



## Revista Brasileira de Ciência Avícola

Print version ISSN 1516-635X

On-line version ISSN 1806-9061

Rev. Bras. Cienc. Avic. vol.2 no.1 Campinas Jan./Apr. 2000







<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2000000100006>

# Incubabilidade e Qualidade de Pintos de Ovos Matrizes de Frangos de Corte Submetidos a Estresse de Temperatura



*Hatchability and Chick Quality of Broiler Breeder Eggs Submitted to Stress Due to Temperature*

### Services on Demand

#### Article

-  Article in xml format
-  Article references
-  How to cite this article
-  Curriculum ScienTI
-  Automatic translation
-  Send this article by e-mail

#### Indicators

-  Cited by SciELO
-  Access statistics

#### Related links

#### Share

More 

More

 Permalink

### Autor(es) / Author(s)

Leandro NSM<sup>1</sup>

Gonzales E<sup>2</sup>

Varoli Jr. JCV<sup>3</sup>

Loddi MM<sup>4</sup>

Takita TS<sup>5</sup>

1 - Depto. de Produção Animal, Escola de Veterinária/ Universidade Federal de Goiás

2 - Departamento de Clínica Veterinária, FMVZ/UNESP - Jaboticabal

3 - Zootecnista

4 - Aluno de pós-graduação, FCAV/Unesp - Jaboticabal

5 - Aluno de pós-graduação, IB/Unesp - Botucatu

### RESUMO

O experimento foi conduzido para avaliar o efeito do estresse de temperatura sobre as características de incubabilidade e qualidade dos pintos nascidos. Trezentos ovos, obtidos de um lote de matrizes de frangos de corte com 42 semanas, foram distribuídos em três incubadoras, reguladas para manter uma temperatura de 37,8°C, umidade relativa de 60% e viragem mecânica a cada duas horas. Aos 16 dias de incubação (D16), aplicou-se uma variação de temperatura de calor (40°C) ou frio (32°C) durante cinco horas em duas máquinas. Os embriões da terceira máquina foram usados como controle. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, obedecendo-se a um delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos. A eclodibilidade e a qualidade dos pintainhos, avaliados pelo peso ao nascer e qualidade de pernas e umbigo não foram significativamente diferentes entre o grupo controle e os grupos estressados. Os resultados revelaram que os ovos exposto ao estresse pelo frio ou calor tiveram um período de incubação maiores – 506,5h e 504,2h, respectivamente – do que aqueles expostos a temperatura normal – 496,3h – como consequência no atraso de bicagem interna (7 e 6 h) e externa (13 e 14 h).

**Correspondência / Mail Address**

Prof. Adj. Nadja S. M. Leandro

Rua S4 nº247 apt. 1002  
Setor Bela Vista - Goiânia - GOE-mail: [mogyca@vet.ufg.br](mailto:mogyca@vet.ufg.br)

Concluiu-se que a alteração da temperatura normal de incubação, com resfriamento ou aquecimento por 5 h no D16, não foi suficiente para prejudicar a eclodibilidade e a qualidade dos pintainhos, mas causou uma dilatação do período total de incubação, indicando que mesmo um breve período de variação da temperatura normal de incubação em um período crítico de desenvolvimento é suficiente para determinar estresse nos embriões de frangos de corte.

**Unitermos / Keywords**incubação, estresse,  
temperatura, qualidade de  
pintainho, frangos de corte,*hatchability, stress,  
temperature, chick quality,  
broiler***ABSTRACT**

*This trial was carried out in order to evaluate the effect in broiler embryos of cold or heat stress on the hatching characteristics, and on the quality of the newborn chicks. Three hundred eggs obtained from 42-week-old broiler breeders were distributed in three incubators maintained at a temperature of 37.8C, relative air humidity of 60%, and mechanically turned on every two hour. At 16 days of incubation (D16), the embryos were submitted to heat (40C) or cold (32C) stress for 5 hours in two of the three machines. The non-stressed embryos of the third incubator were used as control. The data were analyzed in a complete randomized design with 3 treatments. The hatchability and chicks quality, evaluated by the number of neonatal and viable chicks, body weight at birth, and legs and navel qualities, were not different ( $P>0.05$ ) among the control and temperature-stressed groups. However, results revealed that the eggs exposed to cold or heat stress showed a longer ( $P<0.05$ ) incubation period - 506.5h and 504.2h, respectively - than those kept at normal temperature - 496.3h - as a consequence of a delay on internal (7 and 6h) and external piping (13 and 12h). It can be concluded that the 5-hour cold or heat stress at D16 is not enough to damage the hatchability or the quality of the chicks, but increase total incubation period, denoting that even a brief period of variation on the normal incubation temperature at a critical period of development is enough to determine stress in broiler embryos.*

**INTRODUÇÃO**

A temperatura de incubação é o fator físico independente mais importante na determinação da eclodibilidade de pintos (Decuypère & Michels, 1992). Barott (1937) descobriu que 37,8°C foi a temperatura ótima de incubação para se obter melhor eclosão, assim como maior qualidade do pintainho.

Alguns estudos foram realizados testando desvios de temperaturas e suas conseqüências em parâmetros de incubação e qualidade dos pintainhos. Dados de literatura sugerem que temperatura de incubação acima de 39°C ou abaixo de 30°C são letais para os embriões (Decuypère & Michels, 1992), enquanto Romanoff, citado por Webb (1987), relatou que embriões mais velhos de galinhas (*Gallus gallus*) eram mais susceptíveis a altas temperaturas e embriões mais jovens, a temperaturas mais baixas.

Thompson *et al.* (1976), testando vários desvios de temperaturas (40,6; 43,3; 46,1 ou 48,9°C) aos 16 dias de incubação, durante vários tempos de exposição, verificaram que a

manutenção por 24 horas de 40,6°C não causou danos à taxa de eclodibilidade, mas 6 horas a 43,3°C diminuiu a eclodibilidade, o que tornou-se ainda mais severo a partir de 9 horas de exposição. À 46,1°C durante 3 horas e 48,9°C por 1 hora causaram 100% de mortalidade embrionária. Os mesmos autores relataram que os pintos sobreviventes de ovos submetidos a elevadas temperaturas eram fracos, com alta incidência de defeitos de pernas e andar inseguro. Wilson *et al.* (1975) relataram significativa diminuição na eclosão quando embriões de 16 dias foram expostos por 24 horas à temperatura de 40,6°C, ou 6 horas à temperatura de 43,3°C. Contudo, 43,3°C durante 24 horas foi letal para todos embriões. Ande & Wilson (1981) observaram que embriões com 3 dias de idade foram mais resistentes ao estresse calórico quando comparados com embriões estressados em mesmas condições com 7, 11, 16 ou 19 dias de desenvolvimento embrionário. A eclodibilidade de ovos férteis com 16 dias de incubação não foi afetada pela exposição ao calor de 43,3°C por 6 horas no máximo. No entanto, os autores consideraram essa condição de estresse bastante crítica para os embriões.

Os estudos têm demonstrado que episódios breves de resfriamento dos ovos durante a incubação não afetam a eclosão, o peso corporal ou a mortalidade embrionária (Lancaster & Jones, 1988). Entretanto, ovos resfriados durante a incubação, por longos intervalos de tempo, apresentam danos no peso dos pintainhos e em outros parâmetros de incubação (Kühn *et al.*, 1982). Surpreendentemente, Sarpong & Reinhart (1985) não observaram efeitos negativos de temperatura baixa (22°C durante 6 a 12 horas no 16º dia de incubação) sobre a eclodibilidade. Quando o período de frio foi estendido para 24 horas, a eclodibilidade foi significativamente maior do que a do controle submetido à temperatura normal de incubação. Ainda, o peso do pintainho com 1 dia de idade, o peso do frango de corte à 4ª e 7ª semanas de idade, a conversão alimentar e as características de carcaça não foram afetadas. No entanto, Suarez *et al.* (1996) indicaram que embriões de ovos resfriados (temperatura de 24°C e duração do estresse de 12 a 96 horas) perderam mais peso, tiveram incubação mais longa e maior mortalidade embrionária, quando comparados aos obtidos de ovos não resfriados. Além disso, os pintainhos eclodidos naquelas circunstâncias eram mais susceptíveis à desidratação durante o calor. Da mesma forma, Zakaria & Al-Anezi (1996), estudando a influência do frio (22°C durante 24 horas no 15º dia de incubação) e a aplicação de vitamina C nos estágios finais de incubação, observaram que o frio afetou significativamente a mortalidade embrionária, mas não prejudicou a percentagem de pintainhos selecionados, o peso após eclosão e a qualidade do pintainho.

Verifica-se, pois, que a hipertermia e hipotermia aparentemente têm diferentes efeitos sobre a sobrevivência e qualidade dos embriões de pintos e o mecanismo fisiológico é afetado pela exposição a alterações de temperatura em muitos aspectos. Entretanto, a incidência e severidade dos efeitos aumentam diretamente com o grau e o período de exposição ao estresse calórico, e confirmando as observações de Webb (1987), a hipertermia é mais prejudicial para o desenvolvimento do embrião do que a hipotermia.

Também não se encontrou na literatura trabalhos científicos que testassem pequenas variações de temperatura em intervalos breves, durante o período de incubação. Assim, o objetivo do presente estudo foi testar a hipótese de que o estresse térmico moderado pelo frio (32°C) ou calor (40°C) por cinco horas, em um único episódio aos 16 dias de incubação, não afeta as características de incubabilidade e a qualidade do pinto recém-nascido.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trezentos ovos foram obtidos a partir de um lote comercial de matrizes de frangos de corte com 42 semanas de idade. Os ovos foram numerados, pesados e distribuídos de maneira uniforme em três incubadoras homogêneas, com capacidade de cem ovos cada uma. Essas incubadoras eram providas de um sistema de viragem automática dos ovos, de duas em duas horas, além de possibilitarem o controle da temperatura interna (regulando-se a resistência elétrica por meio de um controle e aferindo-se com um termômetro).

Durante todo o período de incubação, os ovos foram mantidos em uma temperatura normal constante de 37,8°C, exceto em duas das incubadoras, cujos embriões foram expostos aos 16 dias de idade a uma única variação da temperatura para 32°C (frio) ou 40°C (calor) por cinco horas, dentro da incubadora. As outras condições ambientais foram estabilizadas, mantendo-se a umidade relativa do ar aproximadamente a 60% e um foto-período de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, já que as incubadoras utilizadas eram de acrílico transparente e os ovos recebiam a luz natural da sala de incubação.

Quando os ovos completaram 18 dias de incubação, iniciaram-se as observações do rompimento das membranas internas (IP) através de um ovoscópio, da bicagem da casca (EP) e eclosão dos ovos; sendo as leituras, realizadas a cada duas horas, encerrando-se após 22 dias da incubação.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 100 repetições, sendo cada parcela constituída por um ovo. As variáveis analisadas foram: peso do ovo (g), período total de incubação (horas), início do rompimento das membranas internas (IP, horas), início da bicagem da casca (EP, hora), intervalo entre o rompimento das membranas internas e a bicagem da casca (EP-IP, horas) e intervalo entre eclosão e EP (horas). A qualidade dos pintos foi avaliada pelo peso do pinto ao nascer (g), índice relativo de peso do pintainho [ % peso = (peso do pintainho/peso do ovo) x 100] qualidade das pernas e umbigo dos neonatos. Os pintos viáveis foram definidos semelhantemente à incubatórios industriais, considerando-se as condições de penugem, aparência geral, peso, pernas e umbigo. As avaliações de fertilidade e mortalidade precoce foram realizadas no final do experimento, quando se quebraram todos os ovos não eclodidos.

As variáveis semi-quantitativas, como qualidade de umbigo e pernas, as quais foram avaliadas por meio de escore com classificação de 1 a 3 (normais, pouco comprometido e muito comprometido), foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis, de acordo com Curi (1997). As variáveis quantitativas foram analisadas pela ANOVA e quando necessário, comparadas pelo teste de Tukey, com o auxílio do programa computacional SAEG (Euclides, 1987). A distribuição do número de indivíduos observados em cada característica (variável numérica) foi testada por Qui-Quadrado, usando-se uma tabela de contingência 3 x 2 (Steel & Torrie, 1960).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos cem ovos incubados em cada incubadora, aproximadamente 18% eram inférteis ou os embriões estavam mortos antes de iniciar a incubação. Esse índice alto de ovos claros provavelmente está relacionado com problemas no lote reprodutor, do qual se obtiveram os ovos para incubação. O número de embriões que conseguiram realizar o rompimento da membrana interna, rompimento da membrana externa e a eclosão foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) nas três condições de temperatura testadas ([Tabela 1](#)). Cerca de 50% dos ovos incubados eclodiram pintainhos em condições de serem avaliados e somente esses foram considerados para a análise das demais características.

**Tabela 1** - Número de observações das características de incubação de ovos submetidos a estresse térmico no 16º dia do desenvolvimento embrionário.

Característica	Temperatura de Incubação		
	Frio <sup>1</sup>	Calor <sup>2</sup>	Normal <sup>3</sup>
ovos incubados, nº	100	100	100
ovos com bicagem interna (IP), nº	70	73	73
ovos com bicagem externa (EP), nº	66	67	67
ovos eclodidos, nº	56	60	66
pintainhos viáveis, nº	51	50	51

<sup>1</sup> 32°C; <sup>2</sup> 40°C; <sup>3</sup> 37,8°C

A eclodibilidade não foi significativamente diferente ( $p > 0,05$ ) entre o grupo controle e os grupos expostos ao estresse moderado de frio ou calor ([Tabela 1](#)). Esses dados estão de acordo com outros resultados de literatura, quando a variação da temperatura foi de curta duração e não muito severa tanto para hipertermia (Thompson *et al.*, 1976; Ande & Wilson, 1981) quanto para hipotermia (Sarpong & Reinhart, 1985; Callebaut, 1990). Já os resultados de Suarez *et al.* (1996) indicaram que houve maior mortalidade embrionária quando os ovos foram expostos a temperatura muito baixa (24°C) e por um período prolongado (12 a 96 horas), o que não foi o caso do presente experimento. Embora não detectado estatisticamente, houve variação de mais de 10 pontos percentuais entre o grupo não estressado e os estressados ([Tabela 1](#)). Pelos dados, observa-se que os embriões conseguiram fazer EP, mas não concluíram a eclosão. Questiona-se, pois, se o tempo de eclosão seria mais dilatado ainda, se os ovos ficassem incubados por mais tempo – superior aos 22 dias deixados – ou os embriões morreriam sem a eclosão. Esses resultados sugerem que os pintainhos foram submetidos a um certo grau de estresse.

Os resultados das características de incubabilidade dos ovos controle e estressados estão apresentados na [Tabela 2](#). Pode-se observar que o peso do ovo (g) não apresentou diferença significativa nos três grupos estudados, o que é resultado do procedimento adotado para que para que não houvesse variação, já que o peso do ovo influencia o período total de incubação e o peso do pintainho (Tullet & Burton, 1982; Wilson, 1991).

**Tabela 2** - Características da incubabilidade de ovos submetidos a estresse térmico no 16º dia de desenvolvimento embrionário.

Características	Temperatura de incubação		
	Frio <sup>1</sup>	Calor <sup>2</sup>	Normal <sup>3</sup>
Número de observações <sup>4</sup>	51	50	51
Início de bicagem interna (IP), h <sup>5</sup>	467,4 ± 2,35 <sup>A</sup>	465,9 ± 2,31 <sup>A</sup>	460,3 ± 2,02 <sup>B</sup>
Início de bicagem externa (EP), h	495,2 ± 1,74 <sup>A</sup>	494,0 ± 2,01 <sup>A</sup>	482,2 ± 2,07 <sup>B</sup>
Intervalo EP-IP, h	26,0 ± 2,18 <sup>A</sup>	25,1 ± 2,11 <sup>A</sup>	21,2 ± 1,87 <sup>A</sup>
Intervalo Eclosão-EP, h	13,1 ± 0,79 <sup>A</sup>	13,2 ± 0,91 <sup>A</sup>	14,8 ± 1,15 <sup>A</sup>
Período de incubação, h	506,5 ± 1,48 <sup>A</sup>	504,2 ± 1,58 <sup>A</sup>	496,3 ± 1,69 <sup>B</sup>
Peso do ovo, g	69,8 ± 0,44 <sup>A</sup>	69,3 ± 0,35 <sup>A</sup>	70,0 ± 0,37 <sup>A</sup>
Peso do pintainho, g	51,1 ± 0,32 <sup>A</sup>	50,8 ± 0,34 <sup>A</sup>	51,7 ± 0,32 <sup>A</sup>
Ind. rel. pintainho/ovo, %	73,3 ± 0,37 <sup>A</sup>	73,4 ± 0,48 <sup>A</sup>	73,9 ± 0,25 <sup>A</sup>
Escore de umbigo	1,35 ± 0,07 <sup>A</sup>	1,44 ± 0,08 <sup>A</sup>	1,39 ± 0,08 <sup>A</sup>
Escore de pernas	1,08 ± 0,04 <sup>A</sup>	1,06 ± 0,04 <sup>A</sup>	1,02 ± 0,02 <sup>A</sup>

<sup>A,B</sup> Na mesma linha, indicam diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup> 32 °C. <sup>2</sup> 40 °C. <sup>3</sup> 37,8 °C.

<sup>4</sup> Foram considerados somente os dados de pintainhos nascidos e em condições de serem examinados.

<sup>5</sup> Média ± EPM.

A respeito dos resultados dos períodos de início de IP, início de EP e total de incubação, verificou-se que os ovos expostos ao frio ou calor apresentaram prazos maiores para essas características, do que aqueles mantidos sob temperatura de 37,8°C. Aparentemente, o maior tempo de eclosão dos embriões estressados foi uma consequência dos períodos dilatados para a obtenção de IP e EP, já que os intervalos EP-IP e Eclosão-EP não foram significativamente ( $p > 0,05$ ) afetados ([Tabela 2](#)). Os resultados sugerem que as modificações que geraram maior período de eclosão dos pintainhos estressados ocorreram, preferentemente, antes do processo de rompimento da membrana interna (IP), ou seja, interferiram com o crescimento embrionário, antecipando os processos fisiológicos que culminam com a eclosão.

Decuypère & Michels (1992) relatam que embriões de pintos comportam-se como poiquiloterms e necessitam fixar uma quantidade de calor para completar seu desenvolvimento. Assim, pressupõem que o tempo de eclosão é influenciado pela temperatura de incubação alta ou baixa, mas que o total de calor necessário para o crescimento é o mesmo. Esse fato explicaria porque os ovos incubados com temperatura abaixo do recomendado (37,8 °C) apresentam uma dilatação do período de incubação, conforme observado por outros autores (Lancaster & Jones, 1988; Suarez *et al.*, 1996), e os embriões tendem a ter um menor período de crescimento quando incubados com temperatura superior à recomendada (Decuypère & Michels, 1992; Kojima *et al.*, 1996).

Os resultados obtidos no presente experimento, com a exposição dos embriões a temperatura fria, são compatíveis com os observados na literatura, conforme demonstrado. Porém, se contrapõem a pesquisas anteriores que indicaram que ovos expostos a temperaturas acima de 37,8°C durante a incubação aceleram o crescimento embrionário. Segundo Sissen *et al.*, citado por Kojima *et al.* (1996), pequenas elevações na temperatura de incubação estão associadas com o aumento do ciclo mitótico e da taxa metabólica das células somáticas, acelerando o crescimento embrionário. Entretanto, Romanoff *et al.*, citados por Tullet (1990), verificaram que, com o avanço do desenvolvimento embrionário, o efeito de temperatura diminui, e a partir do 16º dia aproximadamente de incubação, ambas as temperaturas, elevadas ou baixas, retardam levemente o crescimento embrionário de pintos.

Webb (1987) também relatou que a exposição de ovos durante a incubação ao frio, e às vezes ao calor, pode resultar em desenvolvimento embrionário mais lento. Ainda, Tazawa & Rahn (1987) observaram que ovos mantidos em temperatura de 28°C durante a incubação alcançaram um "equilíbrio" na temperatura e no metabolismo após quatro horas de exposição. Essa observação sugere que os mecanismos fisiológicos que se contraporiam ao estresse térmico só seriam ativados, acelerando ou diminuindo o metabolismo, após um período de exposição superior a quatro horas. As citações acima relatadas são compatíveis com os resultados obtidos neste experimento, salientando-se que a temperatura de incubação elevou-se em um único episódio, aos 16 dias de incubação.

Lancaster & Jones (1988) e Suarez *et al.* (1996) encontraram que o tempo de atraso na eclosão causada pelo resfriamento dos ovos é aproximadamente igual ao tempo de permanência do ovo em temperatura baixa. Entretanto, os resultados aqui obtidos mostraram que houve um aumento médio do tempo total de incubação de 10 a 8 horas para frio e calor, respectivamente. Mas, considerando o período para o início de IP, primeiro passo no processo que desencadeia a eclosão, o crescimento embrionário dos ovos estressados foi retardado por um período aproximadamente proporcional à exposição térmica estressante.

O peso do pintainho (g), o índice relativo do pintainho / ovo (%) e qualidade de umbigo e pernas não apresentaram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os pintos de origem do grupo controle e dos grupos estressados por frio ou calor ([Tabela 2](#)). No entanto, Thompson *et al.* (1976) demonstraram que embriões podem tolerar temperaturas acima de 39°C após 16 dias de vida embrionária, mas os pintos sobreviventes de embriões estressados pela alta temperatura são fracos e com alta incidência de doenças. Já Webb (1987) cita que a gravidade desse efeito não depende somente da temperatura de incubação, mas também do período de exposição, magnitude do desvio da temperatura ótima, espécie, idade à exposição e possíveis interações entre esses fatores, uma vez que todos estão envolvidos na tolerância térmica dos embriões. Ande & Wilson (1981) verificaram a ocorrência de pintainhos de má qualidade somente quando o estresse calórico foi severo e prolongado. Com relação à exposição dos embriões ao frio, os resultados obtidos são coerentes com os relatos de literatura, que indicam a ausência de efeitos negativos sobre a qualidade do pintainho neonato ou em idade de abate, em aves oriundas de ovos incubados com baixa temperatura (Allsep *et al.*, 1992). Ainda, Lancaster e Jones (1988) demonstraram que há uma extraordinária tolerância dos embriões ao frio após 16 dias de incubação, suportando uma exposição de 48 horas a 22°C, mas após 36 horas da eclosão, a qualidade do pintainho neonato declina rapidamente.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as alterações da temperatura recomendada de incubação, com resfriamento ou superaquecimento durante um breve período, não foram suficientes para prejudicar a eclodibilidade e/ou qualidade dos pintainhos. No entanto, tendo como referência o atraso da bicagem interna, bicagem externa e na eclosão, provocados pela variação da temperatura, os resultados sugerem que as modificações nas condições da temperatura de incubação foram suficientes para provocar estresse nos embriões.

## AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allsep T, Wiggins M, Birrenkott G. The effects of cooling large white turkey embryos on growth and white blood cell development. *Poultry Science* 1992; 71: 460 -466. [ [Links](#) ]

- Ande TB, Wilson HR. Hatchability of chicken embryos exposed to acute high temperature stress at various ages. *Poultry Science* 1981; 60: 1561-1566. [ [Links](#) ]
- Barott HG. Effects of temperature, humidity, and other factors on hatch of hen's eggs and on energy metabolism of chick embryos. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin 1937; 553: 13-45. [ [Links](#) ]
- Callebaut ME. Research note: hatching of japanese quail chicks (*Coturnix coturnix japonica*) following long, daily cyclical interruptions of their incubation. *Poultry Science* 1990; 69:2241-2243. [ [Links](#) ]
- Curi, PR. Metodologia e análise da pesquisa em ciências biológicas. Botucatu: Tipomic; 1997. [ [Links](#) ]
- Decuypère E, Michels H. Incubation temperature as a management tool: a review. *World's Poultry Science Journal* 1992; 48:28-38. [ [Links](#) ]
- Euclides, RS. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética). Versão PCXT. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes; 1987. [ [Links](#) ]
- Kojima T, Udagawa K, Onishi A, Iwahashi H, Komatsu, Y. Effect of heat stress on development "in vitro" and "in vivo" and on synthesis of heat shock proteins in porcine embryos. *Molecular Reproduction Development* 1996; 43: 452-557. [ [Links](#) ]
- Kühn ER, Decuypere E, Colen LM, Michels H. Posthatch growth and development of a circadian rhythm for thyroid hormones in chicks incubated at different temperatures. *Poultry Science* 1982; 61:540-549. [ [Links](#) ]
- Lancaster FM, Jones DR. Cooling of broiler hatching eggs during incubation. *British Poultry Science* 1988; 29:597-604. [ [Links](#) ]
- Sarpong S, Reinhart BS. Broiler hatching stress and subsequent growth performance. *Poultry Science* 1985; 64:232-234. [ [Links](#) ]
- Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences. New York: McGraw Hill; 1960. [ [Links](#) ]
- Suarez ME, Wilson HR, McPherson BN, Mather FB, Wilcox CJ. Low temperature effects on embryonic development and hatch time. *Poultry Science* 1996; 75:924-932. [ [Links](#) ]
- Tazawa H, Rahn H. Temperature and metabolism of chick embryos and hatchlings after prolonged cooling. *The Journal of Experimental Zoology* 1987; 1(Suppl.):105-109. [ [Links](#) ]
- Thompson JB, Wilson, H.R., Voitle, RA. Influence of high temperature stress of 16-day embryo on subsequent hatchability. *Poultry Science* 1976; 55:892-894. [ [Links](#) ]
- Tullet SG, Burton FG. Factors affecting the weight and water "status" of the chick at hatch. *British Poultry Science* 1982; 23:361-369. [ [Links](#) ]
- Tullet SG. Science and the art of incubation. *Poultry Science* 1990; 69:1-15. [ [Links](#) ]
- Webb DR. Thermal tolerance of avian embryos: a review. *Condor* 1987; 89:874-898. [ [Links](#) ]
- Wilson HR, Wilcox CJ; Voitle RA, Baird CD, Dorminey RW. Characteristics of White Leghorn chickens selected for heat tolerance. *Poultry Science* 1975; 54:126-130. [ [Links](#) ]
- Wilson HR. Effects of egg size on hatchability, chick size and posthatching growth. In: Tullet SG. *Avian Incubation*. Cambridge: Butterworth Heinemann; 1991. p.279-283. [ [Links](#) ]
- Zakaria AH; Al-Anezi MA. Effect of ascorbic acid and cooling during egg incubation on hatchability, culling, mortality, and the body weights of broiler chickens. *Poultry Science* 1996; 75:1204-1209. [ [Links](#) ]



All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution License](#)

**Av. Andrade Neves, 2501 - Castelo  
13070-001 Campinas SP - Brazil  
Tel.: (55 19) 3243-6555 / Fax.: (55 19) 3243-8542**



[rvfacta@terra.com.br](mailto:rvfacta@terra.com.br)