

Data: Dezembro /2007

Fatores que Interferem na Qualidade da Casca do Ovo.

Introdução

Muito se aprendeu nos últimos 50 anos, sobre a qualidade da casca dos ovos. Durante esse período, a genética da poedeira comercial, as rações utilizadas, as práticas de manejo e o design das instalações, passaram por mudanças profundas. No futuro, é bem provável que mudanças adicionais sejam feitas pela indústria de ovos comerciais. Entretanto, não importa que mudanças venham a ocorrer, a casca do ovo precisará ser sempre resistente o bastante, para maximizar o número de ovos comercializáveis.

A incidência de quebra de ovos depende diretamente da qualidade da casca. Mas não é possível, mesmo com todo o conhecimento disponível, corrigir todos os problemas de qualidade de casca. É possível, contudo, obter reduções significativas no número de ovos perdidos, devido à qualidade inferior da casca. Para isso é necessário compreender, que em geral, o problema de quebra de ovos não é devido a um fator isolado e sim a um conjunto de fatores, entre os quais devem ser citados:

- adequação da nutrição,
- problemas de saúde no plantel,
- práticas de manejo,
- condições ambientais
- genética
- outros.

A questão é : Quanto destas perdas podem ser reduzidas pela manipulação destes fatores, à nível de indústria e/ou produtor. Para tanto cabe nesta revisão rever os pontos fundamentais do processo de formação da casca do ovo.

FORMAÇÃO DA CASCA DO OVO - O PROCESSO

Para um melhor entendimento do problema em questão, é interessante compreender o processo de formação da casca. O Quadro 1 apresenta um resumo da série típica de eventos no desenvolvimento do ovo.

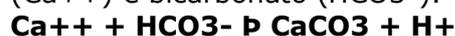
QUADRO 1. Cronologia de eventos dos diferentes estágios de formação do ovo

	Duração (horas)	Local
Desenvolvimento do óvulo e da gema		Ovário
Ovulação		Infundíbulo
Deposição do albúmen	3-4	Magno
Membranas	1-2	Ístmo
Calcificação da casca	19-21	Útero
Oviposição		Cloaca

O entendimento dessa série de eventos pode ajudar no desenvolvimento de estratégias para melhorar a qualidade da casca. Observando-se o Quadro 1 em termos de horas do dia, pode-se concluir que a ovulação ocorre uma a duas horas depois da oviposição, que em geral ocorre de manhã. A deposição do albúmen ocorre do meio do dia até o final da tarde, a deposição das membranas no final da tarde e a formação da casca durante a noite, e no auge da calcificação, o cálcio é retirado do sangue na proporção de 100 mg/hora (CONSIDINE, 1998).

Durante as primeiras 4 horas, a calcificação é lenta, sendo que, nesta fase, o ovo absorve água, alguns sais e glicose do fluido da glândula da casca, aumentando de tamanho até atingir, aproximadamente, o tamanho que terá no momento da postura (ITO, 1998). Este processo de "inchamento" faz com que ocorra a distensão da parede do útero, funcionando como um estímulo para o início da fase de rápida calcificação (ITO, 1998).

A calcificação da casca verdadeira é resultado da combinação de íons cálcio (Ca^{++}) e bicarbonato (HCO_3^-):



O padrão de alimentação das poedeiras comerciais deveria seguir o desenvolvimento da formação da casca do ovo. As poedeiras usualmente comem pela manhã depois da postura do ovo. Isso coincide com a deposição do albúmen. Depois deveriam ser novamente alimentadas antes do período de escuro, de forma a elevar os níveis de Ca no organismo antes da formação da casca.

Estratégias como alimentação a meia-noite poderia suprir a poedeira de Ca, quando ele é mais necessário (CONSIDINE, 1998).

A casca pode ser considerada como uma malha de membranas que são cobertas pela deposição de cristais de carbonato de cálcio e tem características peculiares que mantêm diretamente o desenvolvimento embrionário. As estruturas da casca e as respectivas composições, estão relacionadas no Quadro 2.

QUADRO 2. Estruturas da casca

ESTRUTURAS	COMPOSIÇÃO
Membranas da Casca (Interna e Externa)	Desmosina, isodesmosina, colágeno e glicoproteína
Camada Mamilar	Mucopolissacarídeos
Camada de Cones e Paliçada	CaCO_3
Cutícula	Muco
ITO (1998)	

As membranas são de essencial importância para a formação da casca dos ovos, mas estas não são capazes de ligar Ca^{++} . Porém, funcionam como estrutura de sustentação para a camada mamilar. A membrana interna é mais irregular que a externa e contém as bases para a camada mamilar. Algumas de suas fibras chegam a entrar na camada calcificada da casca (ITO, 1998). A camada mamilar é composta por pequenas massas de material orgânico, ligadas à superfície externa da membrana externa. Estas estruturas representam as bases nas quais se inicia o processo de cristalização e subsequente formação da camada de cones (ITO, 1998).

Assim, o material da matriz orgânica contém propriedades de ligação ao Ca e sua organização durante a formação da casca influencia na resistência da mesma. A maior parte da casca verdadeira é composta por longas colunas de carbonato de cálcio (BUTCHER et al, 1990), na forma de calcita (ITO, 1998). O declínio na qualidade da casca do ovo está associado a uma mudança na qualidade da matriz orgânica (FRASER et al, 1998).

A espessura da casca é o principal, mas não o único fator que determina a resistência. A relação entre a casca e a membrana orgânica é também crítica para uma casca de boa qualidade e precisa ser considerada (BUTCHER et al, 1990).

No Quadro 3, pode-se verificar que a maioria das cascas de boa qualidade, produzidas por poedeiras comerciais, contém aproximadamente 2.2 gramas de Ca, na forma de carbonato de cálcio. A casca contém ainda 0.3% de fósforo, 0.3% de magnésio e traços de sódio, potássio, zinco, manganês, ferro e cobre.

QUADRO 3. Conteúdos em minerais da casca de um ovo de boa qualidade

Componente	Quantidades
Cálcio (carbonato de Ca)	2,2 g
Fósforo	0,3 %
Magnésio	0,3 %
Na, K, Zn, Mn, Fe, Cu	Traços
ITO (1998) - adaptado	

Para produzir carbonato de cálcio para a casca, uma boa fonte de carbonato precisa também estar disponível e é por isso que o bicarbonato de sódio é considerado de utilidade para aliviar os efeitos adversos do estresse calórico sobre a qualidade da casca (CONSIDINE, 1998). Foi relatado por CALDERON (1994), que o carbonato é influenciado de forma extensa por fatores dietéticos que afetam o balanço ácido-básico.

Um adequado suprimento de elementos traços, especialmente zinco (Zn), é também crucial para assegurar o suprimento de carbonato (CONSIDINE, 1998). Como pode ser observado na FIGURA 1, o Zn é um cofator essencial no sistema enzimático da anidrase carbônica, que controla a transferência de íons bicarbonato do sangue para a glândula da casca (CONSIDINE, 1998).

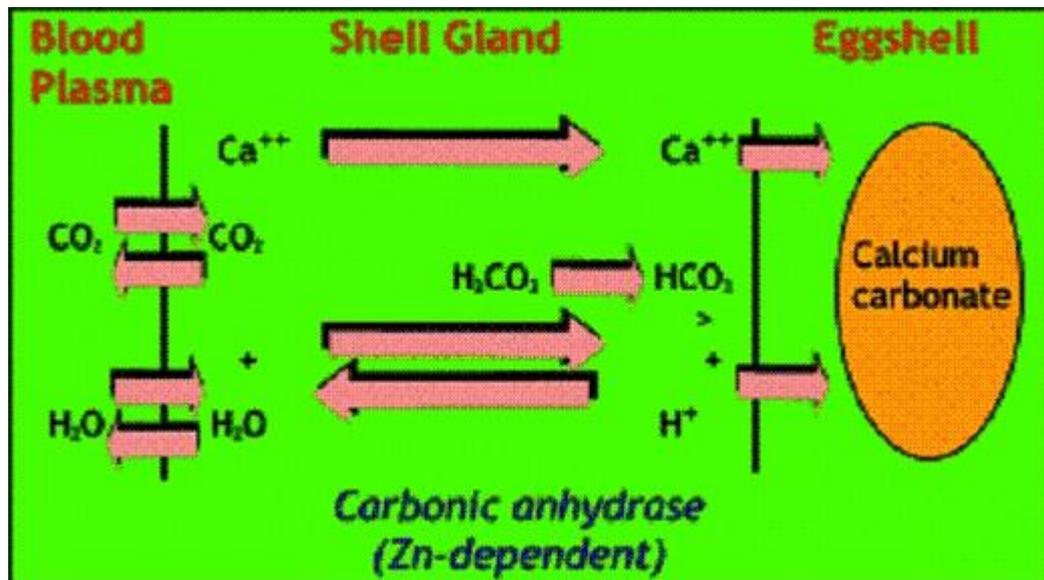


FIGURA 1. Produção de íons carbonato dentro da glândula da casca (CONSIDINE, 1998)

É desejável que a superfície da casca seja lisa, uma vez que cascas com rugas fraturam mais facilmente além de poderem afetar o desenvolvimento normal do embrião. Ovos de maior tamanho se quebram mais facilmente do que os pequenos. A principal razão disso é que a galinha é geneticamente capaz de depositar uma quantidade limitada de Ca na casca. Com a idade, as aves passam a produzir ovos maiores e uma quantidade semelhante de Ca tem que cobrir uma superfície maior.

CONTROLE HORMONAL DA OVULAÇÃO

O funcionamento do trato reprodutivo das aves está primariamente relacionados aos hormônios LH e FSH. A ocitocina por sua vez desencadeia o estímulo dos músculos da glândula da casca que determina a oviposição. A formação da casca do ovo está parcialmente sobre o controle dos hormônios secretados pelas glândulas paratireóides que regulam o metabolismo do cálcio e fósforo com uma precisão notável.

A CASCA COMO PROTEÇÃO CONTRA MICROORGANISMOS

A casca do ovo é resistente e rígida, e suporta o peso de uma ave adulta durante a incubação natural em função de sua forma ovalada e arranjo radiado de cristais. A casca é formada em 95% por carbonato de cálcio que pesa 2,2 gramas, e em 5% de matéria orgânica, representado pelas membranas externa e interna. A casca normal contém 0,3% de fósforo e 0,3% de magnésio e traços de sódio, potássio, zinco, manganês, ferro e cobre.

A casca, a cutícula e as membranas externa e interna formam uma barreira física contra a penetração de bactérias ao interior do ovo. A casca é porosa para permitir a respiração do embrião e perda de umidade e constitui-se na maior fonte de minerais necessários para o desenvolvimento embrionário.

A casca tem um revestimento externo, a cutícula, de natureza glicoproteica, que possui duas funções: a primeira é que constitui-se na principal e provavelmente

mais efetiva barreira física contra a penetração de microrganismos através da casca, e a segunda, que atua como reguladora de perda de água e do intercâmbio gasoso no embrião em desenvolvimento.

Cada ovo contém em média 8.000 poros, dos quais a maioria são tão pequenos que não permitem a passagem de microrganismos. Os poros se encontram em maior proporção no extremo mais largo do ovo, e permitem o intercâmbio gasoso e de umidade do embrião com o exterior. Entretanto, quando os ovos são de má qualidade, os poros são de maior tamanho, tem uma configuração anormal e portanto, permitem a passagem dos microrganismos ao seu interior.

A membrana da casca é a terceira barreira contra a contaminação bacteriana. Existem duas membranas da casca localizadas diretamente no seu limite: a interna (aderida a pane interna) e a externa (mais espessa). No momento da postura a temperatura do ovo é de aproximadamente 38°C e a casca ainda encontra-se úmida. Esta umidade favorece a aderência de microrganismos na superfície externa do ovo. A medida que o ovo "esfria" para temperatura ambiente, as partes internas do ovo se contraem ligeiramente. Esta contração produz uma pressão negativa dentro do ovo, formando-se uma câmara de ar na extremidade mais larga do ovo.

Neste momento, certos vírus, bactérias, fungos e outras partículas podem ser transportados ao interior e depositadas entre a casca e a membrana externa do ovo.

A resistência da casca depende da sua espessura (conteúdo de carbonato de cálcio) e da organização da matriz da casca, que pode ser estimada pela determinação de gravidade específica.

Ovos anormais, ou com casca em estruturas anormais, podem aparecer em virtude de gemas duplas ou múltiplas, ovos moles ou de casca fina, um ovo dentro do outro, casca com saliências e ovos com formato anômalos.

FATORES NUTRICIONAIS QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DA CASCA DO OVO.

CÁLCIO

O Ca iônico no plasma sanguíneo, é mantido de forma precisa, por um sistema de cascata, centrada na homeostasia hormonal do Ca. Em grandes animais o nível normal de Ca plasmático é de 10 mg/dl, entretanto, nas aves em produção este nível pode chegar a 30 mg/dl, devido a vitelogenina (CALDERON, 1994). Esta lipofosfoproteína tem uma alta capacidade de se ligar ao Ca e sua aparição no plasma da ave, se dá aproximadamente 2 semanas antes do início do período reprodutivo. A vitelogenina não está envolvida em nenhuma mudança na concentração do Ca iônico, que permanece ao redor de 1.4 - 1.5 mM, mas o Ca total do plasma é triplicado (CALDERON, 1994). A manutenção da concentração do cálcio iônico do plasma, chamada de homeostasia do Ca, tem prioridade sobre outros processos como a formação do osso e calcificação da casca (CALDERON, 1994).

Duas a três semanas antes do início da produção, ocorrem nas frangas mudanças fisiológicas no metabolismo do Ca (CALDERON, 1994). A retenção do Ca e P da dieta e o conteúdo mineral do osso são aumentados, a formação do osso medular

é facilitada, enquanto a excreção pelos rins é aumentada. O nível de Ca do sangue é aumentado como resposta ao estrógeno (CALDERON, 1994). Apesar de toda essa preparação para iniciar a produção do ovo, as aves entram em um balanço negativo de Ca. A presença de uma adequada reserva de Ca nos ossos, no começo do período produtivo, pode ser crucial para reduzir a incidência da fadiga de gaiola, manter a produção e satisfazer a qualidade da casca (CALDERON, 1994).

A utilização de uma ração de pré-postura com níveis intermediários de Ca, até que seja atingido 5% de produção atenderia, de acordo com ROLAND (1986), as frangas que ainda não iniciaram a postura e não necessitem de dietas contendo os níveis de cálcio da ração de postura, embora necessitem ingerir mais Ca do que o fornecido pela ração de desenvolvimento. Em estudos posteriores, entretanto, ROLAND (1987, 1992) observou que a utilização da dieta de pré-postura, com níveis intermediários de Ca, por um curto período de tempo, não é a melhor estratégia, uma vez que resulta em estresse sobre o esqueleto das frangas que amadurecem precocemente, talvez as melhores frangas do plantel. ROLAND (1992) concluiu ser benéfica a utilização na ração de pré-postura com níveis de Ca próximos aos utilizados na primeira fase de postura.

A alimentação de frangas com dietas com altos níveis de Ca não afetou a produção de ovos e a qualidade da casca no período produtivo subsequente, mesmo quando a ração de pré-postura foi fornecida por um período longo, de 60 dias (BAR et al., 1998). Os autores observaram ainda, que os níveis de Ca e ácido úrico no plasma não foram afetados, indicando que é segura a utilização de rações contendo 39 a 40 g de Ca/kg na fase de pré-postura.

A rota provável para o Ca ingerido pelas aves no período da manhã seria intestino delgado-sangue-glândula da casca e finalmente a casca. No entanto, poedeiras alimentadas do período da tarde até o começo da calcificação da casca podem depositar Ca diretamente no ovo (CALDERON, 1994). Na FIGURA 2 pode ser observado o esquema, proposto por SUGAHARA (1993), para ilustrar os aspectos quantitativos do metabolismo do Ca das poedeiras. ROLAND et al (1997) reportaram que 60 % do Ca do alimento encontrado na moela é absorvido nas 4 horas seguintes. Além disso 60% do Ca é absorvido através da parede do endométrio do duodeno em 30 minutos e esse processo é aumentado pela calcificação do ovo no útero (ROLAND et al., 1997). Uma poedeira produz aproximadamente 250 ovos por ano, o que corresponde a 20 vezes a quantidade de Ca em seus ossos em um dado período. Assim, é grande o requerimento da poedeira por Ca. Pode ser considerado que durante as 20 horas necessárias para a formação da casca do ovo, 25mg de Ca precisa ser depositado no ovo a cada 15 minutos. Essa quantidade de Ca representa o total de Ca no sistema circulatório de uma ave normal em um dado período (BUTCHER et al, 1990). O Ca é obtido de duas fontes, dieta e ossos. A poedeira não é 100% eficiente na extração do Ca à partir das fontes disponíveis na dieta. A taxa de absorção do Ca da dieta é de aproximadamente 40% quando a glândula da casca está inativa, mas chega a 72% quando esta se encontra ativa (ODERKIRK, 1998).

A translocação do Ca dos ossos e do intestino para o útero parece envolver uma proteína transportadora de Ca (CaBP) extracelular e intracelular (GUYER et al, 1980). A produção de ovos sem casca pode ser associada, de acordo com RABON e ROLAND (1991), com o nível de atividade da CaBP uterina, especialmente 14

horas após a oviposição.

A utilização do Ca é maior em aves que apresentam ovos de cascas mais pesadas do que aves cujos ovos apresentam as cascas mais leves (ABDALLAH et al, 1993a). Parece que as poedeiras de ovos com casca mais grossa produzem cascas mais espessas devido a maior eficiência de retenção do Ca nos dias em que há formação de casca (CLUNIES et al, 1992b). As poedeiras de ovos com casca mais grossa também apresentam maior retenção de Ca nos dias em que não há formação de casca, o que sugere que essas aves utilizam mais mineral dos ossos para formação da casca e que essas reservas devem ser repostas, nos dias em que a casca não é formada (CLUNIES et al, 1992b).

Um fator determinante no requerimento de Ca é a solubilidade das fontes (CALDERON, 1994). Assim, o fornecimento de uma fonte de Ca em adequada granulometria e solubilidade, pode garantir que o Ca esteja presente no intestino durante o período em que é mais necessário. O fornecimento de partículas maiores de calcário ou farinha de ostra, que liberam o Ca lentamente para o organismo, pode melhorar significativamente a qualidade da casca do ovo (GUINOTTE e NYS, 1991; CONSIDINE, 1998), especialmente em lotes mais velhos (CONSIDINE, 1998). COON et al.(1992) determinou em métodos in vitro que a solubilidade ótima do calcário varia de 11 a 14%, sendo esse valor obtido por uma mistura adequada de calcários de várias granulometrias. Para maximizar a qualidade da casca e manter a resistência óssea, as poedeiras mais velhas podem necessitar de um calcário de solubilidade mais baixa, de 8 a 10%, e uma maior ingestão de Ca (ZOLLITSCH et al., 1996).

Podem ser relacionadas, de acordo com CALDERON (1994), diversas dificuldades para o estabelecimento preciso das exigências em Ca:

- Mudanças na genética da poedeira,
- Diferenças nos requerimentos de Ca entre linhagens,
- Inter-relação com fósforo e vitamina D,
- Inter-relação com o tamanho da partícula (solubilidade),
- Capacidade da poedeira em ajustar seu consumo para obter o requerimento de Ca,
- Efeitos adversos do excesso ou inadequado consumo de Ca,
- Os requerimentos têm sido expressos por muitos autores como % da dieta, sem levar em consideração o consumo de ração em função do nível de EM, temperatura ambiente, linhagem e idade das aves.

O Ca, de acordo com ROLAND (1996), é um dos poucos nutrientes para o qual não é feito um ajuste completo, em porcentagem na dieta, em função de mudanças no consumo de ração, objetivando a manutenção de consumos constantes do nutriente (QUADRO 4).

Quadro 4. Recomendações de Ca e Met + Cys para a fase 1

Consumo(g/ave/dia)	Met + Cys (%)	Met + Cys (mg/ave/dia)	Ca (%)	Ca (mg/ave/dia)
77	0,86	662	3,85	2,96

82	0,81	664	3,85	3,16
86	0,77	662	3,85	3,31
91	0,73	664	3,80	3,45
95	0,69	656	3,72	3,53
100	0,66	660	3,55	3,55
ROLAND (1996)				

Um limite máximo tem sido utilizado para o Ca dietético, devido a preocupação de que se o Ca for aumentado de forma a se obter um consumo constante independente do consumo de ração, ocorrerá uma redução no tamanho do ovo e possivelmente efeitos adversos na produção e consumo de ração. Embora esse seja o pensamento geral, não existem dados que suportem essa teoria e mesmo o oposto pode ocorrer (ROLAND, 1996). Quantidades inadequadas de Ca podem reduzir o peso do ovo devido a redução no peso da casca (ROLAND et al., 1985).

Embora as aves possam consumir energia extra quando alimentadas com uma dieta deficiente em Ca, isso parece ter pequeno ou nenhum efeito benéfico no tamanho ou produção de ovos (ROLAND, 1996).

Para o aumento no peso da casca e na qualidade da casca do ovo, parece ser necessário um aumento na ingestão de Ca pela poedeira, através da utilização de maiores níveis de Ca nas rações (FROST e ROLAND, 1991; CLUNIES et al., 1992a). O aumento nos níveis de Ca resulta em aumento linear na retenção de Ca e aumento quadrático no peso da casca (CLUNIES et al., 1992a).

No passado as poedeiras comerciais consumiam 100 a 104 g de ração/dia enquanto hoje é comum que poedeiras Hy-Line W-36 em pico de produção consumam somente 73 a 77 g de ração/dia. Assim, o limite superior para o Ca usado no passado pode não ser adequado para poedeiras modernas alojadas em ambiente controlado (ROLAND, 1996).

Ao estudar a influência do Ca e da temperatura ambiente sobre o desempenho de poedeiras na primeira fase do primeiro ciclo, ROLAND (1996) concluiu que as poedeiras comerciais durante a fase 1 devem receber dietas com um nível mínimo de Ca de 4.25% (3.4 a 3.6 g/ave/dia) a 4.50% (3.6 a 3.8 g/ave/dia) e que o requerimento preconizado pelo NRC (1994) para poedeiras comerciais (3.25 g/ave/dia) é inadequado para máximo lucro e desempenho. A piora na qualidade da casca dos ovos de aves recebendo níveis inadequados de cálcio é acentuada em condições de alta temperatura ambiente (Quadro 5).

Quadro 5. Influência da To e do nível de Ca sobre a gravidade específica dos ovos de 22 a 32 semanas de idade

Tratam.	Idade da Ave (semanas)						
	22	24	25	26	28	32	X
Temp.	***	**	***	***	***	**	***
Quente	1,0882	1,0854	1,0843	1,0851	1,0836	1,0833	1,0851
Fria	1,0902	1,0868	1,0864	1,0863	1,0857	1,0845	1,0869
Ca (%)	***L	***LQ	***LQ	***LQ	***LQ	***LQ	***LQ
2,5	1,0872	1,0824	1,0814	1,0815	1,0796	1,0788	1,0822
3,0	1,0880	1,0838	1,0824	1,0831	1,0824	1,0819	1,0839
3,5	1,0896	1,0862	1,0855	1,0859	1,0840	1,0840	1,0860
4,0	1,0891	1,0880	1,0868	1,0872	1,0868	1,0860	1,0874
4,5	1,0905	1,0881	1,0877	1,0879	1,0871	1,0858	1,0880
5,0	1,0908	1,0880	1,0882	1,0886	1,0878	1,0871	1,0885
ROLAND (1996)							

O aumento no número de ovos quebrados ou de casca fina observado em aves mais velhas, pode ser, de acordo com ELAROUSSI et al. (1994), um resultado de desordens associadas aos mecanismos homeostáticos do Ca. As aves mais novas apresentam, segundo esses autores, uma melhor resposta adaptativa a períodos de restrição de Ca do que aves mais velhas. CHANDRAMONI et al. (1998) concluíram que as concentrações de 36g de Ca e 5 g de Pt por quilo de ração foram adequadas para poedeiras criadas em gaiolas e em climas tropicais.

FÓSFORO

Em contraste com o Ca, o P plasmático é pobremente regulado e seu nível pode ser modificado pela dieta (CALDERON, 1994). O alto conteúdo em fósforo (P) e o excesso de cloro podem ter um efeito negativo sobre a qualidade da casca do ovo. É possível que esses dois elementos quando em excesso, atuem negativamente sobre a qualidade da casca do ovo, através de seus efeitos sobre o balanço ácido- básico (pH) no sangue (BUTCHER et al, 1990). Embora o fósforo na forma monobásica seja um forte anion acidogênico, na forma dibásica é um anion muito fraco KESHAVARZ (1994).

O fósforo pode formar também, complexos com o Ca no trato digestivo, que são indisponíveis para a ave, sendo então excretados (CONSIDINE, 1998).

O P não está diretamente envolvido na formação da casca do ovo, mas níveis mínimos são requeridos para a formação óssea e isso é muito importante em lotes velhos, nos quais a osteoporose e a fadiga de gaiola podem representar um problema (CONSIDINE, 1998). O nível de 0,4% de fósforo total (0,2%Pd) foi inadequado, segundo VANDEPOPULIERE e LYONS (1992), para máximo desempenho de poedeiras.

Para ROLAND (1992), 5-15% das poedeiras em um plantel típico pode estar recebendo níveis marginais ou inadequados do P, mesmo que os produtores

acreditem que todas as aves estão consumindo altos níveis de P, o que pode resultar em osteopenia. Segundo esse autor, as principais razões para o consumo inadequado de P são as variações no conteúdo e na disponibilidade do P dos ingredientes e no consumo de ração.

Dietas com níveis marginais de fósforo associadas a um nível insuficiente de Ca resultam em ossos fracos (FROST e ROLAND, 1991). Quando dietas com níveis marginais de P são fornecidas e o consumo de P é baixo, a resistência do esqueleto, qualidade da casca, produção e função renal podem ser adversamente afetados, resultando em osteopenia, mortalidade e redução nos lucros (ROLAND, 1992). Entretanto, FROST et al. (1991) e ROLAND (1992) observaram que se o consumo de P permanece marginal, uma melhoria na casca do ovo pode ocorrer, uma vez que o baixo nível de P no sangue causado por dietas marginais em P, estimula muitas reações bioquímicas que elevam a concentração de Ca iônico no sangue (Quadro 6). A hipótese mais provável é a de que esse Ca adicional poderia ser usado na calcificação da casca e melhoria da qualidade da casca.

Entretanto, essa melhoria é temporária, uma vez que observa-se também uma redução na deposição de Ca nos ossos e um aumento na perda de Ca pela urina, provavelmente porque os baixos níveis séricos de P levam a um aumento na produção e níveis sanguíneos da Vit D3 ativa, mas não de PTH, o que causaria a osteopenia e má função renal (ROLAND, 1992). A influência dos baixos níveis de fósforo dietético na elevação do Ca urinário é acentuada quando a dieta contém níveis excessivos de Ca (RAO et al., 1991).

Quadro 6. Influência do fósforo da dieta sobre as concentrações plasmáticas de Pi e Ca++ em poedeira comercial Leghorn alimentada com níveis variáveis de fósforo dietético

Nível de P na dieta (%)	Pi plasmático(mmol/L)	Ca plasmático(mmol/L)
0,40	0,989	1,55
0,45	1,202	1,51
0,50	1,292	1,49
0,55	1,434	1,45
0,60	1,470	1,43
0,65	1,486	1,43
0,70	1,499	1,42
	L, Q	L
ROLAND (1992)		

RELAÇÃO Ca/P

Altos níveis de Ca ou P no intestino reduz a absorção de ambos. Um alto nível de Ca aumenta o pH intestinal, o que resulta em decréscimo na absorção do P, Zn e Mn (ODERKIRK, 1998). A absorção do P é ótima em pH 6. Quando o pH é maior do que 6,5, a absorção do P é significativamente reduzida (ODERKIRK, 1998). Por outro lado, altos níveis plasmáticos de P resultam em diminuição na absorção do Ca a partir do intestino e na mobilização do Ca ósseo, uma vez que o P é um

elemento central no balanço ácido-básico orgânico (ODERKIRK, 1998). O NRC (1994), recomenda para poedeiras consumindo 100g de ração por dia, os níveis de 3.25% de Ca e 0.25% de Pd, em uma relação Ca/Pd de 13:1.

MAGNÉSIO

A conversão de 25-OHD3 em 1.25 (OH)2D3 é dependente do adequado nível e disponibilidade do Mg (CALDERON, 1994). O nível de requerimento parece estar entre 0.06 e 0.1%, tendo sido encontrado, de acordo com CALDERON (1994), um efeito adverso em poedeiras recebendo o nível de 0.6% de Mg na ração.

ZINCO

Como citado anteriormente (Figura 1), o Zn é um cofator essencial no sistema enzimático da anidrase carbônica, que controla a transferência de íons bicarbonato do sangue para a glândula da casca (CONSIDINE, 1998).

O fornecimento do composto zinco-metionina aparentemente foi eficiente na neutralização dos efeitos negativos da adição de 2g de NaCl por litro de água de bebida (MORENG et al., 1992). Já foi bem demonstrado ser benéfica para a qualidade da casca do ovo a suplementação de 100-200 ppm de zinco (VICENZI, 1996).

iodo

A adição de tiroproteína à ração melhora a qualidade da casca do ovo e o uso de substâncias de atividade antitiroideana a prejudica (VICENZI, 1996). Entretanto, a adição de iodo parece não ter efeito na qualidade da casca do ovo (VICENZI, 1996).

COBRE

A carência de cobre determina a produção de ovos com má formação da casca e maior incidência de ovos sem casca. As causas não são conhecidas, porém, o istmo tem um conteúdo muito alto em cobre (VICENZI, 1996).

CROMO

O cromo orgânico, nas doses de 200 400 ppb, durante o período de calor, parece melhorar a consistência da casca, reduzindo a esteatose e a perda de outros minerais, como zinco, manganês e cobre (VICENZI, 1996).

MANGANÊS

É um componente chave da enzima polimerase, que estimula a produção da matriz da casca (mucopolissacarídeos), descrita anteriormente (CONSIDINE, 1998). A deficiência de Mn na dieta, aumenta a incidência de ovos de casca fina. Ao retirar minerais traços da dieta de poedeiras comerciais por 10 dias, ABDALLAH et al. (1994) observaram que o Mn parece ser o mineral traço mais crítico para a qualidade da casca do ovo. A carência de manganês resulta em cascas com menor número de cones de boas dimensões na base mamilar, devido à fusão da base dos vários cones primários, além de cascas mais fracas e maior incidência de áreas translúcidas (VICENZI, 1996).

VITAMINA D3

A importância de um consumo adequado de vitamina D está bem documentada, uma vez que ela é necessária para uma adequada utilização do Ca e do P. Entretanto, quantidades adicionais de vitamina D e seus metabólitos não parecem resultar em benefício para a qualidade da casca do ovo, em aves que consomem quantidades adequadas de vitamina D. Existe uma relação complexa entre Ca, P, Vitamina D3 e o sistema hormonal da poedeira, no metabolismo do Ca (ODERKIRK, 1998).

Desordens no fígado ou rins reduzem a obtenção orgânica do metabólito ativo da vitamina D3, a 1.25 (OH)2D3 (CALDERON, 1994). A carência de vitamina D3 produz os mesmos sintomas da carência de cálcio (VICENZI, 1996).

Na Figura 3 observa-se um esquema de atuação da vitamina D3 nas poedeiras, segundo sugerido por SUGAHARA (1993).

VITAMINA C

Embora a vitamina C seja sintetizada pela ave, pode ser útil o seu fornecimento em condições de estresse (CONSIDINE, 1998). A vitamina C está envolvida na reativação da vitamina D na ave e assim está indiretamente envolvida no metabolismo do Ca. A vitamina C também atua na produção de colágeno, através da síntese de hidroxiprolina à partir da prolina, sendo a hidroxiprolina considerada o bloco de construção do colágeno. O colágeno por sua vez, compõe a matriz orgânica da casca e também é encontrado na parede do trato reprodutivo (CONSIDINE, 1998).

A qualidade da casca do ovo pode melhorar com a adição de vitamina C, especialmente em condições de alta temperatura ambiente, entretanto, as respostas em experimentos individuais têm sido inconsistentes (PARDUE e THAXTON, 1986). A suplementação de ácido ascórbico, de acordo com CHENG et al. (1990), pode ser efetivo na redução da mortalidade de poedeiras devido ao estresse ambiental, mas tem pouca influência na qualidade da casca do ovo. Foi demonstrado por BALNAVE et al. (1991), que a água salina causa um dano permanente na glândula da casca, reduzindo a atividade da anidrase carbônica e que o ácido ascórbico pode atuar como medida preventiva mas não como tratamento curativo. Altas doses de ácido ascórbico na dieta influencia o metabolismo do Ca, afetando assim, a mineralização dos ossos e da casca do ovo (ORBAN et al., 1993).

É possível que os resultados contraditórios obtidos com o uso de vitamina C nas rações avícolas sejam devidos a falhas nas dosagens empregadas e na estabilidade dos preparados vitamínicos utilizados (VICENZI, 1996).

A adição de vitamina C na água de aves em estresse calórico pode ser útil na redução de defeitos de casca (CONSIDINE, 1998). Na Figura 4 estão esquematizadas as principais ações de vitaminas no metabolismo do Ca e do osso, com ênfase especial para a vitamina C.

VITAMINA B6-ÁCIDO FÓLICO E VITAMINA B12

São importantes para conversão de metionina à cisteína. Níveis incorretos destas

vitaminas podem levar a formação de homocisteína produzindo osteoporose por interferir na produção de colágeno, produzindo uma matriz medular defeituosa. A suplementação de ácido fólico reduz a homocisteína, mas para que isto ocorra é necessária a presença de vitamina B6 e B12.

VITAMINA K

A osteocalcina é maior proteína no colágeno, sendo dependente de vitamina K para atuar na forma ativa. A vitamina K é necessária para que a osteocalcina mobilize o cálcio dos ossos. A deficiência de vitamina K é maior em indivíduos com desordens gastrointestinais ou pobre absorção de gorduras.

CLORO e SÓDIO

O equilíbrio eletrolítico é bem regulado nos animais. Durante o processo de calcificação, o equilíbrio ácido-básico do soro e do fluído uterino é modificado. A formação do íon CO_3 a nível do útero produz uma acidose que é compensada por meio da hiperventilação e acidificação da urina (VICENZI, 1996). A adição de bicarbonato de sódio na ração, de acordo com VICENZI (1996), reduz o fósforo plasmático e melhora a qualidade da casca do ovo. A relação entre o cloro, o sódio e a qualidade da casca do ovo, não está bem definida. Com o aumento do nível de cloro dietético, decresce a relação sódio/cloro, assim é possível induzir uma acidose (COHEN e HURWITZ, 1974) reduzindo o bicarbonato plasmático. A acidose tem um efeito negativo sobre a qualidade da casca, devido a redução do bicarbonato plasmático. Alimentando as aves com mais sódio e/ou potássio se induziria as mesmas a uma alcalose, a qual poderia superar a acidose causada pela adição do cloro, com aumento na qualidade da casca do ovo (CALDERON, 1994).

Os estudos de redução da qualidade da casca dos ovos devido ao consumo de altos níveis de fósforo (AUSTIC e KESHAVARZ, 1988) ou de cloro (HAMILTON e THOMPSON, 1980; AUSTIC e KESHAVARZ, 1988) mostraram que as alterações são acompanhadas por mudanças no balanço ácido-básico sanguíneo. A qualidade da água consumida pelas aves é de extrema importância para a qualidade da casca. A excreção de cálcio na urina é aumentada em aves que recebem água salgada, o que resulta em produção de ovos de casca de baixa qualidade (CALDERON, 1984). A adição de cloreto de sódio na água resulta em redução na atividade da anidrase carbônica na mucosa da glândula da casca (YOSELEWITZ e BALNAVE, 1989; citados por BALNAVE et al., 1992). Entretanto, as diferenças na qualidade da casca do ovo em uma determinada população de poedeiras não estão relacionadas, de acordo com BALNAVE et al. (1992), as variações na atividade da anidrase carbônica uterina.

Níveis elevados de cloro podem prejudicar a qualidade da casca. Os níveis ótimos de cloro estão entre 0.15 a 0.25%, sendo que níveis superiores, especialmente em galinhas velhas, levam a uma piora na qualidade da casca do ovo (VICENZI, 1996).

Os efeitos de Na, Cl e K não são isolados, mas muito dependentes do balanço entre eles, representado na equação de Mongin ($\text{Na} + \text{K} + \text{Cl}$), cujo valor deve ser de aproximadamente 200 mEq/kg de dieta atentando para as necessidades mínimas de cada nutriente (GONZALES, 1999).

As aves são naturalmente predispostas a apresentarem acidose metabólica no período de rápido crescimento do tecido ósseo ou durante a calcificação da casca por remover Ca e acrescentar H⁺ à corrente sanguínea. Cerca de 40% do tamponamento da acidez metabólica ocorre no osso, com a liberação de Na⁺ e K⁺ em troca do excesso de H⁺, iniciada quando há uma queda da concentração plasmática do íon bicarbonato (HCO₃⁻), O principal tampão do sangue. É compreensível, pois, que se reforce os sistemas naturais de tamponamento da acidez fisiológica, oferecendo às aves uma dieta balanceada em eletrólitos, principalmente Na e K. Esses elementos têm um efeito alcalinizante nos fluidos corporais e o Cl⁻, acidificante.

A vitamina D é essencial para a absorção de Ca no intestino, mas é preciso estar na sua forma ativa, cuja conversão é prejudicada se o balanço de eletrólitos na dieta não for adequado.

O desequilíbrio ácido-básico é bem evidente quando as aves são colocadas em um ambiente de alta temperatura, superior a 30 °C. Nessa situação, as aves aumentam a taxa respiratória para incrementar a perda de calor corporal pelo processo evaporativo. Com isso, há perda excessiva de CO₂ e queda significativa da concentração sanguínea de CO₂ e bicarbonato, com o risco de desenvolver um quadro de alcalose respiratória. Agravando o processo de acidificação do plasma, peculiar ao processo de formação da casca, ocorre a liberação de ácidos orgânicos para se contrapor a alcalose respiratória. Com isso, a dissociação do Ca fica prejudicada, comprometendo a qualidade da deposição calcária que envolve o ovo. O uso suplementar de sais de Na⁺ e K⁺ e de 0,5% a 1,0% de bicarbonato de sódio na água ou ração são indicados para amenizar os efeitos deletérios do estresse por calor sobre a qualidade da casca do ovo.

É sempre bom lembrar que a acidez fisiológica decorrente da deposição calcária no ovo é agravada em dieta com balanço inadequado de cálcio e fósforo, dificilmente corrigido com a adição Na⁺, K⁺ ou de bicarbonato à dieta ou água. A primeira atitude a ser tomada quando há problemas de fragilidade da casca do ovo é revisar os níveis de cálcio e fósforo da dieta, sem esquecer o balanço entre eles.

PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS

Não deve ser negligenciada a qualidade da proteína da dieta, a qual deve conter os aminoácidos essenciais bem balanceados, principalmente metionina, para a síntese das proteínas que formam a base de sustentação da casca. Embora contribuindo com menos de 1% do peso da casca do ovo, os componentes protéicos têm um papel muito importante na calcificação da casca, participando dos processos essenciais de sustentação e modelagem da estrutura calcária

ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO

A oviposição de ovos pelas aves é regulada por prostaglandinas específicas, e o ácido acetil salicílico é um potente inibidor da síntese destas. Os dados na literatura são conflitantes mas há a recomendação de alguns autores da

administração de 0,05% de ácido acetil salicílico principalmente à aves mais velhas

AMBIENTE

A qualidade da casca do ovo pode ser alterada em planteis submetidos à alta temperatura ambiente. Um dos problemas pode ser uma ingestão inadequada de ração, o que pode resultar em piora no peso corporal, na produção de ovos, no tamanho dos ovos e na qualidade da casca do ovo, se medidas nutricionais não forem adotadas para assegurar o atendimento das exigências nutricionais.

Em condições de alta temperatura ambiente e redução no consumo de ração, a energia se torna o primeiro fator limitante para a poedeira. O consumo inadequado de aminoácidos, Ca, P e outros nutrientes podem ser, em geral, corrigidos pelo ajuste da densidade dos nutrientes da dieta.

Por outro lado, a poedeira, através do aumento do ritmo respiratório e perda de calor pela expiração, resiste ao aumento da temperatura corporal durante períodos de estresse calórico. Ao mesmo tempo, o balanço ácido-básico no sangue das aves é alterado (BUTCHER e MILES, 1990). Podem ser observados eventos como acidose metabólica e escassez de CO₂ para a calcificação da casca do ovo (SCHEIDELER, 1999). Em condições de estresse calórico extremo, a poedeira transfere suas prioridades fisiológicas da produção de ovos e calcificação da casca do ovo para a sobrevivência do organismo. Nessas condições, valores máximos para índices como massa de ovos e qualidade de casca, são dificilmente encontrados em aves de qualquer idade.

DOENÇAS E QUALIDADE DA CASCA

Nem todas as doenças que afetam as aves resultam em declínio na qualidade da casca. Já a produção de ovos apresentará sempre um declínio (BUTCHER e MILES, 1990). Um exemplo de doença que pode afetar o número de ovos e não necessariamente a qualidade é a laringotraqueite infecciosa. Outras doenças virais comuns como a síndrome de queda de postura (EDS), influenza aviária, doença de Newcastle e bronquite infecciosa podem produzir severos efeitos sobre a casca do ovo e qualidade. Muitas vezes o número total de ovos não é influenciado embora os registros indiquem uma queda no total de ovos coletados (BUTCHER e MILES, 1990). Isso é devido ao aumento de ovos não coletados (casca fina, muito fina ou sem casca) que são perdidos embaixo das gaiolas. Isso é muito comum em lotes com EDS. Tem sido estabelecido que o vírus da EDS afeta somente a glândula da casca, mas no caso da Newcastle e bronquite infecciosa todo o trato reprodutivo pode ser afetado (BUTCHER e MILES, 1990). Na Figura 5 podem ser observados a perda de qualidade da casca de ovos de galinhas infectadas com vírus EDS.

MANEJO

As práticas de manejo que podem resultar em uma melhoria na qualidade da casca do ovo é a muda forçada, a debicagem e a correta idade de reposição do lote. Muitos produtores mantêm sua aves por mais tempo do que poderia ser justificado economicamente se a qualidade do ovo fosse levada em consideração, e esta idade está aproximada em 72 semanas.

Após este período o produtor pode optar pela muda forçada. Esta tomada de decisão deve levar em consideração o custo inicial das frangas, volume de galinhas usadas, peso preferido do ovo, etc. Nos EUA a reciclagem das aves é usual. No Japão, a reciclagem das aves também é usual devido ao custo de reposição das frangas. Na Europa, onde 75% das aves produzem ovos escuros, e as linhagens de ovos brancos produzem um ovo de tamanho de médio a grande, a reciclagem não é usual.

DEBICAGEM

O efeito positivo da debicagem na qualidade da casca é indireto: lotes debicados corretamente são geralmente mais tranquilos (menos comportamento de fuga de aves pouco emplumadas), e secundariamente, os danos da casca são minimizados em lotes não perturbados durante o período de postura.

TRANSPORTE

É longo o percurso que o ovo tem que percorrer desde o momento da postura passando pela coleta, limpeza, classificação, estocagem, e embalagem ou quebra, até a aquisição pelo consumidor, na forma de ovos íntegros na casca ou como produtos de ovos.

São inúmeras, portanto, as oportunidades da casca do ovo sofrer injúrias, o que pode resultar em grandes perdas econômicas. Todas as medidas necessárias, quanto ao ajuste de equipamentos e treinamento de pessoal, devem ser tomadas de modo a obtenção do melhor resultado produtivo possível.

Estudos feitos por ROLAND (1977) indicaram que 6.37% dos ovos coletados são perdidos devido a problemas de qualidade de casca. Entretanto, o autor observou que para cada 100 ovos coletados, 7.77 ovos em média não chegam a ser coletados, o que indica que o problema de qualidade de casca é muito mais severo do que o estimado.

Muitas técnicas de laboratório têm sido desenvolvidas para medir a resistência da casca, como a espessura da casca, gravidade específica, percentagem de casca, peso da casca e peso da casca por unidade de área de superfície (ABDALLAH et al., 1993b). Devido aos erros envolvidos na determinação da gravidade específica, ABDALLAH et al. (1993b) sugeriram ser mais precisas as determinações da percentagem de casca ou do peso da casca por unidade de área de superfície.

O tipo de embalagem influi na incidência de quebras da casca durante o transporte e deve ser considerado (SEYDIM e DAWSON, 1999).

MUDA FORÇADA

Quando submetidas a um programa eficiente de muda, as poedeiras comerciais podem retornar a um alto nível de produção, sendo observados ainda, ovos maiores, melhoria na qualidade interna e cascas mais resistentes (SCHEIDELER,

1999). A resistência da casca e a qualidade interna são restaurados a um nível aproximadamente igual a um lote no quarto mês de produção (RUSZLER, 1996). É possível que ocorra uma deterioração da qualidade da casca depois de 5 a 6 meses de produção no segundo ciclo, particularmente em condições de altas temperaturas (RUSZLER, 1996).

Já foi bem documentado que em aves mais velhas, observa-se um declínio na qualidade da casca dos ovos, entretanto, a qualidade da casca pode ser temporariamente melhorada depois da muda forçada (LEE, 1982; GARLISH et al., 1984; CASTALDO e MAURICE, 1988; BERRY e BRAKE, 1991; AL-BATSHAN et al., 1994). Com a idade, a percentagem de casca, a espessura da casca, a percentagem de cinza no fêmur e a absorção de Ca intestinal diminuem, entretanto, a muda forçada resulta em aumento na absorção do Ca intestinal, na percentagem de cinzas no fêmur e na qualidade da casca do ovo (AL-BATSHAN et al., 1994).

Em geral é projetada para aves de segundo ciclo ou de muda forçada, uma produção 10% inferior a curva observada no primeiro ciclo de postura (MIYANO, 1993), porém atualmente é possível a obtenção de resultados mais positivos, com níveis produtivos até 8% abaixo do primeiro ciclo, dependendo do programa aplicado e da idade das aves no momento da muda forçada.

No Quadro 7, estão relacionadas as mudanças na qualidade do ovo após a muda forçada (MIYANO, 1993). Lotes que passam pelo processo de muda forçada têm uma sensível melhoria na qualidade interna do ovo e da casca, que permanecem relativamente uniformes por doze a dezesseis semanas. Os sistemas de mensuração da qualidade de ovos mais utilizados têm sido a unidade Haugh, gravidade específica, espessura da casca e altura de albúmen (MIYANO, 1993).

Quadro 7. Mudanças da qualidade do ovo após a muda forçada.

	UN. HAUGH	ESPESSURA DA CASCA
Antes da muda	71,5	0,0133
Retorno 50%	81,0	0,0144
4 meses após a muda	76,1	0,0143
6 meses	73,4	0,0138
8 meses	73,2	0,0139
MIYANO (1993)		

A qualidade da casca porém cai mais rapidamente durante o segundo ciclo de produção. Portanto deve-se ter em mente a comparação de ovos vendáveis (com boas cascas) por unidade de gaiola ao ano. Para ovos destinados a incubação, não se realiza a muda forçada usualmente, devido a maior incidência de ovos extra-grande e anormais (impróprios para a incubação), e, para ovos destinados ao consumo, se houver remuneração devido a qualidade do ovo, a muda é recomendada para lotes com média acima de 60 g de peso do ovo durante o primeiro ciclo de produção.

MANEJO NAS FASES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO

O controle de peso corporal nestas fases possibilita manter os lotes uniformes facilitando assim a estratégia de alimentação dos mesmos. A adoção de um correto programa de luz também é fundamental para a boa qualidade dos ovos.

A coleta, manejo e armazenamento do ovo também são de fundamental importância para a manutenção da qualidade do mesmo. A observação do número e disposição de ninhos, frequência de coleta dos ovos, relação machos e fêmeas, controle do ambiente, etc. também são importantes.

GENÉTICA

É possível aumentar a resistência da casca através da seleção. Segundo WASHBURN (1982) 30% dos problemas de casca tem origem genética. No quadro 8, estão relacionadas os índices de resistência à quebra da casca para 5 linhagens de ovos brancos e 4 escuros. Aparentemente, as companhias aplicaram pressões de seleção diferentes para a resistência da casca em seus programas de melhoramento (FLOCK, 1994).

Quadro 8. Alterações da casca, na força de resistência à quebra (em Newton), baseadas nos testes alemães de amostragem ao acaso, 1986-1993

Ano do teste	Linhagens de ovos brancos					Linhagens de ovos escuros			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1986	32,3	35,8	31,6	32,2	33,6	34,3	34,8	33,3	33,5
1987	32,9	35,3	31,6	32,2	33,6	33,6	34,4	33,1	33,6
1988	32,9	33,9	31,8	31,6	31,5	33,6	34,3	33,2	32,9
1989	34,9	-	33,1	32,2	33,3	35,2	35,1	35,1	34,9
1990	34,9	35,6	31,8	33,0	32,5	34,2	33,5	35,0	35,0
1991	35,8	-	33,0	32,7	31,9	33,6	34,9	35,2	34,3
1992	36,5	-	33,6	31,7	32,2	34,6	34,5	36,0	35,6
1993	37,2	-	34,2	32,5	33,0	33,8	34,4	34,8	35,2
u 86-89	33,2	35,0	32,0	32,0	33,0	34,2	34,6	33,7	33,7
u 90-93	36,1	(35,6)	33,2	32,5	32,4	34,1	34,3	35,2	35,0
FLOCK (1994)									

A Alemanha possui um número maior de estações de testes de amostragem ao acaso do que qualquer outro país. Apesar de poder haver variação no fornecedor da ração, microambiente e condições de manejo (programas de luz, densidade, etc.), aplicou-se as mesmas regras gerais para a amostragem dos ovos e registro dos dados (média de três medidas com aproximadamente 38, 58 e 66 semanas de idade). A linhagem A demonstra a evolução mais consistente, e, atualmente, possui a mais resistente casca entre as 9 linhagens testadas, apesar de a linhagem B (que liderou a lista até 1990, não estar mais representada nestes testes).

A afirmação de que ovos escuros possuem casca mais resistente do que os ovos brancos não pode ser generalizada como demonstram estes testes, mas os consumidores de ovos exercem uma pressão de mercado para a seleção de ovos de boa coloração. Atualmente, o objetivo atual de criação é uma força de resistência da casca de 40N, e em casos de ovos para o consumo, cor média da casca e persistência da cor.

Entretanto, embora as diferentes linhagens não apresentem grandes variações quanto a resistência da casca quando são considerados lotes mais jovens, variações significativas podem ser registradas em planteis mais velhos, quando os ovos são maiores e os problemas de quebra de ovos mais evidentes (Quadro 9).

Quadro 9. Qualidade da casca em função da idade e da linhagem

Linhagem	Idade (semanas)	Resistência da casca	Cor da casca	Idade (semanas)	Resistência da casca	Cor da casca
A	36	45,5	18,1	68	37,7	19,7
B	34	46,0	19,5	65	31,4	23,2
C	35	46,1	20,6	60	33,0	25,3
LOHMANN TIERZUCHT (1999)						

No Quadro 10 estão relacionadas as herdabilidades de diferentes parâmetros de avaliação de qualidade da casca dos ovos. Com base nas herdabilidades, correlações genéticas e facilidade de medição, a gravidade específica parece ser a melhor característica para uso em programas de seleção para melhorar o percentual de ovos intactos (FLOCK, 1989).

Quadro 10. Herdabilidade de diferentes características qualitativas da casca

Característica	H2	Variação
Peso da casca	0,49	0,39 - 0,66
Relação peso/área da casca	0,44	0,38 - 0,58
% de casca	0,43	0,39 - 0,53
Gravidade específica	0,39	0,29 - 0,48
Resistência à fratura	0,28	0,21 - 0,33
Deformação	0,18	0,12 - 0,22
% ovos intactos	0,18	0,10 - 0,26
FLOCK (1989)		

Certamente as diferentes empresas necessitam rever periodicamente que ênfase a resistência da casca requer, de modo que seja encontrada a melhor posição competitiva possível no mercado (FLOCK, 1989).

IMPACTO ECONÔMICO

A qualidade inferior da casca pode levar a uma perda econômica para o produtor, independente se os ovos serão comercializados inteiros ou na forma de produtos. Estima-se que 4 a 8% dos ovos produzidos não são coletáveis ou se quebram antes do empacotamento ou processamento (SCHEIDELER, 1999). Os primeiros 2-4% são representados principalmente pelos ovos de casca fina, trincados ou quebrados, que não podem ser coletados. Outros 1 a 4% são perdidos durante o transporte, limpeza, classificação ou empacotamento dos ovos. ROLAND (1988) relatou que as perdas de ovos, devidas aos diferentes problemas de casca, podem ser quantificados como sendo em média: 1.60% na granja, 1.16% até a chegada na instalação de processamento e 4.00% durante o processamento, o que representa uma perda ao todo de 6.76%. Entretanto, o autor considera que há uma perda adicional de 6.10%, representada pelo ovos perdidos inicialmente e não foram coletados e contabilizados, o que leva a um total de 12.86% de ovos perdidos. Isso representaria um prejuízo de dois dólares por poedeira por ano (ROLAND, 1988).

Muitos produtores estimam a perda de ovos devido a problemas de qualidade da casca em 2-6%, um valor subestimado, uma vez que claramente não são computados os ovos não coletados. Em um plantel de 100000 aves e considerando o valor de R\$1,40 a dúzia, a perda inicial de 4 a 8% pode representar um prejuízo de até 180000 dúzias ou R\$252.000,00 ao ano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escala de problemas de qualidade de casca varia de granja para granja e várias estratégias são praticadas para aliviar o problema.

- Reduzir a chance de impacto: coletar ovos mais freqüentemente, especialmente em lotes mais velhos;
- Reduzir a idade dos lotes: planejar o esquema de reposição em função da ótima qualidade do ovos;
- Reduzir o estresse das aves;
- Melhorar o controle de doenças: sistema de reposição all-in, all-out e programas eficientes de vacinação;
- Escolher linhagens que apresentem uma qualidade de casca superior;
- Considerar cuidadosamente as estratégias nutricionais para a obtenção de cascas mais resistentes:
 - Fornecer a fonte de cálcio na forma de uma mistura de granulometrias que garanta o grau de solubilidade adequado,
 - Fornecer ração em duas etapas, assegurando que o segundo arraçoamento seja feito de forma a permitir que as aves consumam toda a ração antes que as luzes se apaguem,
 - Aumentar o nível de cálcio na ração, especialmente em planteis mais velhos e/ou com problemas de qualidade de casca,
 - Manter a relação adequada Ca/Pd,

- Assegurar o atendimento das exigências de vitamina D3 e minerais traços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H. e EL-HUSSEINY, O. Performance of hens laying eggs with heavy or light shell weight when fed with different calcium and phosphorus levels. *Poultry Science*, v.72, p.1881-1891, 1993a.
- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H. e EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, v.72, p.2038-2043, 1993b.
- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; WILSON, H. R. e EL-HUSSEINY, O. Effect of removing trace minerals from the diet of hens laying eggs with heavy or light shell weight. *Poultry Science*, v.73, p.295-301, 1994.
- AL-BATSHAN, H. A.; SCHEIDELER, S. E.; BLACK, B. L.; GARLICH, J. D. e ANDERSON, K. E. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. *Poultry Science*, v.73, p.1590-1596, 1994.
- AUSTIC, R. E. e KESHAVARZ, K. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on egg shell quality. *Poultry Science*, v.67, p.750-759, 1988.
- BALNAVE, D.; ZHANG, D. e MORENG, R. E. Use of ascorbic acid to prevent decline in eggshell quality observed with saline drinking water. *Poultry Science*, v.70, p.848-852, 1991.
- BALNAVE, D.; USAYRAN, N. e ZHANG, D. Calcium and carbonate supply in the shell gland of hens laying eggs with strong and weak shells and during and after a rest from lay. *Poultry Science*, v.71, p.2035-2040, 1992.
- BAR, A.; VAX, E. e STRIEM, S. Effects of age at onset of production, light regime and dietary calcium on performance, eggshell traits, duodenal calbindin and cholecalciferol metabolism. *British poultry Science*, v.39, p.282-290, 1998.
- BENNETT, C. Effect of excess egg size on down grading in table egg flocks. 1999, 2p. <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/bza06s01.html> (25/10/99).
- BERRY, W. D. e BRAKE, J. Research note: induced molt increases eggshell quality and calbindin-D28k content of eggshell gland and duodenum of aging hens. *Poultry Science*, v.70. p.655-657, 1991.
- BUTCHER, G. D.; MILES, R. Concepts of eggshell quality. Fact Sheet VM-69, Florida Cooperative Extension Service, Institute os Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Dec. 1990. 3p.
- CALDERON, C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. FACTA, Conferência APINCO 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.35-66, 1994.
- CASTALDO, D. J. e MAURICE, D. V. Phospholipid content of the chicken shell gland and its relationship to egg strength. *Poultry Science*, v.67, p.427-433, 1988.
- CHANDRAMONI, S. B.; JADHAO, S. B. e SINHA, R. P. Effect of dietary calcium and phosphorus concentrations on retention of these nutrients by caged layers. *British poultry Science*, v.39, p.544-548, 1998.
- CHENG, T. K.; COON, C. N. e HAMRE, M. L. Effect of environmental stress on the

- ascorbic acid requirement of laying hens. *Poultry Science*, v.69, p.774-780, 1990.
- CLUNIES, M.; PARKS, M. e LEESON, S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. *Poultry Science*, v.71, p.482-489, 1992a.
- CLUNIES, M.; PARKS, M. e LEESON, S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick or thin shells. *Poultry Science*, v.71, p.490-498, 1992b.
- COHEN, I e HURWITZ, S. The response of blood ionic constituents and acid-base balance to dietary sodium, potassium and chloride in laying fowls. *Poultry Science*, v.53, p.378-382, 1974.
- CONSIDINE, M. Optimizing eggshell quality in layers and breeders by better nutrition. 1988.
<http://www.peck.co.nz/active/PECK98New/Papers/eggshellnz.html> (07/05/1999).
- COON, C.; CHENG, T. K. e ZHANG, B. Calcium requirements for laying hens. IV Simpósio do CBNA, CBNA, Campinas, outubro de 1992, p. 241-258, 1992.
- ELAROSSI, M. A.; FORTE, L. R.; EBER, S. L. e BIELLIER, H. V. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. *Poultry Science*, v.73, p.1581-1589, 1994.
- FLOCK, D. K. Fatores genéticos e manejo que influenciam a qualidade da casca do ovo. FACTA, Conferência APINCO 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.15-21, 1994.
- FLOCK, D. K. Increasing egg shell strength by selection. In: *Poultry Genetic Improvement, Proceedings, Jaboticabal, SP, UNESP, 10-11 de outubro de 1989.* P.203-220.
- FRASER, A. C.; BAIN, M. M. e SOLOMON, S. E. Organic matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at selected periods during lay. *British poultry Science*, v.39, p.225-228, 1998.
- FROST, T. J. e ROLAND, D. A Sr. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poultry Science*, v.70. p.963-969, 1991.
- FROST, T. J.; ROLAND, D. A Sr. e MARPLE, D. N. The effects of various dietary phosphorus levels on the circadian patterns of plasma 1,25-Dihydroxycholecalciferol, total calcium, ionized calcium, and phosphorus in laying hens. *Poultry Science*, v.70. p.1564-1570, 1991.
- GARLICH, J.; BRAKE, J.; PARKHURST, C. R.; THAXTON, J. P. e 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*, v.63, p.339-343, 1984.
- GUINOTTE, F. e NYS, Y. Effects of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. *Poultry Science*, v.70. p.583-592, 1991.
- GUYER, R. B.; GRUNDER, A. A.; BUSS, E. G. e CLAGETT, C. O. Calcium-binding proteins in serum of chickens: Vitellogenin and albumin. *Poultry Science*, v.59, p.874-879, 1980.
- HAMILTON, R. M. G. e THOMPSON, B. K. Effects of sodium plus potassium to chloride ratio in practical type diets on blood gas levels in three strains of White

Leghorn hens and the relationship between acid-base balance and egg shell strength. *Poultry Science*, v.59, p.1294-1303, 1980.

ITO, R. I. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade da casca de ovos. In: VII Simpósio Técnico de Produção de Ovos - APA, Anais. São Paulo, APA, 1998. p. 119-138.

KESHAVARZ, K. Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic calcium phosphate. *Poultry Science*, v.73, p.687-703, 1994.

LEE, K. Effect of forced molt period on postmolt performance of leghorn hens. *Poultry Science*, v.61, p.1594-1598, 1982.

LOHMANN TIERSUCHT. Lohmann brown in the lead for persistency of shell quality. In: Lohmann Poultry Facts & Figures. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, Germany, 1999. 4p.

MORENG, R. E.; BALNAVE, D. e ZHANG, D. Dietary zinc methionine effect on eggshell quality of hens drinking saline water. *Poultry Science*, v.71, p.1163-1167, 1992.

MIYANO, O. A. Viabilidade econômica da muda forçada. FACTA, Conferência APINCO 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.159-166, 1993.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients Requirements of Poultry (9th ed), National Academy Press, Washington, DC, 1994. 155p.

ODERKIRK, A. The role of calcium phosphorus and vitamin D3 in egg shell and bone formation. 1998, 3p.
<http://agri.gov.ns.ca/pt/lives/poultry/laypull/calcium.htm> (13/06/1999).

ORBAN, J. I.; ROLAND SR, D. A.; CUMMINS, K. e LOVELL, R. T. Influence of large doses of ascorbic acid on performance, plasma calcium, bone characteristics, and eggshell quality in broilers and leghorn hens. *Poultry Science*, v.72, p.691-700, 1993.

PARDUE, S. e THAXTON, J. P. Ascorbic acid in poultry: A review. *World Poultry Science*, v.42, p.107-123, 1986.

RABON, H. W. Jr.; ROLAND, D. A. Sr. e CLARK, A. J. Uterine calcium-binding protein activity of nonlaying hens and hens laying hard-shelled or shell-less eggs. *Poultry Science*, v.70, p.2280-2283, 1991.

RAO, S. K.; ROLAND, D. A. e ORBAN, J. I. Influence of dietary cholecalciferol, calcium, and phosphorus on urinary calcium in commercial Leghorn hens. *Poultry Science*, v.70, p.1921-1927, 1991.

ROLAND, D. A.; BRYANT, M. M. e RABON, H. W. Influence of Ca and environmental temperature on performance of first-cycle (phase 1) commercial leghorne. *Poultry Science*, v.75, p.62-68, 1996.

ROLAND, D. A. Sr. Egg shell quality III: Calcium and phosphorus requirements of commercial leghorns. *World Poultry Science Journal*, v.42, p.154-165, 1986.

ROLAND, D. A. Sr.; farmer, m. E marple, d. Calcium and its relationship to excess feed consumption, body weight, egg size, fat deposition, shell quality and fatty liver hemorrhagic syndrome. *Poultry Science*, v.64, p.2341-2350, 1985.

ROLAND, D. A. Sr. Feed consumption, shell quality and other criteria as influenced by pre-peak production calcium levels in commercial Leghorns. *Poultry Science*, v.66:Supplement 1, p.168, 1987.

ROLAND, D. A. Good quality egg shells depend upon proper calcium utilization. 1997, 3p. <http://agri.gov.ns.ca/pt/lives/poultry/laypull/goodegg.htm> (13/06/99).

ROLAND, D. A. Sr. Recent developments with calcium and phosphorus with emphasis on osteopenia in commercial laying hens. In: VII Mini-Simpósio do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, CBNA, Anais, Campinas, 04-05 de maio de 1992. p.85- 102.

ROLAND, D. A. Sr. Research note: egg shell problems: estimates of incidence and economic impact. *Poultry Science*, v.67, p.1801-1803, 1988.

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

RUSZLER, P. L. The keys to successful induced molting of leghorn-type hens. *Animal and Poultry Sciences, Publicatio 408-026*, Virginia Cooperative Extension, Virginia polytechnic institute and State university, 1996. 8p.

SCHEIDELER, S. E. Can you afford to ignore shell quality in your operations? 1999. <http://www.geocities.com/BourbonStreet/4219/shellaty.html>. (13/06/1999).

SEYDIM, A. C. e DAWSON, P. L. Packaging effects on shell egg breakage rates during simulated transportation. *Poultry Science*, v.78, p.148-151, 1999.

SUGAHARA, M. Fisiologia nutricional de poedeiras. In: APA. III Simpósio Técnico de Produção de Ovos, 24-26 de março de 1993. p . 15-28.

VANDEPOPULIERE, J. M. e LYONS, J. J. Effect of inorganic phosphate source and dietary phosphorus level on laying hen performance and eggshell quality. *Poultry Science*, v.71, p.1022-1031, 1992.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo. Aspectos nutricionais. In: VI Simpósio Técnico de Produção de Ovos – APA. São Paulo, APA, 26 a 28 de março de 1996. p.77-91.

Zollitsch, W.; CAO Z.; PEGURI, A.; ZHANG, B.; CHENG, T. E COON, C. Nutrient requirements of laying hens. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e suínos. DZO, UFV, Viçosa. 24 a 26 de setembro. p.109-159, 1996.

André Viana Coelho de Souza
Cristina Amorim Ribeiro de Lima