



## ARTIGO 245 INCUBAÇÃO: PRINCIPAIS PARÂMETROS QUE INTERFEREM NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE AVES

### Incubation: Key parameters that affect the embryonic development of poultry

Marcelo Helder Medeiros Santana<sup>1</sup>, Patrícia Emília Naves Givisiez<sup>2</sup>, Jalceyr Pessoa Figueiredo Júnior<sup>1</sup>, Élcio Gonçalves dos Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** Dos segmentos que compõem o elo da produção de aves, a incubação de ovos férteis se destaca pela sua importância econômica e por interferir diretamente nos demais setores da produção avícola. Durante o processo de incubação, o ovo fornece todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento adequado do embrião. Entretanto, alguns fatores são essenciais para o embrião, como, temperatura, umidade relativa do ar, ventilação, viragem e posição dos ovos, além de algumas práticas de manejo realizadas no período anterior à incubação, como a estocagem dos ovos férteis, assim como fatores relacionados às matrizes, como a idade e a qualidade da dieta. O funcionamento adequado de todas essas variáveis proporciona bons índices de eclodibilidade no incubatório, além de garantir qualidade ao pintainho produzido. Assim, esta revisão objetiva dissertar sobre os principais parâmetros que interferem no processo de incubação de ovos férteis.

**Palavras-chave:** eclodibilidade, embrião, mortalidade embrionária, ovos férteis

**ABSTRACT:** Of the segments that make up the link in the production of poultry, hatching eggs fertile stands out for its economic importance and directly interfering in other sectors of poultry production. During the incubation, the egg provides all the nutrients needed for proper development of the embryo. However, some factors are essential for the embryo, such as temperature, relative humidity, ventilation, egg turning and position, and some management practices carried out in the period prior to incubation, such as storage of fertile eggs, as well as factors related to the arrays, such as age and quality of the diet. The proper functioning of all these variables provides a good index of hatchability in the hatchery, and chick production to ensure quality. This review aims to elaborate on the main parameters that influence the process of incubation of fertile eggs.

**Key-words:** hatchability, embryo, embryonic mortality, fertile eggs

<sup>1</sup>Doutorandos do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, CCA/UFPB, Areia-PB: [marc.held@yahoo.com.br](mailto:marc.held@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Professora do Departamento de Zootecnia, CCA/UFPB, Areia-PB: [patricia@cca.ufpb.br](mailto:patricia@cca.ufpb.br)  
<sup>3</sup>Mestre em Zootecnia, PPGZ/UFPB, Areia-PB: [elciogsantos@gmail.com](mailto:elciogsantos@gmail.com)



## INTRODUÇÃO

A incubação de ovos férteis alicerça a cadeia produtiva de aves, pois gera o produto a ser explorado em campo e seus resultados podem comprometer toda a rentabilidade do segmento. Por sua vez, o manejo empregado desde a postura dos ovos na granja de matrizes até o momento da eclosão no incubatório, interfere nos resultados de eclodibilidade e qualidade do pintainho produzido.

Por muitos anos a incubação não recebia a devida atenção dos pesquisadores e se caracterizava por uma área não estratégica dos complexos avícolas. Porém, atualmente, a avicultura moderna se volta cada vez mais para o tema incubação, com inovação nas pesquisas nos diversos parâmetros que envolvem esse segmento (Calil, 2007). A tecnologia impulsiona esse avanço a partir do aprimoramento de equipamentos cada vez mais precisos que regulam todos os fatores que podem influenciar no sucesso da incubação dos ovos.

Os ovos das aves dão suporte ao embrião durante toda a incubação, pois possuem todos os nutrientes, fontes de energia e água que serão utilizados durante o desenvolvimento embrionário. Além desses nutrientes, os ovos necessitam de temperatura adequada e de movimentação periódica de rotação, evitando a aderência

do embrião à parede interna do ovo, onde se situam as membranas internas. É fundamental o transporte de taxas adequadas de oxigênio do ar e de vapor d'água, dióxido de carbono e também calor, originados do metabolismo das células embrionárias durante a execução das complexas etapas do desenvolvimento (Scala Júnior, 2003).

Nesse sentido, alguns fatores podem afetar o desempenho da incubação, como a temperatura, a umidade relativa do ar, a viragem dos ovos, fluxo de ar dentro da incubadora e condições de armazenamento pré-incubação. Além desses itens, a idade e o estado nutricional da matriz interferem na qualidade do pintainho produzido. Atualmente, todos esses fatores são controlados por equipamentos modernos, que garantem ao embrião o desenvolvimento adequado durante o período de incubação.

Assim, o objetivo deste trabalho é relatar os principais fatores que interferem no desenvolvimento embrionário durante o período de incubação de ovos férteis de aves.

## FATORES QUE INTERFEREM NA INCUBAÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE AVES

Além dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento durante o período de incubação, como, proteínas, carboidratos, gorduras, minerais e vitaminas, o embrião



necessita de temperatura, umidade, viragem periódica, ventilação e posicionamento adequados, com o intuito de promover um adequado desenvolvimento. Além disso, outros fatores podem influenciar a eclodibilidade e a qualidade do pintainho ao nascer, como a idade e o aporte de nutrientes da matriz e o período de estocagem dos ovos antes da incubação.

### **TEMPERATURA**

A temperatura é o requisito físico mais importante e crítico que afeta diretamente na determinação da eclodibilidade de pintos (Decuypere e Michels, 1992), além de estar diretamente relacionada com o desenvolvimento do embrião e com todos os demais parâmetros que devem ser controlados durante a incubação.

Vários estudos vêm sendo realizados ao longo dos anos para a determinação da temperatura ideal e as variações aceitáveis na incubação de ovos férteis. No século passado, Barott (1937), citado por Decuypere et al. (2003), já demonstrava que 37,8°C era a temperatura ideal para a obtenção de uma boa eclodibilidade dos pintainhos. Além disso, esse mesmo autor verificou que a variação na temperatura não deve ser superior a  $\pm 0,3^\circ\text{C}$ , determinando assim, os limites superior e inferior da temperatura de incubação. Em estudo mais recente, Lourens et al. (2005) avaliaram

duas temperaturas: uma considerada alta para o embrião, 38,9°C e outra baixa, 36,7°C, *versus* a temperatura ideal de incubação, 37,8°C. Nesse estudo os autores observaram que os maiores embriões foram incubados a 37,8°C, com uma menor mortalidade na 3ª semana nessa mesma temperatura e maior eclodibilidade nos ovos incubados na temperatura ideal de incubação.

Alguns autores sugerem que a temperatura de incubação acima de 39°C ou abaixo de 30°C são letais para os embriões (Decuypere e Michels, 1992). Embriões mais velhos de galinhas (*Gallus gallus*) são mais susceptíveis a altas temperaturas e embriões mais jovens, a temperaturas mais baixas (Webb, 1987). Além disso, embriões de linhagens de frangos de corte são mais sensíveis a variações de temperatura, tanto para altas como para baixas, em comparação a embriões de linhagens de postura (Decuypere e Michels, 1992).

Alguns estudos revelam que intervalos curtos de resfriamento dos ovos durante a incubação não afetam a eclodibilidade, peso corporal ou a mortalidade embrionária (Lancaster & Jones, 1988). Porém, longos períodos de resfriamento durante a incubação podem ocasionar danos no peso dos pintainhos e em outros parâmetros de incubação (Kühn et al., 1982). Suarez et al.



(1996) concluíram que embriões de ovos resfriados a 24°C, de 12 a 96 horas perderam mais peso, tiveram um período de incubação mais longo e maior mortalidade embrionária, quando comparados aos obtidos de ovos não resfriados.

Ambas as condições, baixas e altas temperaturas, aparentemente têm diferentes efeitos sobre a sobrevivência e a qualidade dos embriões, e o mecanismo fisiológico é afetado pela exposição a alterações de temperatura em muitos aspectos (Leandro et al., 2000). Porém, a duração em que essas condições de estresse térmico são expostas, aumenta a incidência e a severidade dos efeitos. Segundo Webb (1987) e Decuypere et al. (2003) a hipertermia é mais prejudicial para o desenvolvimento do embrião comparada a hipotermia. A figura 1 permite observar que o embrião é mais sensível ao aquecimento do que ao resfriamento, pois a temperatura crítica superior (40,5°C) está mais próxima da temperatura ideal de incubação do que a temperatura crítica inferior (-2°C). A tolerância a situações de variação de temperatura dependerá, principalmente, da duração da exposição dos ovos ao estresse por calor ou por frio.

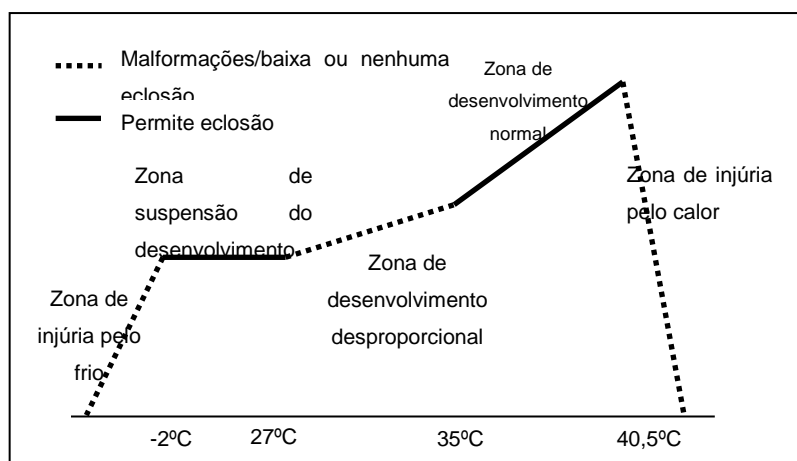
Um ponto determinante a ser considerado é que o padrão de crescimento dos órgãos, além dos sistemas funcionais, não é idêntico

durante o desenvolvimento embrionário. As variações na temperatura e na velocidade de desenvolvimento, que são limitadas pelo tempo, alteram a eclodibilidade, além de afetar o crescimento proporcional e/ou os processos funcionais do embrião e de aves adultas, dependendo do período no qual a variação de temperatura é aplicada (Decuypere et al., 2003).

#### **UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)**

A umidade relativa (UR) no interior da incubadora também é um fator determinante no sucesso da incubação de ovos férteis.

Em relação à temperatura, a UR pode variar muito mais sem que ocorram danos na eclodibilidade, porém, deve ser mantida em uma determinada amplitude para a obtenção dos melhores resultados. Um ovo pode perder de 11 a 13% de água durante a incubação. Porém, a perda de água não é uma variável estritamente relacionada com os valores de UR na incubadora, podendo ser influenciado por fatores como temperatura, movimentos iônicos, concentração protéica, porosidade da casca, além de ser produto do metabolismo energético (Ar, 1991).



**FIGURA 1.** Esquema demonstrando o efeito da temperatura de incubação sobre o desenvolvimento do embrião (Adaptado de Al-Thani e Simkiss, 1992).

Índices de UR muito baixos causam perda de água excessiva, o que leva a um atraso na eclosão, baixa eclodibilidade e nascimento de pintinhos pequenos e desidratados (Barbosa et al., 2008). Se a UR for muito alta, os embriões tendem a eclodir precocemente, sendo frequentemente molhados e pegajosos, podendo eclodir sem alcançarem o pleno desenvolvimento (Decypere et al., 2003).

Há também uma forte ligação entre os valores de UR e a idade da matriz, obtendo melhores rendimentos de incubação ajustando-se esses dois itens (French & Tullet, 1991). Vick et al. (1993) observaram que os ovos de matrizes mais jovens tendem a apresentar melhor taxa de eclosão e menor mortalidade embrionária precoce com UR mais baixa (50%), enquanto que, ovos incubados com 58% de UR, mostraram

maior eficiência nos índices de incubação em matrizes a partir de 60 semanas de idade. Em estudo semelhante, Buhr (1995) avaliou os efeitos da idade da matriz leve e da UR sobre a perda de peso dos ovos durante a incubação e a taxa de eclosão e concluiu que, independente da idade da matriz, a perda de peso do ovo é maior quanto menor for o valor da UR. Em relação à eclodibilidade, o autor concluiu que ovos de matrizes novas devem ser incubados com UR mais baixas (55%). Então, a recomendação é que, ovos de matrizes jovens devem ser incubados em condições de UR mais baixas, enquanto que, ovos de matrizes mais velhas devem ser incubados em UR mais altas.



## **VIRAGEM, VENTILAÇÃO E POSIÇÃO DOS OVOS**

A posição e a viragem dos ovos são fatores determinantes no sucesso do desenvolvimento do embrião. A viragem dos ovos na incubadora é necessária para evitar a aderência do embrião às paredes internas do ovo, permitindo adequado fluxo de ar. Além disso, a movimentação é importante para permitir o crescimento adequado das membranas extraembrionárias e o equilíbrio dos fluidos embrionários, proporcionando um melhor transporte de nutrientes do albúmen para o embrião. A escassez de viragem diminui a eclodibilidade e aumenta o nascimento de pintainhos de má qualidade. Estudos antigos já demonstravam a viragem diária dos ovos pelas galinhas durante o processo de incubação natural. Olsen (1930), citado por Landauer (1967), demonstrou que as galinhas realizavam a viragem diária numa frequência de aproximadamente 96 vezes durante a incubação natural. A partir desses estudos anteriores, é que novas pesquisas vêm sendo desenvolvidas para determinar a frequência ideal de viragem dos ovos férteis durante a incubação artificial. Estudos conduzidos por vários autores (Kaltofen e Ubbels, 1954; Kaltofen, 1956) demonstraram que a viragem dos ovos 24 vezes ao dia resultou em melhor eclodibilidade do que a

realização de viragens menos frequentes. Entretanto, viragens com alta frequência (cerca de 480 vezes por dia) diminuíram a eclodibilidade, quando comparado com 96 viragens diárias (Robertson, 1961).

A ventilação interna deve ser uniforme para que não ocorram diferenças de temperatura e no fornecimento de oxigênio e saída de CO<sub>2</sub>. Em estudos recentes, De Smit et al. (2006) demonstraram que a concentração de CO<sub>2</sub>, assim como a composição de gases no interior da incubadora, desempenham um papel importante do desenvolvimento embrionário, e, através da manipulação das condições inerentes à incubação, foram capazes de alterar o ciclo do desenvolvimento do embrião. Ainda nesse estudo, o aumento na concentração de CO<sub>2</sub> no interior da incubadora, devido à ausência de ventilação durante os primeiros dez dias de incubação, melhorou o desenvolvimento do embrião e proporcionou efeitos benéficos para o desempenho pós-nascimento.

A posição dos ovos, ao introduzi-los na incubadora, é fundamental para a formação da câmara de ar do ovo, aumentando a probabilidade de que a eclosão ocorra pela via da bicagem interna (Deeming, 1989). Provavelmente, uma correta posição do ovo na máquina incubadora permite que as trocas de gases através da casca sejam



normais durante o processo de incubação (Rondón & Murakami, 1998).

## **ESTOCAGEM DOS OVOS**

O armazenamento dos ovos antes do início do processo de incubação tem por objetivo evitar a mistura de ovos de lotes diferentes ou com estado sanitário que possa comprometer o sucesso da incubação. O manejo realizado durante o período de armazenamento dos ovos dependerá de alguns fatores, tais como, condições ambientais, linhagem, estágio do desenvolvimento do embrião, tempo de estocagem e idade da matriz, afetando diretamente a eclodibilidade e qualidade do pinto ao nascer.

Antes da postura, o ovo fertilizado encontra-se em um ambiente com uma temperatura elevada, em torno de 42°C, possibilitando o desenvolvimento embrionário. No momento da postura, esse desenvolvimento é paralisado quando o ovo é colocado à temperatura ambiente abaixo do ponto zero fisiológico (20 a 21°C) (Fiúza et al., 2006). Nesse período crítico é necessário fornecer condições ideais de armazenamento, evitando o enfraquecimento do embrião. Porém, em condições de campo, frequentemente, observa-se queda na eclosão dos ovos de matrizes em épocas quentes do ano. Segundo Johar et al. (1973),

a exposição do ovo fértil a altas temperaturas antes do armazenamento é prejudicial ao desenvolvimento do embrião. Segundo North & Bell (1990), em épocas do ano de temperaturas elevadas, a colheita dos ovos férteis deve ser feita cinco a seis vezes por dia e a armazenagem sob temperatura de 18°C por até cinco dias.

De acordo com Fasenko (1996) o estoque de ovos férteis reduz a sobrevivência do embrião ao passo que aumenta o período de armazenagem. Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de avaliar o período ideal de armazenamento de ovos férteis. Segundo Meijerhof et al. (1994), a eclodibilidade declina quando o período de armazenamento dos ovos fertilizados ultrapassa o período de três dias, independentemente da temperatura.

A temperatura e a umidade na sala de armazenamento dos ovos devem ser controladas de forma satisfatória. Quanto à umidade, esta deve estar entre 70 e 85%, evitando assim a formação do ponto de orvalho, devido à condensação de água na casca do ovo, proporcionando meio favorável ao crescimento de microrganismos (Schmidt, 2007). Já em relação à temperatura, o consenso para uma temperatura ideal ainda não foi estabelecido. Para Decuypere e Michels (1992) a faixa de temperatura ideal está entre 19 e 28°C,



entretanto Schmidt (2007) recomenda o intervalo de 13 a 22°C, e ainda relata que pode haver relação entre o tempo de armazenamento e a temperatura, indicando que para períodos curtos de estocagem, os benefícios são maiores em altas temperaturas (19 a 22°C), ao passo que para períodos superiores a cinco dias, os benefícios são maiores a temperaturas mais baixas (13 a 16°C).

### **IDADE E DIETA DA MATRIZ REPRODUTORA**

A idade da matriz é um dos fatores que pode afetar o rendimento de uma incubação, principalmente pelas mudanças na estrutura do ovo. Ovos produzidos por matrizes jovens são menores, possuem casca com maior espessura, menor número de poros e o albúmen mais denso, o que leva a uma redução na perda da umidade e das trocas gasosas (Brake et al., 1997). Além disso, matrizes jovens possuem uma baixa capacidade de transferência de lipídios para a gema do ovo, comprometendo a viabilidade embrionária no início do desenvolvimento e reduzindo a eclosão (Benton e Brake, 1996; Fasenko, 2003). Com o aumento da idade da matriz, a capacidade da casca em permitir as trocas de gases e vapor d'água entre o embrião e o meio ambiente aumenta, devido ao número e

dimensão dos poros e a menor espessura da casca (Ribeiro et al., 2007).

A correlação entre o peso do ovo e o peso do embrião após a primeira metade do período de incubação é bastante alta, chegando a atingir valores entre 0,5 a 0,95 até o momento da eclosão (Wilson, 1991). Como os ovos oriundos de matrizes mais velhas são mais pesados em relação aos ovos de aves mais novas (Ribeiro et al., 2007) e o peso dos pintos ao nascer pode ser influenciado pelo peso do ovo antes da incubação e pela perda do peso do ovo durante o desenvolvimento embrionário, os pintainhos oriundos de matrizes mais velhas também são mais pesados.

Por fim, a dieta ofertada à matriz pode influenciar o peso dos ovos, a eclodibilidade e o desempenho da progênie. Alguns ingredientes adicionados à dieta, como a utilização de óleos nas rações das matrizes, podem trazer benefícios, principalmente em relação à composição em ácidos graxos da gema (Ribeiro et al., 2007). Os embriões utilizam boa parte da energia através da oxidação de ácidos graxos da gema. Além disso, a quantidade de energia produzida varia de acordo com o ácido graxo oxidado e os embriões, provavelmente, têm uma preferência para absorver certos ácidos graxos (Van Elswyk et al., 1994)





Whitehead et al. (1993) observaram que a inclusão do óleo de milho na alimentação resultou em aumento significativo no peso dos ovos, sendo este efeito mais evidenciado em aves jovens, devido aos ácidos graxos, provavelmente, o linoléico. Entretanto, Peebles et al. (1998) relataram que a adição de 3% de banha às dietas das matrizes com 62 semanas de idade, pode retardar o crescimento do embrião durante o período de incubação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso da incubação artificial de ovos férteis pode ser influenciado por inúmeros fatores, dentre eles, os parâmetros descritos anteriormente. O controle ideal desses aspectos ainda não está totalmente definido, entretanto, o produtor deve minimizar os efeitos, a fim de permitir o desenvolvimento pleno do embrião e o posterior crescimento do pintainho produzido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AR, A. Egg water movements during incubation. In: TULLET, S.G. (ed). **Avian Incubation**. Butterworth-Heinemann: London, p. 157-173, 1991.
- AL-THANI, R., SIMKISS, K. Effects of temperature on the migration of primordial germ cells in the chick embryo. **British Poultry Science**, v.33, p.735-739, 1992.
- BARBOSA, V.M., CANÇADO, F.V., BAIÃO, N.C., et al. Efeitos da umidade relativa do ar na incubadora e da idade da matriz leve sobre o rendimento da incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.741-748, 2008.
- BENTON Jr., C.E., BRAKE, J. The effect of broiler breeder age and length of egg storage on egg albumen during early incubation. **Poultry Science**, v.75, p.1069-1075, 1996.
- BRAKE, J., WALSH, T.J., BENTON, C.E. et al. Egg handling and storage. **Poultry Science**, v.76, p.144-151, 1997.
- BUHR, R.J. Incubation relative humidity effects on allantoic fluid volume and hatchability. **Poultry Science**, v.74, p.874-884, 1995.
- CALIL, T.A.C. Princípios básicos de incubação. In: CONFERÊNCIA APINCO 2007, SIMPÓSIO SOBRE INCUBAÇÃO, 2007. Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2007. 1 CD-ROM.



DE SMIT, L., BRUGGEMAN, V., TONA, J. K. Embryonic developmental plasticity of the chick: Increased CO<sub>2</sub> during early stages of incubation changes the developmental trajectories during prenatal and postnatal growth. **Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.** 145:166–175, 2006.

DECUYPERE, E., MALHEIROS, R.D., MORAES, V.M.B., et al., Fisiologia do Embrião. In: MACARI, M., GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. 2.ed. Editora Facta. Jaboticabal-SP, p.65-94. 2003

DECUYPERE, E., MICHELS. H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p 28-38, 1992.

DEEMING, D.C. Characteristics of unturned eggs: critical period, retarded embryonic growth and poor albumen utilization. **British Poultry Science**, v.30, p.239-249, 1989.

FASENKO, G.M. Factors influencing embryos and poult viability and growth in stored turkey eggs. Raleigh: North Caroline State University, 1996. 114p. **Thesis** (Ph.D. in Agricultural, Food and Nutritional Science) – North Caroline State University, 1996.

FASENKO, G.M. Candling and hatch residue breakouts. In: ROBINSON, F.E.; FASENKO, G.M.; RENEMA, R.A. (Eds). **Optimizing chick production in broiler breeders**. Canada: Spotted Cow. p.101-104, 2003.

FIÚZA, M.A., LARA, L.J.C., AGUILAR, C.A.L., et al. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.408-413, 2006.

FRENCH, N.A.; TULLETT, S.G. Variation in the eggs of various poultry species. In: TULLETT, S.G. (Ed.). **Avian incubation**. Butterworth-Heinemann: London, p.59-77, 1991.

JOHAR, K.S.; BRAY, B.D.J.; NORTON, H.W. et al. Effects of holding temperature on hatchability of White Leghorn and New Hampshire eggs. **Indian Vet Journal**, v.50, p.66 – 71, 1973.

KALTOFEN, R. S.. Het bruederij—onderzoek te Beekbergen. **Landbouwwoorlichting**, 13:544–550, 1956

KALTOFEN, R. S., P. UBBELS. On the turning of eggs in artificial incubation. **Anim. Breed. Abstr.** 22:253, No. 1175, 1954.

KÜHN, E.R., DECUYPERE, E., COLEN, L.M., et al. Posthatch growth and development of a circadian rhythm for thyroid hormones in chicks incubated at different temperatures. **Poultry Science**. v.61, p.540-549, 1982.



LANCASTER, F.M., JONES, D.R. Cooling of broiler hatching eggs during incubation. **British Poultry Science**, v.29,p.597-604, 1988.

LANDAUER,W.. The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. **Monograph** 1 rev., Univ. Conn. Agric. Exp. Stn., Storrs, CT, 1967.

LEANDRO, N.S.M., GONZALES, E., VAROLI Jr, J.C.V., et al. Incubabilidade e qualidade de pintos de ovos de matrizes de frangos de corte submetidos estresse de temperatura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, p.39-44, 2000.

LOURENS, A., H. VAN DEN BRAND, R. MEIJERHOF, et al.. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development. **Poultry Science**. 84:914–920, 2005.

MEIJERHOF, R.; NOORDHUIZEN, J.P.; LEENSTRA, F.R. Influence of pre-incubation treatment on hatching results of broiler breeder eggs produced at 37 and 59 weeks of age. **British Poultry Science**, v.35, n.2, p.249-257, 1994.

NORTH, M.O.; BELL, D.D. Maintaining hatching egg quality. In: Commercial chicken production manual. **New York: Chapman & Hall**, p.31 – 44, 1990.

PEEBLES, E. D., PANSKY, T., DOYLE, S. M. Effects of dietary fat and eggshell cuticle removal on egg water loss and embryo growth in broiler hatching eggs. **Poultry Science**. 77:1522–1530, 1998.

RIBEIRO, B.R.C., LARA, L.J.C., BAIÃO, N.C. et al. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.789-796, 2007.

ROBERTSON, I. S. The influence of turning on the hatchability of hens' eggs. I. The effect of rate of turning on hatchability. **J. Agric. Sci. Camb**. 57:49–56, 1961.

RONDÓN, E.O.O., MURAKAMI, A.E. Fatores que interferem no desenvolvimento embrionário e seus efeitos nos problemas metabólicos pós-eclosão em frangos de corte. **Acta Scientiarum**, 20(3):373-382, 1998.

SCALA JÚNIOR, N.L., Aspectos Físicos da Incubação. In: MACARI, M., GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. 2.ed. Editora Facta. Jaboticabal-SP, p.98-124. 2003.

SCHMIDT, G.S. Incubação: Estocagem dos Ovos Férteis. [www.aveworld.com.br](http://www.aveworld.com.br), 2007.

SUAREZ, M.E., WILSON, H.R., McPHERSON, B.N., et al. Low temperature effects on embryonic development and hatch time. **Poultry Science**, v.75, p.924-932, 1996.



VAN ELSWYK, M. E., HARGIS, B. M., WILLIAMS, J. D., et al. Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. **Poultry Science**. 73:653–662, 1994.

VICK, S.V.; BRAKE, J.; WALSH, T.J. et al. Relationship of incubator humidity and flock age to hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, v.72, p.251-258, 1993.

WEBB, D.R. Thermal tolerance of avian embryos: a review. **Condor**, v.89, p.874-898, 1987.

WHITEHEAD, C.C.; BOWMAN, A.S.; GRIFFIN, H.D. Regulation of plasma estrogen by dietary fats in the laying hen: relationships with egg weight. **British Poultry Science**, v.34, p.999-1010, 1993.

WILSON, H.R. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth, and hatchability. **World Poultry Science Journal**, v.47, p.5-20, 1991.