
	2	1,085	1,086	1,087	1,086	1,081a	1,083	1,081 b	1,082
	3	1,086	1,085	1,086	1,086	1,081a	1,083	1,082a	1,082
	Média	1,086	1,086	1,086	1,086B	1,080	1,082	1,082	1,081B

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, fase de postura e avaliações (maiúsculas), diferem-se pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

2 - Efeito Linear ($P < 0,05$).

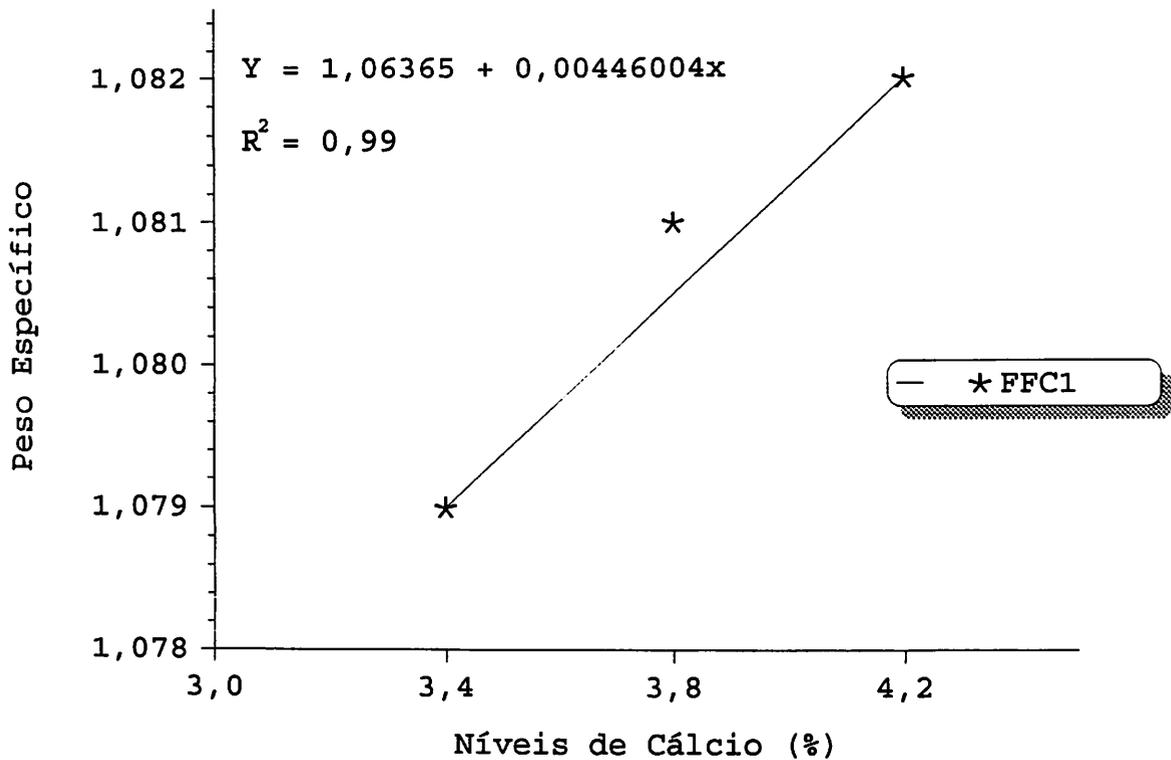


FIGURA 8. Regressão do peso específico do ovo na segunda avaliação, segundo o nível de cálcio e a forma de fornecimento do calcário, na fase final de postura.

que estavam entre 240 e 690 dias de idade. Resultados semelhantes foram encontrados por Roland, Sloan e Harms (1973), Roland (1977), Roland, Putman e Hilburn (1978), Abe et al. (1982), Oliveira (1992) e Elaroussi et al. (1994).

Não foi observado nenhum efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o peso específico do ovo em ambas as avaliações, porém, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre

avaliações durante a fase inicial de postura (Tabela 10), refletindo o efeito negativo da idade sobre este parâmetro, ainda que variando em poucas semanas.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para o peso específico entre ambas as avaliações da fase final de postura, confirmando o efeito negativo da idade nesta fase, muito mais que na inicial, o que expressa um declínio muito mais rápido, na qualidade, na fase final de postura pós-muda.

Nenhum efeito significativo referente ao nível de cálcio sobre o peso específico do ovo foi observado na primeira avaliação de ambas as fases de postura (Tabela 10). Na segunda avaliação da fase final verificou-se um aumento linear ($P < 0,05$) do peso específico com o aumento do nível de cálcio, quando a ração continha 100% de calcário pulverizado (Figura 8). Resultados estes, que se assemelham aos obtidos por Teixeira (1982) e Frost e Roland (1987). Roland (1987) também relatou uma melhora linear na qualidade da casca quando as dietas continham acima de 4,35g de cálcio por dia.

Observando as médias de peso específico de ambas as avaliações da fase inicial de postura, nota-se tendência de aumento no peso específico dos ovos com o aumento do nível de cálcio.

A forma de fornecimento do calcário não alterou ($P < 0,05$) o peso específico do ovo na fase inicial de postura, em ambas as avaliações. Isto também foi observado na primeira avaliação da fase final de postura, porém, na segunda avaliação desta mesma fase, observou-se melhora significativa ($P < 0,05$) do peso específico no nível de 3,4% de cálcio, quando se utilizou calcário com partículas grandes incluso na ração, e quando este também foi adicionado no comedouro às 18 horas. Para 4,2% de cálcio, o pior resultado obtido com calcário de partículas grandes incluso na ração (Tabela 10), indicando que esta forma de fornecimento dispensa níveis de cálcio maiores que 3,8%. Resultados semelhantes foram obtidos por Scott, Hull e Mullenhoff (1971), Roland, Sloan e Harms (1972 e 1973), Roland e Harms (1973), Rao e Roland (1990 e 1992) e Caceres (1994).

Farmer e Roland (1983) estudando o metabolismo de cálcio em matrizes pesadas para avaliar a influência do horário de alimentação sobre o "status" de cálcio do sistema digestivo e qualidade da casca do ovo, relataram que, as aves que tiveram a alimentação restrita entre 15h.30min. e 18 horas, produziram ovos com peso específico significativamente maior quando comparado com o peso específico dos ovos de aves que receberam ração entre 7h. e 9h.30min. horas, para todos os períodos experimentais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Farmer, Roland e Clark (1986).

Interação significativa ($P < 0,05$) do nível de cálcio e forma de fornecimento de calcário sobre o peso específico, na segunda avaliação da fase final de postura (Tabela 10), mostram que as formas de fornecimento de calcário tiveram comportamento diferenciado dentro de cada nível de cálcio. Observou-se que houve melhoria neste parâmetro quando se forneceu calcário com partículas grandes com níveis mais baixos de cálcio. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Cheng e Coon (1990b), mostrando que calcário de partículas grandes proporcionou melhorias no peso específico quando comparado com calcário pulverizado. Esses resultados assemelham-se com os de Scott, Hull e Mullenhoff (1977), Brister, Linton e Creger (1981), Teixeira (1982), Hamilton, Fairful e Gowe (1985), Roland (1986) e Cheng e Coon (1990b). Contudo, Rao e Roland (1992) relataram que, substituição parcial do calcário pulverizado por calcário de partículas grandes em dietas que continham nível adequado de cálcio, pode não melhorar a qualidade da casca sob condições ótimas. Assim, Roland e Harms (1973) sugerem que a substituição parcial do calcário pulverizado por calcário de partículas

grandes pode ser benéfica durante algumas situações adversas, as quais reduzem o consumo de cálcio ou sua disponibilidade.

4.7 Espessura da casca

Nota-se que a idade da ave influenciou significativamente ($P < 0,01$) a espessura da casca que foi de 0,403 mm e 0,384 mm para as fases inicial e final de postura, respectivamente (Tabela 3). Resultados semelhantes a estes também foram encontrados por (Britton, 1977).

Segundo Bell (1975), a idade da ave provavelmente seja a causa mais importante na redução da espessura da casca, notando-se um terço a mais de quebra original nos ovos de aves velhas do que em aves novas, e quando houve o processamento dos ovos a quebra dobrou, sendo quase 50% das perdas atribuídas a ovos de casca fina. Segundo Britton (1977), as aves velhas apresentam menor espessura da membrana da casca e desenvolvimento diferenciado.

Witt D.
*Redução na qualidade da casca do ovo sugerida por Elaroussi, et al. (1994) pode ser devida a um distúrbio associado ao mecanismo homeostático do cálcio, ou seja, aves velhas têm reduzida a atividade da hidroxilase renal, ocorrendo falhas na

biossíntese de $1,25(\text{OH})_2\text{-D}_3$, que é responsável pela absorção intestinal e reabsorção óssea de cálcio.

Para a fase inicial de postura, a espessura da casca não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário (Tabela 11), em ambas as avaliações. Porém, houve efeito significativo ($P<0,05$) entre as avaliações, mostrando assim, um decréscimo na espessura da casca da primeira (0,410 mm) para segunda (0,396 mm) avaliação.

Houve efeito significativo ($P<0,05$) entre as duas avaliações da fase final de postura, mostrando também um declínio na espessura da casca da primeira 0,390 mm para a segunda avaliação 0,379, realizada apenas semanas após (Tabela 11). Os níveis de cálcio em nada influenciaram a espessura da casca nesta fase.

✂ Melhora limitada da qualidade da casca pode não ser totalmente devido ao aumento na retenção de cálcio, pode ser por habilidade da glândula em aumentar a secreção de casca (Clunies, Park e Leeson, 1992b). Esses mesmos autores relataram que o peso absoluto da casca aumentou quando comparados em dietas com 3,5 e 4,5% de cálcio, entretanto, não observaram diferença da percentagem ou quantidade (g) deste elemento na casca, confirmando assim, que o depósito de cálcio na casca é constante

TABELA 11. Espessura da casca do ovo, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE AVALIAÇÃO FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹		ESPESSURA DA CASCA (mm)							
		FASE INICIAL				FASE FINAL			
		3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1	1	0,399	0,416	0,414	0,410	0,393	0,381	0,383	0,385
	2	0,420	0,408	0,421	0,416	0,391	0,390	0,383	0,388
	3	0,403	0,405	0,407	0,405	0,393	0,403	0,397	0,397
	Média	0,407	0,410	0,414	0,410A	0,392	0,391	0,388	0,390A
2	1	0,397	0,388	0,390	0,392	0,361	0,359	0,384	0,368 b
	2	0,392	0,396	0,340	0,396	0,383	0,383	0,395	0,387a
	3	0,394	0,399	0,405	0,399	0,387	0,377	0,388	0,384a
	Média	0,394	0,394	0,399	0,396 B	0,377	0,373	0,389	0,379 B

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, fase de postura e avaliações (maiúsculas), diferem-se pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

ou apenas levemente aumentado (Roland, Sloan e Harms, 1975). Posteriormente, Keshavarz (1986) relatou uma redução na espessura da casca quando as aves foram alimentadas com dietas contendo níveis baixos de cálcio; contudo, quando utilizou a dieta que continha 5,5% de cálcio, a qualidade da casca voltou ao normal*.

A forma de fornecimento de calcário contribuiu significativamente ($P < 0,05$) para o aumento na espessura da casca do ovo, na segunda avaliação da segunda fase de postura, como mostra a (Tabela 11) sendo esta aumentada com a utilização de partículas grandes, assemelhando-se aos resultados encontrados por Cheng e Coon (1990b). Isto evidencia a importância da forma de fornecimento do calcário quando as aves estão bem no final do período de postura pós-muda, justamente quando os problemas de casca mais se intensificam.

Revisando vários trabalhos, Roland (1986b) relatou que vários autores recomendam 2/3 de calcário pulverizado mais 1/3 de calcário com partículas grandes como medida de melhoria da qualidade da casca. Também, Muir, Gerry e Harrys (1975) encontraram efeito significativo de granulometria do calcário sobre a espessura da casca em aves de diferentes idades.

4.8 Peso da casca por unidade de superfície de área

Os resultados mostram que o peso da casca por unidade de superfície de área do ovo reduziu, significativamente ($P < 0,01$) com a idade, de 77,27 mg/cm² na fase inicial para 73,12 mg/cm² na fase final de postura (Tabela 3), reafirmando o exposto por Izat

(1985), que relatou tendência na redução do peso da casca por unidade de superfície de área do ovo.

O peso da casca por unidade de superfície de área em ambas as avaliações da fase inicial de postura não foi afetado ($P > 0,05$) pelos níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário (Tabela 12); contudo, na segunda avaliação tendem a aumentar com a utilização de calcário com partículas grandes na segunda avaliação. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre as avaliações de ambas as fases, mostrando uma redução na média do peso da casca por unidade de superfície da primeira para a segunda avaliação.

Na primeira avaliação da fase final de postura, não se notou influência significativa ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário sobre o peso de casca por unidade de área do ovo (Tabela 12), o que concorda com os resultados obtidos por Rodrigues (1995); porém, discorda de Ousterhout (1980). Entretanto, na segunda avaliação houve tendência a aumentar com a elevação do nível de cálcio. Houve, também, efeito significativo ($P < 0,05$) da forma de fornecimento de calcário sobre as médias de peso da casca por unidade de superfície de área na segunda avaliação, as quais foram maiores

TABELA 12. Peso da casca por unidade de superfície de área, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE AVALIAÇÃO FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹		PESO DA CASCA POR UNIDADE DE SUPERFÍCIE DE ÁREA (g/cm ²)							
		FASE INICIAL				FASE FINAL			
		3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1	1	77,61	79,99	78,42	78,67	73,74	72,58	73,00	73,11
	2	78,86	76,97	79,21	78,34	74,31	74,44	73,02	73,59
	3	76,52	76,60	78,10	77,07	75,31	75,66	75,51	75,49
	Média	77,67	77,85	78,58	78,03A	74,45	74,23	73,51	74,07A
2	1	76,23	74,94	76,23	75,80	68,34	68,66	74,09	70,36 b
	2	76,04	76,19	76,70	76,31	72,45	72,77	72,42	72,55ab
	3	76,34	76,56	79,34	77,41	73,32	73,15	74,36	73,61a
	Média	76,20	75,90	77,42	76,51 B	71,37	71,53	73,62	72,17 B

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, fase de postura e avaliações (maiúsculas), diferem-se pelo Teste de Tukey (P<0,05).

quando se utilizou calcário com partículas grandes comparado com o pulverizado, sendo igual para a espessura da casca. A maior média foi observada com 50% do calcário, fornecido às 18 horas. estes resultados ressaltam o efeito benéfico da granulometria e horário de fornecimento do calcário para aves no final do ciclo

de postura pós-muda. Isto mostra o efeito benéfico das maiores granulometrias, quando os problemas evoluem-se na fase final do ciclo.

Estudando o efeito do calcário fino com diferentes solubilidades sobre o desempenho e qualidade da casca do ovo, Cheng e Coon (1990a) não obtiveram nenhuma diferença significativa sobre a percentagem de casca por unidade de superfície de área. Esses mesmos autores relataram influência significativa do nível de cálcio e tamanho da partícula de calcário sobre o peso da casca por unidade de superfície de área, quando estudaram a fonte de cálcio, tamanho da partícula, solubilidade *in vitro* e nível de consumo sobre o "status" ósseo de poedeiras e desempenho. Guinotte e Nys (1991), também encontraram interação significativa entre esses fatores, e comentou-se que os ovos de aves que receberam calcário pulverizado tiveram menor resistência à quebra do que aquelas que receberam casca de ostra ou calcário granulado.

4.9 Percentagem de casca

A percentagem de casca do ovo foi afetada significativamente ($P < 0,01$) pela idade da ave, mostrando uma

redução de 8,89% da fase inicial para 8,39% na fase final de postura (Tabela 3). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre as avaliações, mostrando uma redução mais acentuada na percentagem de casca na fase final (Tabela 13). Isto também foi observado por Roland, Sloan e Harms (1975), Britton (1977) e Izat (1985).

✧ Al-Batshan et al. (1994) verificaram que a qualidade da casca medida em termos de percentagem de casca, espessura e peso específico, em poedeiras pós-muda forçada, foi reduzida devido ao aumento no tamanho do ovo, sem igual aumento no peso da casca, exatamente como ocorreu neste experimento. Isto também foi afirmado por Petersen (1965), Roland, (1979) e Nys (1986). Também Zumbado (1983), avaliando o peso específico para determinar a qualidade da casca, encontrou redução linear na percentagem da casca com o avanço da idade.

A percentagem de casca do ovo não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário em ambas as avaliações e nem entre elas, para a fase inicial de postura (Tabela 13).

Para a fase final de postura, também não foi observado nenhum efeito ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio sobre o peso da casca. Entretanto, houve efeito significativo ($P < 0,05$) das formas de fornecimento de calcário sobre a percentagem de casca da segunda

TABELA 13. Percentagem da casca do ovo, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE AVALIAÇÃO FORNECIMENTO DO CALCÁRIO ¹		CASCA (%)							
		FASE INICIAL				FASE FINAL			
		3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)
1	1	8,88	9,23	9,04	9,05	8,45	8,33	8,39	8,39
	2	8,95	8,78	9,11	8,94	8,59	8,54	8,29	8,47
	3	8,79	8,86	8,94	8,87	8,63	8,75	8,64	8,67
	Média	8,87	8,96	9,03	8,95	8,55	8,54	8,44	8,51A
2	1	8,74	8,67	8,89	8,77	8,78	7,85	8,51	8,05 b
	2	8,78	8,75	8,81	8,78	8,03	8,37	8,34	8,34ab
	3	8,79	8,80	9,13	8,91	8,43	8,43	8,48	8,45a
	Média	8,77	8,74	8,94	8,82	8,17	8,22	8,45	8,282 B

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, fase de postura e avaliações (maiúsculas), diferem-se pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

avaliação (Tabela 13). Nota-se, entretanto, tendência de aumento na percentagem de casca quando se utilizou calcário com partículas grandes, comparado com calcário pulverizado; porém, o calcário colocado no comedouro às 18 horas apresentou maior percentagem de casca, na fase final de postura, coincidindo com

os resultados obtidos em peso específico, espessura da casca e percentagem de casca por unidade de superfície de área..

Clunies, Park e Leeson (1992a) Notaram aumento no peso absoluto da casca do ovo entre dietas que continham 3,5 e 4,5% de cálcio; entretanto, não observaram diferença na percentagem de casca ou quantidade (g) deste elemento na casca, levando a confirmação de que o cálcio depositado na casca é constante ou insignificamente aumentado (Roland, Sloan e Harms, 1975).

Melhoria encontrada por Brister, Linton e Creger (1981) na percentagem de casca com adição de casca de ostra tamanho galinha e 2/3 de aragonita mais 1/3 de casca de ostra, contudo, os tratamentos com farinha de ostra, aragonita e calcário pulverizado não tiveram efeito. Anteriormente, Miller e Sunde (1975) constataram que os ovos das aves que foram alimentadas com fonte de calcário granulado, as cascas tenderam a ser mais rígidas do que em aves que receberam calcário fino. Outros autores como Watkins, Dilworth e Day (1977), Roland (1986b), Guinotte e Nys (1991) também ressaltaram a melhoria na qualidade da casca com a utilização de calcário com partículas grandes.

Nota-se que todos os parâmetros de qualidade de casca do ovo foram melhorados com a utilização de calcário com partículas grandes, no período crítico da fase final de postura.

No entanto, esta melhora não conseguiu reduzir as perdas nesta mesma fase, indicando que outros fatores estão relacionados.

4.10 Unidade Haugh

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da idade das aves em reduzir o valor de UH albúmen de 82,24 da fase inicial para 74,11 na fase final de postura (Tabela 3), fato este dentro do normal pois Segundo Williams (1992), a idade das aves é simplesmente o principal fator que afeta a qualidade do albúmen de ovos frescos.

✕ Poedeiras submetidas à muda forçada têm a qualidade interna e externa melhorada (Miyano, 1993 e Oliveira, 1981) permanecendo relativamente uniformes por 12 a 16 semanas, mas após esse período, a qualidade piora rapidamente forçando a venda dos plantéis por volta do 8º ao 10º mês pós-muda, (Castelo et al. 1989; Nordstron, 1980, Karunajeewa, Abu-Serewa e Harris, 1989 e Williams, 1992).

Pelos resultados, pode-se observar que os ovos postos logo após as aves terem passado pela muda forçada, apresentam Unidade Haugh significativamente maior ($P < 0,01$) do que os da fase final de postura (Tabela 14), fato verificado por outros autores

como (Len Abplanalp e Johnson, 1964; Swanson e Bell, 1971; Nordstron, 1980; Miyano, 1993 e Souza et al. 1994a,b).

Não foi observado nenhum efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre este parâmetro em nenhuma das avaliações de ambas as fases de postura (Tabela 14).

TABELA 14. Valores de Unidade Haugh do ovo, por avaliação, segundo a forma de fornecimento do calcário e o nível de cálcio, nas fases inicial e final de postura.

FORMA DE AVALIAÇÃO FORNECIMENTO DO CALCÁRIO		UNIDADE HAUGH								
		FASE INICIAL				FASE FINAL				
		3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	3,4%Ca	3,8%Ca	4,2%Ca	(M)	
1	1	82,82	79,99	81,21	81,34	74,93	71,95	72,73	73,20	
	2	2	81,79	82,58	83,44	82,60	75,77	70,74	74,59	73,70
		3	83,55	80,80	83,09	82,48	70,41	76,48	75,55	74,14
		Média	82,72	82,58	81,12	82,14	73,70	73,05	74,29	73,68
2	1	84,18	82,07	82,95	83,07	74,94	73,90	77,38	75,41	
	2	2	83,81	81,80	81,37	82,33	73,12	73,16	76,42	74,23
		3	82,86	80,08	82,01	81,65	73,97	74,39	73,58	73,98
		Média	83,62	81,32	82,11	82,35	74,01	73,82	75,80	74,54

1 - Valores seguidos de letras diferentes, na mesma coluna, fase de postura e avaliações, não se diferem pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos para qualidade do albúmen vêm reforçar a literatura que relata a idade da ave como o principal fator que afeta a qualidade interna do ovo, e que, os outros fatores aqui estudados não interferiram na qualidade interna.

5. CONCLUSÕES

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

- O desempenho das poedeiras e a qualidade da casca dos ovos pós-muda, declinaram, acentuadamente, com a idade das aves, independente dos níveis de cálcio ou granulometrias da fonte de cálcio utilizada.

- A utilização de calcário com partículas grandes (2 a 4 mm de Diâmetro), na fase final de postura, melhorou a qualidade da casca do ovo.

- Na fase inicial de postura, calcário de partículas grandes fornecido na comedouro e nível alto de cálcio, reduziram as perdas de ovos.

- Em ambas as fases de postura, a qualidade do albúmen não se alterou com os níveis de cálcio e forma de fornecimento de calcário.

6. SUGESTÃO

- Tendo em vista que o estudo de níveis nutricionais para aves no segundo ciclo de produção são escassos, principalmente quando relacionados à postura e à qualidade da casca dos ovos, sugere-se a realização de mais trabalhos com combinações de vários níveis de cálcio e granulometria de calcário;

- Como o ajuste de regressão quadrática com 3 pontos apenas não é recomendável, e como não foi possível o ajuste linear em alguns casos, sugere-se a condução de novos experimentos usando mais níveis de cada fator, possibilitando assim um melhor ajuste de regressão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2038-2043, Nov. 1993.
- 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, Fev. 1982.
- AL-BATSHAN, H.A.; SCHEIDELER, S.E.; BLACK, B.L. GARLICH, J.D.; ANDERSON, K.E. Duodenal calcium uptake, femur ash and eggshell quality decline with age and increase following molt. *Poultry Science*, Champaign, v.73, n.5, p.1590-1506, Sept. 1994.
- BELL, D.D.; SWANSON, M.H.; JOHNSON, G.W. Shell damage occurring in egg washers. *Poultry Digest*, Sea Isle City, v.4, n.406, p.476-478, Dec. 1975.
- BERRY, W.D.; BRAKE, J. Research note: Induced molt increases eggshell quality and Calbindin-D28K content of eggshell gland and duodenum of aging hens. *Poultry Science*, Champaign, v.70, n.3, p.655-657, Mar. 1991.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos.** (curso de especialização por tutoria à distância), Brasília: ABEAS, 1989. 193 p.
- BRISTER Jr., R.D.; LINTON, S.S.; CREGER, C.R. Effects of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance. *Poultry Science*, Champaign, v.60, n.12, p.2648-2654, Dec. 1981.

- BRITTON, W.M. Shell membranes of eggs differing in shell quality from young and old hens. **Poultry Science**, Champaign, v.56, n.2, p.647-653, Mar. 1977.
- CACERES, V.C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara IN: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** Santos: FACTA, 1994. p. 35-66.
- CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. **Produccion avícola**. Nueva York: Ithaca, 1968. 392p.
- CASTELÓ LLOBET, J.A.; PONTES PONTES, M.; GONZALEZ, F.F. Factores que afectan a la calidad del huevo. In: **Produccion del huevos**. Espanha, 1990. p.255-273.
- CHENG, T.K.; COON, C.N. Effect of calcium source, particle size, limestone solubility on layer bone status and performance. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.12, p.2214-2219, Dec. 1990a.
- CHENG, T.K.; COON, C.N. Effect on layer performance and shell quality of switching limestones with different solubilities. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.12, p.2199-2203, Dec. 1990b.
- CLUNIES, M.; ENSLIE, J.; LEESON, S. Effect of dietary calcium level on medullary bone calcium reserves and shell weight of leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.8, p.1348-1356, Aug. 1992.
- CLUNIES, M.; PARKS, D.; LEESON, S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.3, p.482-489, Mar. 1992a.
- CLUNIES, M.; PARKS, D.; LEESON, S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick a thin shells. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.3, p.490-498, Mar. 1992b.
- EL-BOUSHY, A.R.; RATERINK, R. Resistência da casca do ovo: as causas de quebra de ovos em relação à nutrição, manejo e meio ambiente. **Avicultura Industrial**, São Paulo, n.911, p.37-42, Nov. 1985.

- ELAROSSI, A.E.; FORTE, L.R.; EBER, S.L.; BIELLER, H.V.
Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. **Poultry Science**, Champaign, v.73, n.10, p.1581-1589, Oct. 1994.
- EUCLIDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema Para Análises Estatística)**. Viçosa: UFV, Imp. Univ. 1983.
- FARMER, M.; ROLAND, D.A. Calcium metabolism in broiler breeder hens . 2. the influence of time of feeding on calcium status of the digestive system and eggshell quality in broiler breeders. **Poultry Science**, Champaign, v.62, n.3 , p.465-471, Mar. 1983.
- FARMER, M.; ROLAND, D.A. Influence of dietary ingredients on calcium utilization in the laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.2, p.345-351, Feb. 1986.
- 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.
- GARLICH, J.; BRAKE, J.; PARKHURST, C.R.; THAXTON, J.P.; MORGAN, G.W. Physiological profile of caged layers during one production year, molt and postmolt: egg production, egg shell quality, liver, femur and blood parameters. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.2, p.339-343, Feb. 1984.
- GILBERT, A.B.; PEDDIE, J.; MITCHELL, 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.; BROADEN, J. Nutritional and enviromental factors involved in egg shell quality of laying hens. **British Poultry Science**, Edimburgh, v.33, n.6, p.781-794, Nov. 1992.

- GRUNDER, A.A.; FAIRFULL, R.W.; HAMILTON, R.M.G.; THOMPSON, B.K. Correlations between measures of eggshell quality or percentage of intact eggs and various economic traits. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.9, p.1855-1860, Sept. 1991.
- GUINOTTE, F.; NYS, Y. Effects of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.3, p. 583-592, Mar. 1991.
- HAMILTON, R.M.G.; FAIRFULL, R.W.; GOWE, R.S. Use of particle limestone or oyster shell in the dietary regimen of white leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.7, p.1750-1762, Sept. 1985.
- HARPER, H. A. **Manual de química fisiológica**. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 1973. 570 p.
- HOLCOMBE, D.J.; ROLAND, D.A.; HARMS, R.H. The effect of increased dietary calcium on hens chosen for their ability to produce eggs with high and low specific gravity. **Poultry Science**, Champaign, v.56, n.1, p.90-93, Jan. 1977.
- HUNTON, P. Improve shell quality by feed manegement. **Poultry Digest**, New Jersey, v.51, n.6, p.23-24, June 1992.
- IZAT, A.L.; GARDNER, F.A.; MELLOR, D.B. Effect of age of bird and season od the year on quality 1. Shell Quality. **Poultry Science**, Chanpaign, v.64, n.10, p.1900-1906, Oct. 1985.
- JUNQUEIRA, Q.M. Avanços recentes nas exigências de fósforo para poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais...** Santos: FACTA, 1993. p. 167-75.
- KARUNAJEEWA, H.; ABU-SEREWA, S.; HARRIS, P.A. Effests of a induced pause in egg production and suplementation of the diet with iron on egg shell colour, quality and performance of brown egg layers. **British Poultry Science**, Edimburgh, v.30, n.2, p.257-264, June 1989.
- KESHAVARZ, R. 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.

- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Science*, Champaign, v.72, n.1, p.144-153, Jan. 1993.
- KUHL Jr., H.J.; HOLDER, D.P.; SULLIVAN, T.W. Influence of dietary calcium level, source and particle size on performance of laying chickens. *Poultry Science*, Champaign, v.56, n.2, p.605-611, Mar. 1977.
- LEN, R.E.; ABPLANALP, H.; JOHNSON, E.A. Second year production of force molted hens in the California random sample test. *Poultry Science*, Champaign, v. 43, n.3, p. 638-646, May 1964.
- 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. de Fatores nutricionais envolvidos na qualidade do ovo. IN: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 3, São Paulo, 1993. *Anais...* São Paulo: APA, 1993. p. 29-51.
- MILLER, P.C.; SUNDE, M.L. The effect of various particle sizes of oyster shell and limestone on performance of laying leghorn pullets. *Poultry Science*, Champaign, v.54, n.5, p.1422-1433, Sept. 1975.
- MIYANO, O.A. Viabilidade econômica da muda forçada em poedeiras comerciais. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. *Anais...* Campinas: FACTA, 1993. p. 159-66.
- MORENG. R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de ovos.** São Paulo: Roca, 1990. 379p.
- MUIR, F.V.; GERRY, R.W.; HARRYS, P.C. Effects of various source and sizes of calcium carbonato on egg quality and laying house performance of Red x Rock Sex-Linked females. *Poultry Science*, Champaign, v.54, n.6, p.1898-1904, Nov. 1975.
- NATIONAL REASEARCH COUNCIL. **Nutrient requiriment of poultry.** 8.ed. Washington, 1984. 71p. (Nutrient requiriments of domestic animals)

- NOLES, R.K. Subsequent production and egg quality of forced molted hens. **Poultry Science**, Champaign, v.45, n.1, p.50-57, Jan. 1966.
- NORDSTRON, J.O. Albumen quality of eggs laid during molt induction. **Poultry Science**, Champaign, v.59, n.8, p.1711-1714, Aug. 1980.
- NYS, Y. Relationship between age, shell quality and individual rate and duration of shell formation in domestic hens. **British Poultry Science**, Edimburgh, v.27, n.68, p.253-259, June 1986.
- OLIVEIRA, B.L. Alimentação de poedeiras após muda forçada. IN: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, 1993, **Anais...** Campinas: CBNA, 1993. p. 46-50.
- OLIVEIRA, B.L. **Muda forçada em poedeiras comerciais**. Lavras: ESAL, 1981. 5p. (Boletim Técnico).
- OLIVEIRA, B.L. Pontos críticos no manejo de poedeiras. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, 1992. **Anais...** Campinas: FACTA, 1993. p. 137-44.
- OUSTERHOUT, L.E. Effects of calcium and phosphorus level on egg weight and egg shell quality in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.59, n.7, p.1480-1484, July 1980.
- RAO, K.S.; ROLAND, D.A. Improved limestone retention in the gizzard of comercial leghorn hens. **Journal Applied Poultry Research**, v.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, and the calcium status of the hen. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.12, p.2170-2176, Dec. 1989 .
- RODRIGUES, P.B. **Fatores que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de segundo ciclo**. Lavras: UFLA, 1995. 156p. (Dissertação Mestrado em Zootecnia).
- ROLAND, D.A. Efecto del momento de la ingestión de calcio sobre la calidad de la cáscara. **Avicultura Profesional**, Athens, v.2, n.1, p.31-32, Fev. 1984.

- ROLAND, D.A. Factors influencing shell quality of aging hens. **Poultry Science**, Champaign, v.58, n.4, p.774-777, July 1979.
- 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. Egg shel quality III: Calcium and phosphorus 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 or solubility of calcium source. **World Poultry Science Journal**, Madison, v.42, n.2, p.166-171, June 1986b.
- ROLAND, D.A.; HARMS, R.H. Calcium metabolism in the laying hen 5. Effect of various sources and sizes of calcium carbonato on shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v.52, n.1, p.369-372, Jan. 1973.
- ROLAND, D.A., HARMS, R.H. Specific gravity of eggs in relation to egg weightf and time of ovoposition. **Poultry Science**, Champaign, v.53, n.4, p.1494-1498, July 1974.
- ROLAND, D.A.; PUTMAN, C.E.; HILBURN, R.L. The relationship of on ability of hens to maintain eggshell calcification when stressed with inadequate dietary calcium. **Poultry Science**, Champaign, v.57, n.6, p.1616-1621, Nov. 1978.
- ROLAND, D.A.; SLOAN, D.R.; HARMS, R.H. Calcium metabolism in the laying hen 1. Calcium retention in the digestive tract of the laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v.51, n.2, p.598-601, Mar. 1972.
- ROLAND, D.A.; SLOAN, D.R.; HARMS, R.H. Calcium metabolism in the laying hen 4. The calcium status of the hen at night. **Poultry Science**, Champaign, v.52, n.1, p.351-354, Jan. 1973.
- ROLAND, D.A.; SLOAN, D.R.; HARMS, R.H. The ability of hens to maintaim calcium deposition in the egg shell and egg yolk as the hen ages. **Poultry Science**, Champaign, v.54, n.5, p.1720-1723, Sept. 1975.

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. (Tabelas brasileiras). Viçosa: U.F.V. Imprensa Universitária, 1992. 59p.

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.

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. , n. , p.1055-1063, 1971.

SOARES, J.H. Calcium metabolism and its control - A Reveiw. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.10, p.2075-2083, Oct. 1984.

SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; NEVES, M.; GARDINE, C.H.C. Efeito da idade da galinha sobre a qualidade dos ovos durante o período pós-muda. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** Santos: FACTA, 1994a. p.133.

SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; NEVES, M.; GARDINE, C.H.C. Influência da idade da ave sobre a qualidade dos ovos durante o período pós-muda. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** Santos: FACTA, 1994b. p.169-70.

SUGAHARA, M. Fisiologia nutricional de poedeiras. IN: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 3, São Paulo, 1993. **Anais...** São Paulo: APA, 1993. p.15-27.

SWANSON, M.H.; BELL, D.D. Field tests of forced molting practices and performance in commercial egg production flocks. In: WORLD POULTRY CONGRESS, 14, Madrid, **Proceedings...** Espanha: WPSA, v.3, p.88-97.

SWANSON, M.L.; JOHNSTON, G. Eggshell damage during handling. **Poultry Digest**, New Jersey, v.32, n.371, p.12-13, Jan. 1973.

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

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. AGRICULTURAL MARKETIG SERVICE. **Egg grading manual.** washington, 1964. 64p. (Agriculture Handbook, 75).

VAN DER KLIS, J.D.; VERSTEGEN, M.W.A.; DE WIT, W. Absorption of minerals retention time of dry matter in the gastrointestinal tract of broiles. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.12, p.2185-2194, Dec. 1990.

WATKINS, R.M.; DILWORTH, B.L.; DAY, E.J. Effect of calcium supplement particle size and source on the performance of laying chicken. **Poultry Science**, Champaign, v.56, n.5, p.1641-1647, Sept. 1977.

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

ZUMBADO, M. La gravedad específica pa determinar la calidad del cascarón. **Avicultura Profesional**, Athens, v.3, n.1, p.8-10, Mar. 1983.

APÊNDICE

TABELA 1A - Quadrados médios das análises de variância para produção de ovos, consumo diário de ração, conversão alimentar, peso dos ovos e perda de ovos, para as fases de postura.

F. V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		PRODUÇÃO OVOS	CONSUMO RAÇÃO	CONVERSÃO ALIMENTAR	PESO OVOS	PERDAS OVOS
Idade	1	1,902678**	7175,288**	2,340277**	62,36690**	1182,173**
Resíduo	628	0,5737650	17,67626	0,0595710	4,619934	4,047498
C.V. (%)		7,3	3,8	10,6	3,2	67,9

** (P<0,001)

TABELA 2A - Quadrados médios das análises de variância para peso específico, espessura da casca, peso da casca por unidade de superfície de área, percentagem de casca, e Unidade Haugh, para as fases de postura.

F. V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		PESO ESPECÍFICO X 10 ⁻⁵	ESPESSURA CASCA X 10 ⁻³	CASCA g/cm ²	% CASCA	UNIDADE HAUGH
Idade	1	86,45270**	14,6054**	775,3301**	4,050399**	977,028**
Resíduo	628	0,426309	0,3607495	11,68343	0,1131290	15,02117
C.V. (%)		0,2	4,8	4,5	5,7	4,97

** (P<0,001)

TABELA 3A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Produção Média de Ovos (PMO) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,01117592*
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,04561352**
Semana (S)	6	0,1921734***
N x F	4	0,01018644*
N x S	12	0,003071791
F x S	6	0,02875047
Resíduo	276	0,003525959
<hr/>		
N x F		
N:F1		
Linear	1	0,02397281***
Quadrática	1	0,003973247
N:F2		
Linear	1	0,001884090
Quadrática	1	0,01598398
N:F3		
Linear	1	0,0006246814
Quadrática	1	0,01665887
<hr/>		
F x N		
F:N1	2	0,01973986**
F:N2	2	0,01413164*
F:N3	2	0,03211493***
<hr/>		
C V (%)		5,421
<hr/>		
* (P<0,05)		
** (P<0,01)		
*** (P<0,001)		

TABELA 4A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Produção Média de Ovos (PMO) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,02404080**
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,004931554
Semana (S)	6	0,004200166
N x F	4	0,008756200
N x S	12	0,001371246
F x S	12	0,002731955
Resíduo	276	0,003927339
C.V. (%)		6,4040

** (P<0,01)

TABELA 5A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Consumo Médio de Ração (CMR) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	58,37707**
Forma de forn.do calcário (F)	2	9,971332
Semana (S)	6	255,5314***
N x F	4	0,58865*
N x S	12	9,700985*
F x S	12	6,854115
Resíduo	276	8,411481
N x F		
N:F1		
Linear	1	26,31612
Quadrática	1	95,26323***
N:F2		
Linear	1	0,001041246
Quadrática	1	12,07200
N:F3		
Linear	1	65,45583***
Quadrática	1	0,0004004739
F x N		
F:N1	2	11,60026
F:N2	2	7,669900
F:N3	2	31,87835*
C.V. (%)		2,5446

* (P<0,05)

** (P<0,01)

TABELA 6A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Consumo Médio de Ração (CR) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	7,993165
Forma de forn.do calcário (F)	2	62,35278*
Semana (S)	6	179,3220***
N x F	4	73,11497*
N x S	12	7,762924
F x S	12	14,11497
Resíduo	276	18,32089
N x F		
N:F1		
Linear	1	170,6329***
Quadrática	1	21,20427
N:F2		
Linear	1	51,37713
Quadrática	1	3,489456
N:F3		
Linear	1	1,305688
Quadrática	1	60,43944
F x N		
F:N1	2	42,41626
F:N2	2	81,43286*
F:N3	2	84,73492**
C.V. (%)		3,927

* (P<0,05)

** (P<0,01)

TABELA 7A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Conversão Alimentar Média (CA) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,1819773**
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,4826522***
Semana (S)	6	1,944371***
N x F	4	0,04149741
N x S	12	0,06556915
F x S	12	0,06271797
Resíduo	276	0,03682977

C.V. (%) 8,5570

** (P<0,01)

*** (P<0,001)

TABELA 8A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Conversão Alimentar Média (CAM) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,2425623**
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,002531606
Semana (S)	6	0,07906809
N x F	4	0,03630924
N x S	12	0,01730208
F x S	12	0,04204740
Resíduo	276	0,03885037

C.V. (%) 8,3356

** (P<0,01)

TABELA 9A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Peso Médio do Ovo (PO) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	8,010028
Forma de forn.do calcário (F)	2	9,431636
Semana (S)	6	30,84349***
N x F	4	3,153940
N x S	12	2,129024
F x S	12	3,5764942
Resíduo	276	3,756130
C.V. (%)		2,9442

*** (P<0,001)

TABELA 10A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Peso Médio do Ovo (PO) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura . Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	7,169792
Forma de forn.do calcário (F)	2	5,306743
Semana (S)	6	16,58389**
N x F	4	2,222856
N x S	12	7,487179
F x S	12	5,857821
Resíduo	276	4,601848
C.V. (%)		3,2280

** (P<0,01)

TABELA 11A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Perdas Média de Ovos (PMO) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,0001931274*
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,0003667574**
Semana (S)	6	0,024836494***
N x F	4	0,001725457**
N x S	12	0,0003537924
F x S	12	0,0003523623
Resíduo	276	0,0004066819
N x F		
N:F ₁		
Linear	1	0,003467934***
Quadrática	1	0,0002441331
N:F ₂		
Linear	1	0,0006686231
Quadrática	1	0,00004003935
N:F ₃		
Linear	1	0,002720732***
Quadrática	1	0,0001466206
F x N		
F:N ₁	2	0,0007764047**
F:N ₂	2	0,00006627625
F:N ₃	2	0,002974990**
C.V. (%)		81,557

*(P<0,05)

** (P<0,01)

*** (P<0,001)

TABELA 12A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Perdas Médias de Ovos (PMO) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,001810241
Forma de forn. do calcário (F)	2	0,004546823
Semana (S)	6	0,003715638
N x F	4	0,002243433
N x S	12	0,001039303
F x S	12	0,0007829111
Resíduo	276	0,001852348
C.V. (%)		57,648

TABELA 13A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Peso Específico dos Ovos (PEO) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,02575671
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,01179233
Avaliação (A)	1	0,8379400***
N x F	4	0,02808880
N x A	2	0,001116848
F x A	2	0,009648120
Resíduo	76	0,02734039
C.V. (%)		0,15212

*** (P<0,001)

TABELA 14A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Peso Específico dos Ovos (PE) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,06832853
Forma de forn. do calcário (F)	2	0,1457067*
Avaliação (A)	1	1,117128***
N x F	4	0,08132752*
N x A	2	0,04224832
F x A	2	0,005425357
Resíduo	76	0,03211796
N x F		
N:F1		
Linear	1	0,2663403***
Quadrática	1	0,003285701
N:F2		
Linear	1	0,06361717
Quadrática	1	0,07155310
N:F3		
Linear	1	0,04801959
Quadrática	1	0,009127344
F x N		
F:N1	2	0,1465850*
F:N2	2	0,06487339
F:N3	2	0,9688987
C.V. (%)		0,164

* (P<0,05)

*** (P<0,001)

TABELA 15A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Espessura da Casca do Ovo (ECO) por Ave/Dia, na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,0002601240
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,0002238271
Avaliação (A)	1	0,004791222***
N x F	4	0,00007141981
N x A	2	0,00002086393
F x A	2	0,0004934564
Resíduo	76	0,0002652208
C.V. (%)		4,0396

*** (P<0,01) 0

TABELA 16A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Espessura da Casca do Ovo (ECO) por Ave/Dia, na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,0002853074
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,0001577158*
Avaliação (A)	1	0,002489383*
N x F	4	0,0001173456
N x A	2	0,0008312367
F x A	2	0,0005312337
Resíduo	76	0,0003628231
C.V. (%)		4,9470

*(P<0,05)

TABELA 17A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes ao Peso da Casca por Unidade de Superfície de Área (PCUA), na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	12,03415
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,0766655
Avaliação (A)	1	52,22237*
N x F	4	5,018450
N x A	2	1,213683
F x A	2	20,88505
Resíduo	76	9,159849
C.V. (%)		3,9167

*(P<0,05)

TABELA 18A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Percentagem de Casca por Unidade de Superfície de Área (PCUA), na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	4,554619
Forma de forn.do calcário (F)	2	59,63900**
Avaliação (A)	1	80,45126*
N x F	4	13,57110
N x A	2	22,84910
F x A	2	5,426723
Resíduo	76	12,14620
C.V. (%)		4,7662

*(P<0,05)

** (P<0,01)

TABELA 19A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Percentagem de Casca do Ovo (PCO), na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,2357952
Forma de forn. do calcário (F)	2	0,01543074
Avaliação (A)	1	0,4099941
N x F	4	0,05260790
N x A	2	0,03962964
F x A	2	0,1986606
Resíduo	76	0,1202315
C.V. (%)		3,9001

TABELA 20A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Percentagem de casca do Ovo (PCO), na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	0,05380428
Forma de forn. do calcário (F)	2	0,8601513**
Avaliação (A)	1	1,227344**
N x F	4	0,2074344
N x A	2	0,3288268
F x A	2	0,028281144
Resíduo	76	0,1641699
C.V. (%)		4,8241

** (P<0,01)

Page 37

TABELA 21A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Unidade Haugh (UH), na Fase Inicial de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	28,67997
Forma de forn.do calcário (F)	2	1,249302
Avaliação (A)	1	0,9513972
N x F	4	4,271155
N x A	2	3,493122
F x A	2	13,58916
Resíduo	76	11,44520
C.V. (%)		4,1132

TABELA 22A - Quadrado Médio da Análise de Variância dos Dados Referentes à Unidade Haugh (UH), na Fase Final de Postura. Lavras-MG, 1994.

F.V.	G.L.	Q.M. (PMO)
Nível de cálcio (N)	2	20,75939
Forma de forn.do calcário (F)	2	0,9176713
Avaliação (A)	1	16,60549
N x F	4	27,55564
N x A	2	2,768386
F x A	2	11,12784
Resíduo	76	19,65685
C.V. (%)		5,9820

TABELA 23A - Solubilidade do Calcário calcítico em HCL, Utilizado nas Dietas Experimentais.

Calcário	Pulverizado	Granulado
Solubilidade (%)	98,50	97,46

TABELA 24A - Especificações de peneiras nos sistemas oficial americano(USA Sieve Series - ASTM - Specification E - 11 - 70), Tyler (The Tyler Standard Scale), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), Mesh, USBS.

Diâmetros dos Orifícios		USA std	Tyler	ABNT	Mesh	USBS
mm	polegadas					
26,90	1,06	1,06	1,05		1,06	
25,40	1,00	1,01	1,00			
22,60	0,875	7/8	0,883		7/8	
19,00	0,750	3/4	0,742		3/4	
16,00	0,625	5/8	0,624		5/8	
13,50	0,530	0,530	0,525		0,530	
12,70	0,500	1/2			1/2	
11,20	0,438	7/16	0,441		7/16	
9,51	0,375	3/8	-	-	3/8	-
7,92	0,311	5/16	2,5	-	2½	-
5,66	0,223	3,5	3,5	-	3½	3,5
4,75	0,187	4	4	4	4	4
4,00	0,157	5	5	5	5	5
3,35	0,131	6	6	6	6	
2,80	0,110	7	7	7	7	
2,36	0,092	8	8	8	8	8
2,00	0,0787	10	9	10	10	10
1,70	0,0661	12	10	12	10	12
1,40	0,0551	14	12	14	12	14
1,19	0,0469	16	-	-		14
1,00	0,0394	16	14	18	16	-
0,85	0,0331	20	20	20	20	-
0,71	0,0279	25	24	25	24	25
0,60	0,0234	30	28	30	28	
0,50	0,0195	35	32	35		32
0,425	0,0165	40	35	40		35
0,355	0,0139	45	42	45	42	45
0,300	0,0117	50	48	50	48	50
0,250	0,0098	60	60	60	60	60
0,212	0,0083	70	65	70	65	
0,180	0,0071	80	80	80		80
0,150	0,0059	100	100	100	100	
0,125	0,0049	120	115	120	115	
0,106	0,0041	140	150	140	150	
0,090	0,0035	170	170	170	170	
0,075	0,0029	200	200	200	200	
0,063	0,0025	230	250	230	250	
0,053	0,0021	270	270	270	270	
0,045	0,0018	325	325	325	325	
0,038	0,0015	400	400	400	400	