



Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais

[Formation and eggshell quality laying and breeding hens]

LSS Carvalho¹, EA Fernandes^{1*}

¹ Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias/UFU, Uberlândia – MG. Brasil.

Resumo

No seguimento da produção de ovos incubáveis ou de consumo, uma casca de boa qualidade é de fundamental importância para o desempenho econômico da atividade. Para ovos férteis, uma casca sólida é essencial para o desenvolvimento adequado do embrião e manutenção dos índices de eclodibilidade. Enquanto na produção comercial de ovos, a casca protege o conteúdo de contaminações que comprometem a qualidade interna do ovo. Deste modo, a má qualidade da casca é causa de consideráveis prejuízos para a indústria de produção de ovos. A perda de ovos por quebras e trincas está diretamente relacionada à qualidade da casca. Portanto, a compreensão dos vários fatores capazes de influenciar a produção, e conseqüentemente, a qualidade da casca, é essencial para o desempenho econômico da atividade.

Palavras-chave: manejo, nutrição, avicultura de postura.

Abstract

Following the hatching egg production or consumption, a eggshell of good quality is of fundamental importance to economic performance of the activity. To fertile eggs, a eggshell solid is essential for proper development of the embryo and maintenance rates of hatchability. While commercial production of eggs, the eggshell protects the contents from contamination that compromise the internal quality of the egg. Thus, the poor quality of the eggshell is a cause of considerable damage to the egg production industry. The loss of eggs for cracks and breaks is directly related to the quality of the quality of the eggshell. The egg loss by cracks and breaks is directly related to quality eggshell. Therefore, understanding the various factors influencing the production, and consequently the eggshell quality, is essential to economic activity.

Key-words: management, nutrition, laying poultry.

Introdução

Problemas na qualidade da casca são capazes de determinar perdas significativas para a indústria de produção de ovos. Estima-se, que 10 a 15% dos ovos produzidos por poedeiras comerciais sejam perdidos por apresentarem má qualidade de casca (COUTTS et al., 2007). Prejuízos

também são percebidos na produção de ovos incubáveis. A casca é um fator de grande influência sobre o desenvolvimento embrionário, problemas na qualidade externa dos ovos determinam maior perda de peso dos ovos durante a incubação e aumento da mortalidade embrionária,

(*) Autor para correspondência/Corresponding author: Rua Ceará s/n Bloco 2T - Bairro: Jardim Umuarama – Uberlândia-MG. CEP: 38400902 - Caixa Postal: 593. Telefone: (0xx34) 3218-2494 Ramal: 2494; Fax: (0xx34) 3218-2521. E-mail: evandrof@umuarama.ufu.br

Recebido em: 18 de agosto de 2012.

Aceito em: 10 de dezembro de 2012.

comprometendo assim os índices de eclodibilidade (MACDANIEL et al., 1979). Em ambos os seguimentos da avicultura, além do prejuízo econômico relacionado à má qualidade da casca, o aspecto sanitário é outro fator importante, uma vez que casca com espessura e resistência adequadas, protege o ovo de contaminações.

A qualidade da casca dos ovos tem sido a principal preocupação para a avicultura de postura, seja na produção de ovos férteis ou comerciais. Uma casca sólida e de boa qualidade é fundamental para o desenvolvimento adequado do embrião. A casca o protege contra choques mecânicos, dificulta a contaminação por bactérias e outros patógenos, evita a perda excessiva de água, regula a troca de gases entre o interior dos ovos e o ambiente, e ainda é fonte de nutrientes, principalmente cálcio, para o desenvolvimento do embrião. Enquanto que na produção comercial de ovos, a casca funciona como uma “embalagem” natural, que protege seu conteúdo de contaminações e avarias físicas, no entanto, estes são expostos ao manuseio e transporte, que geralmente, resultam em ovos trincados ou quebrados que trazem como consequência perdas econômicas ao produtor (HUNTON, 2005).

A perda de ovos por quebras e trincas está diretamente ligada à qualidade da casca. Várias pesquisas têm sido direcionadas para obtenção de melhoria da qualidade externa dos ovos. Neste sentido é fundamental a compreensão dos fatores como genética, idade das poedeiras e reprodutoras, nutrição, práticas de manejo e condições ambientais que afetam a formação e qualidade da casca do ovo (NYS, 2001).

Formação da casca

O aparelho reprodutor das aves é

constituído por ovário e oviduto (SISSON & GROSSMAN, 1986). O oviduto é composto por infundíbulo, magno, istmo, glândula da casca ou útero e vagina. Na região branca do istmo (porção proximal) ocorrem às deposições das membranas interna e externa da casca, cada uma delas é composta por uma rede de fibras protéicas que envolvem o albúmen. No pólo maior do ovo as membranas encontram-se separadas formando uma câmara que após a postura será preenchida com ar que entra através dos poros da casca (MAGALHÃES, 2007).

Na porção distal do istmo (região vermelha), ocorre mineralização do carbonato de cálcio que se dispõe em camadas sobre as membranas da casca. Os poros são formados quando as colunas de cristais adjacentes não estão reunidas. Estes são essenciais para as trocas de gases entre interior do ovo e o ambiente (NYS e GAUTRON, 2007).

No útero, também chamado de glândula da casca, o ovo é banhado por fluido uterino que contém todos os minerais e componentes orgânicos necessários à formação da casca. Para tanto, é necessário que haja suprimento adequado de íons cálcio no útero e presença de íons carbonato suficiente para a formação de carbonato de cálcio (CaCO_3). A deposição do cálcio é auxiliada por atividade enzimática, especialmente da anidrase carbônica que catalisa a reação ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$) (BAIÃO e LÚCIO, 2005). No início a calcificação é lenta, o ovo absorve água, sais e glicose do meio aumentando de tamanho. Neste momento, o ovo ganha aproximadamente o tamanho e forma com que é oviposto. Este aumento de volume distende a parede do útero e serve de estímulo para a fase de calcificação rápida. (NYS e GAUTRON, 2007; ITO, 1998).

Após a calcificação ocorre à deposição de pigmentos da casca e de uma camada orgânica não calcificada na superfície do ovo, chamada de cutícula da casca. Ela tem como função o controle da troca de água com o meio exterior e limita a colonização microbiana na superfície da casca (HINCKE et al., 2008). Todo o processo de formação da casca e deposição da cutícula leva em média de 18 a 20 horas (HUNTON, 2005).

A cor da casca é determinada principalmente pela linhagem da ave. Nos ovos coloridos pigmentos de ooporfirina originária dos corpúsculos vermelhos do sangue são depositados ao longo de todo o processo de formação da casca (WANG et al, 2007). Estes pigmentos se encontram circulantes no sangue, produzidos no fígado e vesícula biliar decorrentes da autólise das hemácias, sendo transferidas do sangue para as glândulas do útero (BAUER e BAUER, 2002).

Fatores que afetam a qualidade da casca Genética

Diferentes linhagens de poedeiras e reprodutoras apresentam qualidades de casca distintas, isso se deve a diferenças na capacidade de transporte e utilização de nutrientes, podendo desta forma, influenciar na qualidade da casca (FRANCO e SAKOMOTO, 2007).

A seleção para produção de ovos ou peso pode afetar outros parâmetros de produção ou qualidade, como a casca do ovo, por exemplo. Segundo Roberts (2004) é necessário que os programas de seleção genética de poedeiras comerciais e reprodutoras, monitorem várias características a fim de que a melhora de uma não interfira ou influencie negativamente em outras características

igualmente importantes, como, por exemplo, a qualidade da casca.

Tempo de oviposição

A quantidade de casca depositada é função linear do tempo de permanência do ovo no interior da glândula da casca, por outro lado, quanto maior o intervalo entre ovos postos maior é a quantidade de casca depositada.

O tempo de oviposição possui um papel essencial na determinação da qualidade fisiológica da casca, já que a quantidade de casca depositada tem relação direta com o tempo gasto no útero, influenciando, portanto sua espessura (TUMOVÁ e EBEID, 2005).

Harms (1991) comparando o peso de ovos postos por poedeiras comerciais e matrizes pesadas, ao longo do dia, concluiu que aqueles ovos postos no início do dia são mais pesados, declinando o peso após 8:45 horas. Esta diminuição de peso ocorre até mais ou menos 15:45h quando então o peso do ovo torna a aumentar. De acordo com o autor, o comportamento do peso é diferente entre matrizes pesadas e poedeiras comerciais. A gravidade específica dos ovos comerciais postos entre 07:45 e 11:45h foi significativamente menor que aquela obtida para ovos postos entre 11:45 e 14:45 horas. Para as matrizes pesadas observou-se que a gravidade específica manteve-se relativamente constante entre ovos postos no período de 07:45 a 15:45h, ocorrendo aumento após este período. Comportamento semelhante foi observado para peso da casca, bem como para a densidade da casca que variaram de forma similar para ovos postos por poedeiras comerciais e matrizes pesadas.

Ovos trincados no útero

É um assunto internacionalmente conhecido como body-checked egg, a produção deste tipo de ovos está relacionada à alta densidade no plantel (DORMINEY et al., 1965). Acredita-se que esses ovos resultem da contração da glândula da casca ainda nos estágios iniciais de sua deposição, sendo posteriormente completada com novas camadas de CaCO₃. Caracterizado por pequenos sulcos de menor densidade na casca, sendo consideradas áreas frágeis e de fácil ruptura (REYNARD e SAVORY, 1999).

Segundo Roland e Moore (1980) a maioria dos ovos com body-checked são postos entre seis e oito horas da manhã, logo, conclui-se que o início da formação de casca ocorreu entre 16:00 e 20:00 horas do dia anterior, exatamente ainda no período claro do dia, onde as aves apresentam maior atividade, ou mesmo podem ser submetidas a fatores de estresse, como práticas de manejo. Nesta situação, a casca ainda frágil, poderia sofrer alguma pressão no interior do oviduto, devido a movimentos espasmódicos bruscos. Também a densidade de aves no interior da gaiola poderia concorrer para tais acidentes. O aumento do período de luminosidade do dia e o maior fornecimento de luz artificial ao anoitecer aumentam a percentagem de ovos trincados no oviduto.

Idade da poedeira

Com o avanço da idade da ave, ocorre um declínio na produção, aumento no peso dos ovos, alterações na composição e espessura da casca (MÁCHAL e SIMEONOVÁ, 2002), diminuição da fertilidade e eclosão (KIRK et al., 1980), embora se observe um aumento significativo no tamanho dos ovos. Este fator parece estar relacionado ao aumento

da incidência da atresia folicular, postura interna, e redução no recrutamento dos folículos dentro da hierarquia. Folículos pré-ovulatórios de poedeiras velhas maturam mais lentamente e ovulam quando atingem tamanho maior quando comparado com aves jovens (RUTZ et al., 2007).

Ramos et al. (2010) demonstraram que a percentagem de casca é afetada pela idade da poedeira. Aves mais jovens apresentaram maior percentagem de casca em relação as mais velhas. O peso da casca aumentou, mas a percentagem de casca e sua espessura diminuíram durante o primeiro ciclo de produção (22 a 57 semanas), sendo melhorado após a muda forçada (KOELKEBECK et al., 1992; OLIVEIRA, 1992).

De acordo com Keshavarz e Nakajima, (1993) o decréscimo da qualidade da casca, com a idade, é resultado da queda de habilidade absorção de cálcio intestinal e mobilização do cálcio ósseo. A taxa de retenção deste íon em aves jovens é de 60%, enquanto nas mais velhas é de 40%.

É normalmente aceito, que a qualidade da casca medida pela espessura e gravidade específica é significativamente afetada pela idade da ave. O peso da casca permanece relativamente constante, enquanto o peso do ovo aumenta com a idade. Esta relação acontece certamente devido a reduções da espessura da casca durante o ciclo de postura (CARVALHO et al., 2007; ROBERTS, 2010).

Temperatura ambiente

Com o aumento da temperatura ambiente associado à umidade elevada, observa-se queda gradativa na qualidade da casca, sendo seu efeito observado a partir de 26°C, logo acima da zona de conforto das aves. Nesta situação de desconforto,

entra em funcionamento o sistema de perda de calor, chamado calor sensível, caracterizado pela hiperventilação e evaporação de água dos pulmões. Esta situação pode levar a alteração no equilíbrio ácido-básico das aves, e conseqüentemente, prejudicar a formação e qualidade dos ovos. A diminuição do CO₂, provocada pela ofegação, leva a alcalose respiratória que interfere no equilíbrio eletrolítico e mineral, podendo resultar em ovos pequenos e de casca fina. Esta alcalose pode ser compensada pela eliminação de íons carbonatos através dos rins, explicando assim a redução na qualidade externa dos ovos, pois o organismo fica em déficit dos elementos que irão compor o carbonato de cálcio na casca (BORGES et al., 2003; FRANCO e SAKAMOTO, 2007).

Pereira et al. (2008) verificaram a correlação entre o ambiente térmico e a qualidade de ovos de duas linhagens de poedeiras comerciais e observaram que o aumento da temperatura do ar e a interna do aviário esteve associado, em diferentes intensidades para cada linhagem, com formação de ovos de menor percentagem e peso de casca, e os valores de gravidade específica, resultante da associação negativa entre os dois grupos de variáveis.

Franco-Jimenez et al. (2007) e Vits et al. (2005) também detectaram diferenças significativas na qualidade da casca de ovos de duas linhagens de poedeiras submetidas a níveis distintos de estresse de calor, sugerindo que existem diferenças entre as linhagens quanto a capacidade de aclimatação e tempo de estabilização da casca.

Fatores de natureza nutricionais

Cálcio

A homeostase do cálcio no organismo é realizada através da ação

combinada do sistema gastrointestinal e rins, pela atuação dos hormônios Paratormônio (PTH), calcitonina e 1,25-Dihidroxicolecalciferol (DHC). O tubo digestivo é a principal via de absorção do cálcio dietético. O rim é o órgão responsável pela regulação plasmática do cálcio (Ca²⁺), sendo tamponado por Ca²⁺ de reserva, principalmente óssea, que funciona como reservatório dinâmico deste mineral no organismo, que é prontamente trocável com o Ca²⁺ do líquido extracelular (HOENDEROP et al., 2005; EATON e POOLER, 2006; CHANG et al., 2008).

Quando os níveis plasmáticos de Ca²⁺ estão baixos, o PTH induz a mobilização de Ca²⁺ dos ossos e o aumento da reabsorção nos rins. Além disso, estimula a produção de DHC, que por sua vez potencializa a reabsorção do mesmo nos rins, bem como sua absorção intestinal.

Enquanto PTH e DHC aumentam os níveis de cálcio sanguíneo, a calcitonina os faz reduzir (LEESON e SUMMER, 2001). Este hormônio produzido pelas células parafoliculares da tireóide, tem por função realizar a aposição de cálcio e fósforo nos ossos, levando a hipocalcemia e hipofosfatemia. Ele ainda promove a excreção urinária desses minerais e inibe sua absorção intestinal (MACDOWELL, 1992). O nível plasmático de PTH encontra normalmente elevado durante o período de deposição de cálcio na casca e posteriormente declina (MACARI et al., 2005).

A maior parte do cálcio utilizado para a formação da casca é proveniente da dieta e o íon carbonato tem sua origem no CO₂ produzido durante o metabolismo da ave. Na mucosa uterina, a enzima anidrase carbônica promove a hidratação do dióxido de carbono no tecido uterino que é transformado em ácido carbônico (BERG et al., 2004), um ácido fraco, sendo este a

maior fonte de íons carbonato para a formação da casca. Gutowska e Mitchell (1945) demonstraram que a inibição da anidrase carbônica determinou diminuição da qualidade de casca. A diminuição da atividade da enzima implicou em menor difusão do CO₂ resultando em menor transferência de HCO₃ para o lúmen do útero (BERG et al, 2004). O Ca²⁺ para a formação da casca proveniente da reabsorção óssea e absorção intestinal é transportado através do sangue até a luz da câmara calcígena. Transporte este mediado pela atividade da anidrase carbônica (BAR, 2009), sendo, portanto, uma enzima chave na formação da casca de ovos (PERSSON, 2009).

O ovo permanece de 17 a 20 horas no útero para que a deposição da casca aconteça. Aproximadamente cinco a seis gramas de carbonato de cálcio são depositados no ovo durante a formação da casca. A rapidez do processo de deposição desta grande quantidade de cálcio faz com que a mineralização da casca seja um dos processos de biomineralização mais rápidos conhecidos (PINES, 2008).

Em consequência dos constantes avanços no melhoramento genético, ambiência, nutrição e manejo, a determinação dos níveis ideais de cálcio para poedeiras, tem sido alvo de muitos questionamentos (NOEBAUER, 2006). As recomendações de cálcio por Rostagno et al. (2005) são de 4,0% e 4,2%, para aves leves e semipesadas, respectivamente. Enquanto os manuais das linhagens de poedeiras comerciais de ovos brancos e vermelhos (GRANJA PLANALTO, 2005; GRANJA PLANALTO, 2009) recomendam níveis de cálcio de 3,8% a 3,9% para a primeira fase do período de postura, ou seja, até aproximadamente 45 semanas de idade, e a partir desta idade a

ingestão diária é de 3,9% a 4,10%.

Vitamina D

Considerada um hormônio, a vitamina D tem sua maior função na homeostase do cálcio e fósforo. É responsável por estimular a reabsorção destes minerais nos ossos e a sua absorção a nível intestinal. Além disso, a 1,25-(OH)₂-D₃ estimula a produção de outras enzimas, proteína ligante e componentes de membranas envolvidos no transporte de cálcio e fósforo (SCOTT et al., 1982). O movimento do cálcio através da glândula da casca ocorre envolvendo a proteína cálcio ligante dependente de vitamina D (CaBP) (KESHAVARZ, 2003).

O 7-deidrocolesterol é sintetizado pelo corpo e se desloca até a camada externa da pele, local onde sofre irradiação, dando origem ao colecalciferol (vitamina D₃). A vitamina D₃, endógena ou exógena, não é a forma ativa para o metabolismo animal. Após sua absorção o colecalciferol é transportado ao fígado e hidroxilado transformando-se em 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D₃), sendo posteriormente direcionado ao rim, e após sofrer a segunda hidroxilação, dá origem a forma ativa, conhecida como 1,25-dihidroxicolecalciferol (1,25(OH)₂D₃) (LEESON e SUMMER, 2001; PESTI et al., 2005).

Com aumento da idade da poedeira acontece uma progressiva diminuição na habilidade do fígado em hidroxilar a vitamina D₃ em 25(OH)-D₃ (BAR e HURWITZ, 1981; BAR e HURWITZ, 1987). Por outro lado, Stevens e Blair (1987) estabeleceram que a redução na hidroxilação de vitamina D₃ no fígado ou no rim resultou em inadequada produção de 1,25-(OH)₂D₃ para uma máxima absorção de cálcio e fósforo para formação óssea e de casca. Esse fator poderia em parte explicar

o declínio normal da qualidade da casca e da resistência da tibia com a idade.

Rodrigues et al. (2005) avaliaram a adição de níveis de inclusão de vitamina D no período de pré-postura (1.200, 2.400 e 3.600 UI/kg) e postura (1.200 e 2.400 UI/kg) de frangas da linhagem Hissex Brown, e sua influência no desempenho e qualidade de casca de ovos de poedeiras comerciais. E não havendo diferença significativa nas características de desempenho e qualidade de casca entre os diferentes níveis de inclusão, os autores concluíram que a adição de 1.200 UI de vitamina D por quilo de ração, são suficientes para suprir as necessidades das poedeiras nestas fases.

Fósforo

A função do fósforo durante a formação da casca está parcialmente relacionada com a redução da acidose sanguínea, pois sua concentração sanguínea se eleva, provocando aumento da excreção de fosfato pelos rins. Nesta situação, o fosfato carrega íons H^+ , auxiliando na manutenção do nível de bicarbonato, reduzindo assim a acidose (BERTECHENI, 1998).

A redução dos níveis de fósforo disponível na dieta de poedeiras no final do primeiro ciclo pode melhorar a qualidade interna e externa dos ovos. Segundo Garlich (1979) o baixo nível de fósforo circulante estimula a produção de $1,25-(OH)_2D_3$, o qual favorece o aumento da reabsorção óssea de cálcio e fósforo, e este cálcio fisiológico adicional resultaria em melhoria da qualidade da casca.

De acordo com Silva et al. (2008) o nível ideal de fósforo disponível na ração de poedeiras semipesadas é de 0,31 a 0,34%. A adição de fitase (300 UF) à ração, melhora a conversão alimentar por massa de ovos e a resistência óssea das poedeiras.

Para um desempenho satisfatório de poedeiras semipesadas de primeiro ciclo de postura, os autores recomendaram dietas contendo relação de cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pd) de 14:1 (4,2% de Ca e 0,3% de Pd), sem suplementação de fitase e, de 12:1 (3,5% de Ca e 0,30% de Pd), com suplementação de fitase (300 UF), e para poedeiras de segundo ciclo 4,2 de cálcio e 0,38% de fósforo disponível.

Manganês

Este mineral conjuntamente com zinco é co-fator de metaloenzimas associadas à síntese de mucopolissacarídeo e carbonato que compõe a matriz orgânica da casca (SWIATKIEWICZ e KORELESKI, 2008). Sua deficiência compromete a formação da camada mamilar produzindo casca com maior incidência de áreas translúcidas (LEACH e GROSS, 1983). Mabe et al. (2003) sugeriram que a deficiência de minerais como zinco, manganês e cobre, poderia alterar a formação de cristais de calcita e modificar a estrutura cristalográfica da casca do ovo, e conseqüentemente, afetar suas propriedades mecânicas.

A deficiência deste mineral determina maior incidência de produção de ovos sem casca ou de casca mole (SCOTT et al., 1982), forma arredondada com regiões translúcidas próximas ao centro, redução da densidade e resistência da casca, além de queda na produção (LEESON e SUMMERS, 2001). A recomendação de Rostagno et al. (2005) é de inclusão de 65 mg de manganês por quilo de ração, para galinhas poedeiras.

Zinco

Este elemento é cofator da anidrase carbônica, enzima responsável pela suplementação de íons carbonato durante o processo de formação da casca (BAIAO e

CANÇADO, 1997). A inibição desta enzima determina a redução no peso da casca de ovos (NYS et al., 1999). Poedeiras com deficiência de zinco apresentam queda na produção de ovos (LEESON e SUMMERS 2001). Segundo Rostagno et. al. (2005), recomenda-se a suplementação de 600 mg de zinco por quilo de ração.

Eletrólitos

Durante o processo de formação da casca há uma redução no pH dos fluidos do útero e corrente circulatória. Esta redução é devido à liberação de íons hidrogênio no processo de formação do carbonato de cálcio pela glândula da casca. A tendência de pH ácido do sangue e líquidos do útero tem sido postulado como negativa para a formação da casca e caracteriza uma acidose metabólica (KESHAVERZ, 1985).

Segundo Harms (1982) a qualidade da casca não é influenciada diretamente por flutuações no equilíbrio ácido-básico, mas pode haver uma modificação na concentração do fósforo circulante, alterando assim o metabolismo do cálcio, e conseqüentemente, na qualidade da casca.

Conclusão

O mecanismo de formação da casca é um processo dinâmico e dependente de vários fatores, sendo a compreensão destes, fundamental para escolha adequada da linhagem, fornecimento de condições nutricionais, ambientais e de manejo que favoreçam a formação adequada da casca, e conseqüentemente, da qualidade externa dos ovos.

Referências

BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. **Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo**. Belo Horizonte, Escola de Veterinária, 1997, p. 43-59, (Caderno técnico, 21).
BAIÃO, N.C.; LÚCIO, C.G. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES,

A.A (Eds). **Manejo de matrizes pesadas**. Campinas: FACTA, 2005. Cap.10, p.198-216.

BAR, A. Calcium transport in strongly calcifying laying birds: Mechanisms and regulation. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 152, n. 4, p. 447-469, Apr. 2009.
BAR, A.; HURWITZ, S. Vitamin D metabolism and calbindin (calcium binding protein) in aged laying hens. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia v. 117, n. 10, p. 1775-1779, Oct. 1987.

BAR, A.; HURWITZ, S. Relationships between cholecalciferol metabolism and growth in chicks as modified by age, breed and diet. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 111, n. 3, p. 399-404, Mar. 1981.

BAUER M, BAUER I. Heme oxygenase-1: redox regulation and role in the hepatic response to oxidative stress. **Antioxid Redox Signal**, Homburg, v. 4, p. 749-758, Oct. 2002.

BERG, C et al. Embryonic exposure to oestrogen causes eggshell thinning and altered shell gland carbonic anhydrase expression in the domestic hen. **Reproduction**, Cambridge, v. 128, n. 4, p.455-461, Oct. 2004.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 1998. 273 p. Trabalho de Conclusão de Curso em Produção Animal- Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior.

BORGES, S.A et al. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.5, p. 975-981, set/out. 2003.

CARVALHO, F.B. et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idade. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 25-29, jan./mar. 2007.

CHANG, W. et al. The extracellular calcium-sensing receptor (CaSR) is a critical modulator of skeletal development. **Science Signal.**, New York, v. 1, n. 2, p. 1-13, Sep. 2008.

COUTTS, J.A.; WILSON, G.C.; FERNANDEZ, S. **Optimum egg quality - A practical approach**. Sheffield: 5M Enterprises, 2007, 66p.

DORMINEY, R.W.; JONES, J.E.; WILSON, H.R. Influence of cage size and frightening on incidence of body checked eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 44, p. 307-308, Jan. 1965.

EATON, D.C.; POOLER, J.P. Regulação do equilíbrio do cálcio e do fosfato. In: **Fisiologia**

- renal de Vander**, trad. Jahn, M.P. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 215-227.
- FRANCO, J.R. G.; SAKAMOTO, M. I. Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam, 2007. **Revista AveWorld**. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=102>>. Acesso em: 20 dez. 2010.
- FRANCO-JIMENEZ, D.J. et al. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Pomona, v. 16, n. 4, p. 628-634, 2007.
- GARLICH, J.D. The phosphorus requirements of laying hens. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, Atlanta, 1979. **Proceedings...** Atlanta, 1979. p. 104-114.
- GRANJA PLANALTO. 2009. **Manual da linhagem Dekalb Brown**. Disponível em: <http://www.granjaplanalto.com.br/Manual%20Dekalb%20Brown%20Mod.Rev.01%2001_02_09.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2010.
- GRANJA PLANALTO. 2005. **Manual da linhagem Dekalb White**. Disponível em: <http://www.granjaplanalto.com.br/Manual%20Dekalb%20White%20Mod.%20Rev.5%2001_02_09.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2010.
- GUTOWSKA, M.S.; MITCHELL, C.A. Carbonic anhydrase in the calcification of the egg shell. **Poultry Science**, Champaign, v. 24, p. 159-167, Mar. 1945.
- HARMS, R.H. Specific gravity of eggs and eggshell weight from commercial layers and broiler breeders in relation to time of oviposition. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, 1099-1104, May. 1991.
- HARMS, R.H. The influence of nutrition on eggshell quality. Part 2: Phosphorus. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 54, n. 19, p. 25-26, 1982.
- HINCKE, M.T. et al. Biosynthesis and structural assembly of eggshell components. In: MINE, Y. **Egg bioscience and biotechnology**. Wiley: Hoboken, 2008. cap. 2, p 97-128.
- HOENDEROP, J.G.L. et al. Calcium absorption across epithelia. **Physiological Reviews**, New York, n. 85, n.1, p. 373-422, 2005.
- HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 67-71, Apr./Jun. 2005.
- 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. A comparison between cholecalciferol and 25-OH-cholecalciferol on performance and eggshell quality of hens fed different levels of calcium and phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p.1415-1422, Sept. 2003.
- KESHAVARZ, K. Factors influencing shell quality. **Poultry Digestion**, v. 44, n. 521, p. 294-302, 1985.
- 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.
- KIRK, S. et al. Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. **British Poultry Science**, London, v.21, p.37-53, 1980.
- KOELKEBECK, K.W. et al. Effect of duration of fasting on postmolt laying hen performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 434- 439, Mar. 1992.
- LEACH, J.R. et al. The effect of manganese deficiency upon the ultrastructure of the eggshell. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 499-504, Mar. 1983.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4 ed. Guelph, Ontario: University Books, 2001, 591 p.
- MABE, I. et al. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper and zinc from organic and inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, v. 82, n. 7, p. 1903-1913, Dec. 2003.
- MACARI, M. et al. Endocrinologia de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. p. 57-70.
- MACDOWELL, L.R. **Calcium and phosphorus – Minerals in Animal and Human Nutrition**. Academy Press Inc. San Diego, California, p. 26-77, 1992.
- MÁCHAL, L.; SIMEONOVOVÁ, J. The relationship of shortening and strength of eggshell to some egg quality indicators and egg production in hens of different initial laying lines. **Archiv für Tierzucht**, Dummerstorf, v. 45, n. 3, p. 287-296, 2002.
- MACDANIEL, G.R. et al. The effect of egg shell quality on hatchability and embryonic mortality. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 10-13, Jan. 1979.
- MAGALHÃES, A.P.C. **Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com a Integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento**. 2007. 43 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

- NYS, Y.; GAUTRON, J. Structure and formation of the eggshell. In: HUOPALAHTI, R.; LÓPEZ-FADIÑO, R.; ANTON, M.; SCHADE, R. **Bioactive egg compounds**. Berlin: Springer-Verlag, 2007. cap. 15, p. 99-102.
- NYS, Y. Recent developments in layer nutrition for optimizing shell quality. In Proc. 13th. **European Symposium on Poultry Nutrition**, Blankenberge, 2001, p. 42-52.
- NYS, Y. et al. E. Avian eggshell mineralization. **Poultry and Avian Biology Reviews**, London, v. 10, p. 143-166, 1999.
- NOEBAUER, M.R. **Efeitos das diferentes relações cálcio:fósforo disponível e fitase sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e tecido ósseo de poedeiras de ovos de casca marrom**. 2006. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- OLIVEIRA, B.L. Pontos críticos do manejo de poedeiras. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas, Santos, 1992. **Anais...** Campinas: FACTA, 1992. p. 137-144.
- PEREIRA, D.F. et al. Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 81-88, Apr./Jun. 2008.
- PERSSON, K. The effect of sodium chloride on eggshell quality in laying hens – A Review. **Department of Anatomy, Physiology and Biochemistry**, Uppsala, 2009. Disponível em: <http://stud.epsilon.slu.se/228/1/persson_k_090602.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2011.
- PESTI, F.M. et al. **Poultry Nutrition and Feeding**. Victoria: Trafford Publishing, 2005. 490 p.
- PINES, M. The involvement of matrix proteins in eggshell formation. Institute of Animal Science, 2008. Disponível em: <<http://www.zootecnicainternational.com/article-archive/nutrition/228-the-involvement-of-matrix-proteins-in-eggshell-formation.html>>. Acesso em: 1 dez. 2010.
- RAMOS, K.C.B.T. et al. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo de embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, Seropédica, v. 30, n. 2, p. 37-46, jul./dez. 2010.
- REYNARD, M.; SAVORY, C.J. Stress-induced oviposition delays in laying hens: duration and consequences for eggshell quality. **British Poultry Science**, London, v. 40, n.5, 585-591, Dec. 1999.
- ROBERTS, J.R. Factors affecting egg shell and internal egg quality. In: **18th Annual ASAIME Asian Feed Technology and Nutrition Workshop**, Cambodia, May 24-27, 9 p., 2010.
- ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and eggshell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, Tokyo, v. 41, p. 161-177, 2004.
- RODRIGUES, E.A. et al. Desempenho e qualidade de casca para poedeiras recebendo vitamina D nas rações de pré-postura e postura. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 55-59, Jan/Mar. 2005.
- ROLAND, D.A.; MOORE, C.H. Effect of photoperiod on the incidence of body-checked and misshapen eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n. 12, p. 2703-2707, Dec. 1980.
- ROSTAGNO H.S. et al. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2^a ed. **Editores UFV-DZO**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 186p.
- RUTZ, F. et al. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Pelotas, v. 31, n. 3, p. 307-317, jul./set. 2007.
- SCOTT, M.L. et al. **Nutrition of the chicken**. 3 ed. New York, 1982, 562 p.
- SILVA, J.H.V. et al. Relação cálcio:fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 12, p. 2166-2172, dez. 2008.
- SISSON, S.; GROSSMAN, J.D. Anatomia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986, 2v.
- STEVENS, V.I.; BLAIR, R. Anti-rachitic effects in poult of vitamim D₃, 25-hydroxyvitamin D₃, and 1-alpha-hydroxyvitamin D₃ when fed with different levels of available phosphorus. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v. 35, n. 4, p. 755-764, Apr. 1987.
- SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for layer hens on eggshell and bones quality. **Veterinarni Medicina**, Balice, v. 53, n. 10, p. 555-563, 2008.
- TŮMOVÁ, E.; EBEID, T. Effect of time of oviposition egg quality characteristics in cages and in a litter housing system. **Czech Journal of Animal Science**, Praga, v. 50, n. 3, p. 129–134, 2005.
- VITS, A. et al. Production, egg quality, bone strength, claw length and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with

Carvalho & Fernandes, Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais.....44

different group sizes. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 10, p. 1511-1519, Oct. 2005.

WANG, X.T. et al. Study of the deposition process of eggshell pigments using an improved dissolution method. **Poultry Science**, v. 86, n. 10, p. 2236-2238, Oct. 2007.