

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

INFLUÊNCIA DO AQUECIMENTO E
ARMAZENAMENTO DE OVOS DE MATRIZES PESADAS
SOBRE O RENDIMENTO DE INCUBAÇÃO

PAULA MORAES MOURÃO MENDES

BELO HORIZONTE

2014

PAULA MORAES MOURÃO MENDES

**INFLUÊNCIA DO AQUECIMENTO E ARMAZENAMENTO DE OVOS DE
MATRIZES PESADAS SOBRE O RENDIMENTO DE INCUBAÇÃO**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia
Área de concentração: Produção Animal
Orientador: Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião

BELO HORIZONTE

2014

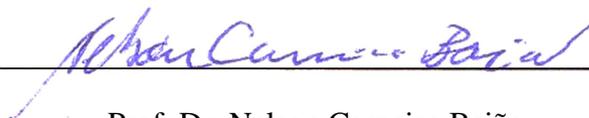
M538i Mendes, Paula Moraes Mourão, 1986-
Influência do aquecimento e armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação / Paula Moraes Mourão Mendes. – 2014.
43 p. : il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Ovos – Armazenamento – Teses. 2. Ovos – Eclodibilidade – Teses. 3. Ovos – Incubação – Teses. I. Baião, Nelson Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 637.5

Dissertação defendida e aprovada em 29 de fevereiro de 2012 pela Comissão Examinadora constituída pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião

(Orientador)



Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara



Dra. Vanessa Michalsky Barbosa

DEDICATÓRIA a todos que, cada um ao seu modo,
contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Experimento I	17
3.1.1. Local e período de execução	17
3.1.2. Instalações	17
3.1.3. Tratamentos	17
3.1.4. Ovos.....	18
3.1.5. Temperatura dos ovos no dia de coleta	18
3.1.6. Seleção e armazenamento dos ovos.....	19
3.1.7. Pré-incubação e incubação dos ovos	20
3.1.8. Ovoscopia	20
3.1.9. Transferência	20
3.1.10. Nascimento dos pintos	21
3.1.11. Dados obtidos	21
3.1.11.1. Temperatura interna dos ovos.....	21
3.1.11.2. Fertilidade	22
3.1.11.3. Rendimento de incubação.....	22
3.1.11.4. Peso dos pintos.....	23
3.1.12. Delineamento experimental	23
3.2. Experimento II	24
3.2.1. Local e período de execução	24
3.2.2. Instalações	24
3.2.3. Tratamentos	24
3.2.4. Ovos.....	25

3.2.5.	Temperatura dos ovos nos dias de coleta	26
3.2.6.	Seleção e armazenamento de ovos	26
3.2.7.	Pré-incubação e incubação dos ovos	26
3.2.8.	Ovoscoopia	26
3.2.9.	Transferência e nascimento	27
3.2.10.	Dados obtidos	27
3.2.11.	Delineamento experimental	27
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1.	Experimento I	28
4.1.1.	Temperatura interna dos ovos.....	28
4.1.2.	Fertilidade, mortalidade embrionária e eclodibilidade dos ovos incubados.....	30
4.1.3.	Peso do pinto ao nascimento	32
4.2.	Experimento II	34
4.2.1.	Temperatura interna dos ovos.....	34
4.2.2.	Fertilidade, mortalidade embrionária e eclodibilidade dos ovos incubados.....	34
4.2.3.	Peso do pinto ao nascimento	37
5.	CONCLUSÃO	39
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	APÊNDICES	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Momentos de aferição da temperatura interna dos ovos (Experimento I).....	19
Tabela 2 - Temperatura interna dos ovos de acordo com os tratamentos e o tempo transcorrido a partir do início do aquecimento (Experimento I).....	29
Tabela 3 - Temperatura ambiente na câmara de aquecimento e sala fria durante o aquecimento e resfriamento dos ovos (Experimento I).....	30
Tabela 4 - Percentual de fertilidade, eclodibilidade em relação ao total de ovos incubados e eclodibilidade em relação ao número de ovos férteis de acordo com os tratamentos (Experimento I).....	30
Tabela 5 - Percentual de mortalidade embrionária por fase de desenvolvimento de acordo com os tratamentos (Experimento I).....	31
Tabela 6 - Peso do pinto ao nascimento de acordo com os tratamentos (Experimento I).....	33
Tabela 7 - Percentual de fertilidade dos ovos incubados de acordo com os tratamentos (Experimento II).....	34
Tabela 8 - Percentual de eclodibilidade em relação ao total de ovos incubados e ao número de ovos férteis de acordo com os tratamentos (Experimento II).....	35
Tabela 9 - Percentual de mortalidade embrionária por fase de desenvolvimento de acordo com os tratamentos (Experimento II).....	36
Tabela 10 - Peso do pinto ao nascimento de acordo com os tempos de aquecimento e períodos de armazenamento (Experimento II).....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura interna dos ovos de acordo com os tratamentos em função do tempo transcorrido (Experimento I) 28

Figura 2 - Redução do peso do pinto ao nascimento em função do aumento no tempo de aquecimento pré-armazenamento (experimento II) 37

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do aquecimento artificial de ovos de matrizes pesadas no período entre a coleta e o armazenamento sobre o rendimento de incubação. O estudo foi dividido em dois experimentos. No Experimento I foram utilizados 5.760 ovos de matrizes pesadas Cobb® com 57 semanas de idade. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, constituído por quatro tratamentos definidos com base no tempo de aquecimento dos ovos (zero, três, seis e nove horas). O aquecimento foi feito em câmara de fumigação a 30°C e os ovos foram armazenados por três dias. No Experimento II foram utilizados 11520 ovos de matrizes pesadas Cobb® com 32 semanas de idade. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2 × 4, dois períodos de armazenamento (três e sete dias) e quatro tempos de aquecimento dos ovos (zero, três, seis e nove horas). O aquecimento foi feito em câmara de fumigação a 37,5°C. Os tratamentos não influenciaram a eclodibilidade e a mortalidade embrionária em ambos os experimentos. No Experimento II observou-se uma redução no peso do pinto ao nascimento na medida em que se aumentou o tempo de aquecimento pré-armazenamento e o período de armazenamento.

Palavras-chave: aves, desenvolvimento embrionário, eclodibilidade, pré-armazenamento

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of prestorage incubation of broiler breeder's eggs on hatchability. Two experiments were conducted. In Experiment I, were used 5,760 eggs from Cobb ® hens, 57 weeks old. The experimental design was completely randomized, with four treatments based on egg's heating time (zero, three, six or nine hours). Heating was done in a fumigation chamber at 30 ° C and the eggs were stored for three days. In Experiment II, were used 11,520 eggs from Cobb ® hens, 32 weeks old. The experimental design was completely randomized in a factorial 2 × 4, two storage periods (three or seven days) and four heating times (zero, three, six or nine hours). Egg's heating was done in fumigation chamber at 37.5 ° C. Treatments didn't affect hatchability and embryonic mortality in both experiments. In Experiment II, prestorage incubation and storage reduced chick weight.

Key-words: birds, embryonic development, prestorage incubation

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento embrionário das aves tem início antes da postura, aproximadamente três horas após a fecundação, e progride simultaneamente ao processo de formação do ovo ao longo do oviduto (Gonzales e Cesário, 2003), num decurso de aproximadamente 24 horas. O resultado do processo de desenvolvimento embrionário que ocorre enquanto o ovo está ainda em formação é um embrião de aproximadamente 40 mil a 60 mil células. O estágio de desenvolvimento embrionário no momento da oviposição pode variar em razão de diferenças próprias entre linhagens e idade das matrizes (Fasenko et al., 1992; Fasenko, 2007). Esses fatos podem estar correlacionados às diferenças na temperatura corporal, ao tempo de trânsito no oviduto ou ainda às diferenças próprias no desenvolvimento. No momento da oviposição, a maior parte dos embriões está na fase de pré-gástrula ou, no máximo, no estágio inicial de gastrulação (Barbosa, 2011). O estágio do desenvolvimento embrionário no momento da postura influencia a taxa de eclosão, sendo que estágios muito avançados ou muito precoces são prejudiciais (Gonzales e Cesário, 2003). Os embriões que, logo após a oviposição, se encontram no estágio de pré-gástrula são, entretanto, menos resistentes ao estresse de armazenamento do que embriões no estágio de gástrula. No entanto, efeito dessa desvantagem pode ser diminuído mediante aquecimento dos ovos logo após a postura (Butler, 1991).

O armazenamento de ovos férteis é uma prática necessária e rotineiramente adotada na indústria avícola. A duração do período de armazenamento pode variar em função da capacidade das máquinas de incubação, sendo, ainda, reflexo das flutuações na produção de ovos e na demanda por pintos de um dia, esta influenciada pelo mercado de frangos de corte.

Ovos incubados imediatamente após a postura apresentam baixo rendimento de incubação. A alta densidade do albúmen de ovos recém postos prejudica a movimentação de nutrientes e a difusão dos gases através do mesmo. Durante o armazenamento, o ovo perde gás carbônico e água para o meio ambiente. Em contrapartida, a câmara de ar e a concentração de oxigênio no interior do ovo aumentam. Como resultado, tem-se o aumento do pH do albúmen, responsável pela desnaturação de suas proteínas, e sua conseqüente liquefação. Em conjunto, essas modificações sofridas pelo ovo durante os primeiros dias de armazenamento

irão melhorar o aporte de nutrientes e oxigênio para o embrião durante a incubação (Benton e Brake, 1996).

O comportamento do desenvolvimento embrionário no período entre a postura e a incubação sofre influência direta da temperatura ambiente. Tanto nas granjas produtoras como nos incubatórios, os ovos férteis devem ser armazenados sob temperatura inferior ao ponto zero fisiológico. Entende-se por esse termo o limiar de temperatura abaixo do qual o desenvolvimento embrionário é paralisado e acima desse é reiniciado. Não existe consenso entre os pesquisadores sobre qual a temperatura que melhor determina esse ponto. A literatura relata ampla variedade de temperatura que seria aquela mínima necessária para que houvesse desenvolvimento do embrião. Em geral, as granjas têm optado por limitar em 21°C a temperatura máxima aceita nas salas de armazenamento de ovos.

Fasenko (2007) ressalva que, embora o desenvolvimento embrionário não possa ser observado microscopicamente abaixo de certas temperaturas, processos metabólicos continuam a ocorrer. Dessa forma, o pesquisador sustenta que a denominação de tal conceito deveria ser revista.

A temperatura mínima necessária para o prosseguimento do desenvolvimento não é a mesma para todos os tecidos do embrião. O objetivo de se manter os ovos armazenados sob temperatura inferior ao zero fisiológico é prevenir o crescimento desproporcional do mesmo, que pode ocorrer quando os ovos são mantidos a uma temperatura entre o zero fisiológico e a temperatura ótima de incubação (Fasenko et al., 2001).

De qualquer forma, é sabido que o armazenamento de ovos por períodos superiores a sete dias afeta negativamente o rendimento de incubação. Períodos prolongados de armazenamento elevam a mortalidade embrionária ao induzir a morte celular via necrose e apoptose e provocam retardo na retomada de crescimento dos embriões mesmo quando condições ótimas de incubação são fornecidas, além de reduzirem a taxa de crescimento dos mesmos (Fasenko, 2007).

O aquecimento de ovos férteis no período entre a postura e o armazenamento vem sendo estudado como forma de reduzir os efeitos negativos do armazenamento sobre o rendimento de incubação por permitir que os embriões progridam até um estágio de desenvolvimento em que são mais aptos a suportar o estresse desse período. Em geral, tem-se concluído que o aquecimento pré-incubação não tem efeito no rendimento de incubação

quando o tempo de armazenamento é inferior a sete dias e pode tanto ser prejudicial quanto benéfico quando o período de armazenamento é prolongado (Reijrink et al., 2009).

O objetivo desse estudo foi verificar os efeitos do aquecimento artificial de ovos férteis no período entre a coleta e o armazenamento sobre o rendimento de incubação e o peso dos pintos ao nascimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Hays e Nicolaidis (1934) citados por Fasenko (2007) conduziram um dos primeiros estudos que apontou a relação entre o rendimento de incubação e o desenvolvimento embrionário no momento da postura. Nesse estudo foi observado que ovos de galinhas que mostravam um histórico de eclodibilidade consistentemente mais elevado apresentavam embriões em estágios mais avançados de desenvolvimento no momento da postura.

Partindo deste fato, Kosin (1956), citado por Fasenko (2007), examinou o efeito do aquecimento de ovos de peruas e galinhas antes do armazenamento. Nas duas espécies, ovos que foram aquecidos antes de serem armazenados por pelo menos sete dias obtiveram maior rendimento de incubação do que aqueles que não receberam aquecimento antes do armazenamento.

Com objetivo semelhante, Mc Conachie et al. (1960) acondicionaram ovos de matrizes White Leghorn® sob diferentes temperaturas (15,5°C, 23,5°C e 37,5°C) por 24 horas antes de armazená-los por sete dias a 15,5°C. Nesse caso, os tratamentos não influenciaram a eclodibilidade.

Coleman e Siegel (1966) também avaliaram o efeito da temperatura ambiente antes do armazenamento sobre a eclosão de ovos de matrizes selecionadas para elevado ganho de peso. Nesse experimento, imediatamente após a coleta, um grupo de ovos foi acondicionado a 12,8°C, enquanto um segundo grupo foi mantido a 37,5°C por quatro horas antes de ser armazenado sob as mesmas condições do grupo anterior. O período de armazenamento foi de 14 dias. A eclodibilidade dos ovos imediatamente resfriados após a coleta foi substancialmente menor comparada a dos ovos que receberam aquecimento. Os autores concluíram que o aquecimento dos ovos antes do armazenamento favoreceu a eclodibilidade.

Em 1991, Fasenko et al. analisaram embriões de ovos de matrizes White Leghorn® para determinar se o tempo de permanência dos ovos no interior dos ninhos e o método de armazenamento dos mesmos influenciavam o crescimento embrionário no período entre a postura e a incubação. No que diz respeito ao tempo de permanência dos ovos no interior dos ninhos, um grupo foi mantido nos mesmos por um período igual ou inferior à uma hora,

enquanto um segundo grupo permaneceu nos ninhos por seis a sete horas após a postura. O período e a temperatura de armazenamento foram de, respectivamente, quatro dias e 13,8°C. Os autores concluíram que o tempo de permanência dos ovos nos ninhos afetou o crescimento embrionário, uma vez que os embriões dos ovos que permaneceram nos ninhos por mais tempo mostravam-se em um estágio de desenvolvimento mais avançado do que aqueles retirados dos ninhos uma hora após a postura.

Dentro da mesma linha de pesquisa, Scott e Mackenzie (1993) observaram que a manutenção de ovos de matrizes pesadas sob temperatura ambiente de 30°C por 24 horas antes do armazenamento por sete dias, embora tenha propiciado o aumento dos embriões, gerou maior mortalidade embrionária quando comparada ao resfriamento dos ovos a 18°C pelo mesmo período. Os autores verificaram que o percentual de eclosão dos ovos férteis que foram aquecidos foi significativamente menor que aquele observado nos que foram armazenados sem aquecimento prévio.

Também o peso do pinto ao nascimento pode ser influenciado pela temperatura e duração do período pré-armazenamento e do próprio armazenamento, uma vez que, quanto maiores, acarretam maior perda de água pelo ovo. Segundo Walsh et al. (1995), a taxa de consumo de oxigênio pelo embrião durante a incubação é proporcional a taxa de perda de água do ovo nesse mesmo período. O ovo necessariamente perde água para o ambiente durante as trocas gasosas que vão garantir o adequado aporte de oxigênio para o embrião e a liberação do gás carbônico oriundo do metabolismo celular. Havendo menos água disponível para ser perdida para o ambiente durante a incubação, o aporte de oxigênio para o embrião fica prejudicado, reduzindo o metabolismo celular e, conseqüentemente, a deposição de tecido corporal e o peso do pinto ao nascimento.

Os efeitos do manejo antes do armazenamento de ovos férteis sobre o rendimento de incubação também foram objeto de pesquisa para Fassenko et al. (2001). Os pesquisadores aqueceram ovos de matrizes pesadas a 37,5°C por zero, seis, 12 e 18 horas antes do armazenamento a 11,5°C por quatro ou 14 dias. Os tratamentos não afetaram a eclosão dos ovos armazenados por quatro dias. Entretanto, o aquecimento dos ovos por seis horas antes do armazenamento por 14 dias melhorou a eclosão quando comparado ao não aquecimento. Em contraste, o aquecimento por 18 horas antes do armazenamento dos ovos por 14 dias aumentou a mortalidade inicial, refletindo-se em redução na eclodibilidade. Os autores observaram que o aquecimento pré-armazenamento por seis horas possibilitou que os

embriões alcançassem o estágio de desenvolvimento embrionário em que há formação completa do hipoblasto, fenômeno próprio da primeira fase da gastrulação. Essa fase caracteriza um período de desenvolvimento de relativa quiescência, fato esse responsável por tornar os embriões mais aptos a manterem-se viáveis no decorrer do longo período de armazenamento. Em contrapartida, o aquecimento por 18 horas provocou avanço do estágio de desenvolvimento embrionário até a completa formação da linha primitiva, característica própria da segunda fase da gastrulação. Nessa fase há ativa migração e diferenciação celular, o que torna os embriões extremamente sensíveis ao armazenamento por longos períodos. Os autores concluíram que existem estágios de desenvolvimento embrionário que são particularmente mais aptos a sobreviver ao armazenamento.

Silva (2005) conduziu um experimento com o objetivo de avaliar a influência de diferentes tempos de aquecimento pré-armazenamento (37°C por zero, seis e 12 horas) e diferentes tempos de armazenamento (12°C por quatro, nove e 14 dias) de ovos férteis de matrizes pesadas da linhagem Cobb® com 44 semanas de idade sobre a eclodibilidade e as características de pintos de um dia. Os tempos de aquecimento não influenciaram a eclodibilidade dos ovos armazenados por quatro dias. Por outro lado, o aquecimento por 12 horas prejudicou drasticamente a eclosão dos ovos armazenados por nove e 14 dias. Ainda, o peso dos pintos ao nascimento mostrou-se inferior quando oriundos de ovos aquecidos por 12 horas, independentemente do período de armazenamento.

Os efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento sobre o rendimento de incubação foram avaliados por Fiúza et al. (2006). Para tanto, um experimento utilizando ovos de matrizes pesadas Ross® com 31 semanas de idade foi realizado. Os tratamentos foram definidos pelo período de permanência dos ovos sob temperatura ambiente do galpão (zero, cinco e dez horas), em torno de 30°C, antes do armazenamento em sala fria por quatro dias. O melhor rendimento de incubação foi obtido quando os ovos foram resfriados cinco horas após a postura. O armazenamento imediatamente após a coleta aumentou a mortalidade embrionária inicial e reduziu a eclodibilidade.

Reijrink et al. (2009) conduziram um estudo com o objetivo de investigar as mudanças no estágio de desenvolvimento embrionário durante o aquecimento pré-armazenamento e os efeitos desse último sobre a eclodibilidade e a qualidade dos pintos. Dois experimentos foram realizados. No experimento I, ovos de matrizes com 61 semanas de idade foram armazenados por três, cinco, oito ou 12 dias. No experimento II, ovos de matrizes com 28 semanas de idade

foram armazenados por cinco ou 11 dias. Nos dois experimentos, metade dos ovos foi armazenada entre 16 e 18°C imediatamente após a coleta, enquanto a outra metade foi exposta ao aquecimento pré-armazenamento a 37,8°C por seis horas no experimento I e quatro horas e meia no experimento II. No experimento I, o aquecimento pré-armazenamento reduziu a eclodibilidade entre os ovos armazenados por 12 dias, mas não entre os armazenados por três, cinco ou oito dias. No experimento II, o aquecimento pré-incubação aumentou a eclodibilidade entre os ovos armazenados por 11 dias, mas não entre os armazenados por cinco dias. Segundo os autores, o aquecimento pré-incubação pode tanto ser prejudicial quanto benéfico quando o período de armazenamento é superior a sete dias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento I

3.1.1. Local e período de execução

Os ovos foram coletados em uma granja de matrizes pesadas de propriedade da empresa Rio Branco Alimentos S/A, localizada no município de Pitangui – MG. A incubação foi realizada em incubatório de propriedade da mesma, esse localizado no município de São José da Varginha – MG.

O experimento foi conduzido entre os meses de julho e agosto de 2010.

3.1.2. Instalações

Foram utilizados ovos de matrizes pesadas alojadas em um núcleo de produção compostos por três galpões convencionais. A incubação foi feita em máquina industrial.

3.1.3. Tratamentos

Os tratamentos foram definidos com base no tempo de aquecimento dos ovos no período entre a coleta e o armazenamento, que foi caracterizado pelo tempo de permanência dos ovos no interior da câmara de aquecimento localizada junto ao núcleo de produção. Como câmara de aquecimento foi utilizado o fumigador. Entretanto, os ovos não foram fumigados. O termostato da câmara foi regulado para manter a temperatura em 30°C.

Os tratamentos foram os seguintes:

tratamento zero: ovos enviados para o armazenamento em câmara fria imediatamente após a coleta;

tratamento 3: ovos aquecidos por três horas no período entre a coleta e o armazenamento em câmara fria. Durante este período a temperatura no interior da câmara de aquecimento variou entre 29,3°C e 30,8°C e a umidade relativa entre 59% e 67%;

tratamento 6: ovos aquecidos por seis horas no período entre a coleta e o armazenamento em câmara fria. Durante este período, a temperatura e a umidade relativa no interior da câmara de aquecimento oscilaram entre 29,3°C e 30,8°C e 56% e 63%, respectivamente;

tratamento 9: ovos aquecidos por nove horas no período entre a coleta e o armazenamento em câmara fria. Neste período a temperatura no interior da câmara de aquecimento variou entre 28,6°C e 31,1°C e a umidade relativa entre 57% e 61%.

A temperatura e a umidade relativa no interior da câmara fria da granja foram monitoradas por 12 horas a partir da entrada do primeiro grupo de ovos na mesma. Durante esse período a temperatura oscilou entre 19,8°C e 21,9°C e a umidade relativa entre 46% e 58%.

3.1.4. Ovos

Foram utilizados 5.760 ovos incubáveis produzidos por um mesmo lote de matrizes da linhagem Cobb® com 57 semanas de idade. Todos os ovos foram obtidos da segunda coleta do dia, iniciada às 09:00 horas, evitando-se, assim, a utilização de ovos postos no dia anterior. Foram coletados 6.000 ovos em função das perdas na seleção realizada no momento da montagem das bandejas de incubação. No momento da coleta a temperatura no interior dos galpões que compunham o núcleo de produção era, em média, de 22,0°C.

Os ovos foram coletados em bandejas apropriadas com capacidade para 30 ovos, as quais foram posteriormente levadas à sala de ovos do núcleo e acondicionadas em caixas plásticas com capacidade para 300 ovos. As caixas foram, então, identificadas de acordo com os tratamentos aos quais seriam submetidas e direcionadas para a sala fria da granja ou para o interior da câmara de aquecimento, conforme o tratamento. Nesse momento a câmara já se encontrava aquecida e com a temperatura estabilizada em 30°C.

3.1.5. Temperatura dos ovos no dia de coleta

Ainda no núcleo de produção, no momento imediatamente anterior a entrada dos ovos dos tratamentos que sofreriam aquecimento na câmara de fumigação ou ao direcionamento dos demais à câmara fria, uma amostra de 18 ovos foi aleatoriamente colhida para determinar a temperatura interna dos mesmos. Esse momento foi considerado o início do controle da temperatura interna dos ovos. Utilizando-se um termômetro digital com sonda de penetração

(Gulterm 180[®]), a casca de cada ovo foi rompida e, imediatamente, a sonda foi inserida no meio da gema e o valor da temperatura registrado. A temperatura interna de novas amostras de 18 ovos foi mensurada no momento em que os ovos de cada tratamento foram retirados da câmara de aquecimento, ou seja, três, seis e nove horas após o início do aquecimento. Os ovos foram levados para a sala fria da granja na medida em que deixaram a câmara de aquecimento.

Após a colocação dos ovos na sala fria, com o objetivo de verificar a equiparação da temperatura interna dos ovos com a temperatura do ambiente, a cada três horas a temperatura interna de uma amostra aleatória de 18 ovos por tratamento foi mensurada. A última mensuração foi realizada 12 horas após o início do controle da temperatura interna dos ovos. O método utilizado para a mensuração da temperatura interna dos ovos na sala fria foi o mesmo usado para a mensuração da temperatura interna dos ovos no núcleo de produção.

A tabela 1 esquematiza os diferentes momentos em que foi medida a temperatura interna dos ovos e o local de execução do procedimento.

Tabela 1. Momentos de aferição da temperatura interna dos ovos (Experimento I)

Tempo transcorrido (horas)	Tratamentos			
	zero	3	6	9
Zero	X			
3	X	X		
6	X	X	X	
9	X	X	X	X
12	X	X	X	X
Total de ovos	90	72	54	36

X: amostra composta por 18 ovos

Aferições em fundo branco: realizadas no núcleo de produção

Aferições em fundo cinza: realizadas na sala fria da granja

3.1.6. Seleção e armazenamento dos ovos

Na manhã seguinte ao dia da coleta, os ovos foram retirados da sala fria da granja e levados ao incubatório, mais especificamente à sala de ovos.

No processo de seleção foram considerados como não incubáveis os ovos com duas gemas, trincados, quebrados ou deformados, os quais foram descartados. Os 1.440 ovos

destinados a cada tratamento foram divididos em 15 bandejas de incubação com capacidade para 96 ovos. Cada bandeja foi considerada uma repetição. As bandejas foram identificadas com etiquetas de acordo com o tratamento e a repetição que representaram. Em seguida, foram acondicionadas nas prateleiras de carrinhos de incubação que permaneceram por todo o período de armazenamento na sala de ovos sob temperatura controlada, sendo a máxima permitida nesse ambiente de 21°C.

3.1.7. Pré-incubação e incubação dos ovos

Antes de serem incubados, os ovos foram mantidos por um período de seis horas na sala de incubação. A temperatura nessa sala oscilou entre 19,8 e 20,0°C durante esse período. Ao final das seis horas, as 60 bandejas foram distribuídas aleatoriamente em um mesmo lado de uma incubadora.

Foi utilizada uma incubadora de estágio múltiplo, modelo Casp Cmg 125HT, com capacidade para 124.416 ovos. A incubadora teve seu termostato regulado para manter constante a temperatura do bulbo seco em 37,2°C e a temperatura do bulbo úmido em 29,4°C, correspondendo ao teor de umidade relativa de 56%.

3.1.8. Ovoscopia

No 12º dia de incubação, todas as bandejas foram colocadas, uma a uma, em um ovoscópio posicionado no corredor da máquina de incubação. Os ovos claros foram retirados das bandejas, contados e identificados de acordo com o tratamento e a repetição a qual pertenciam. Posteriormente, esses ovos foram abertos e examinados, com o objetivo de diferenciar infertilidade de mortalidade precoce e os dados foram incluídos nas análises finais de mortalidade embrionária e fertilidade.

3.1.9. Transferência

A transferência dos ovos da incubadora para o nascedouro ocorreu no 19º dia de incubação. As bandejas foram retiradas da incubadora e colocadas em carrinhos de incubação que foram levados para a sala de eclosão. Os ovos foram transferidos para bandejas do nascedouro que foram devidamente identificadas obedecendo às identificações usadas nas bandejas de incubação e colocadas em carrinhos do nascedouro. Os carrinhos foram, então, colocados em um mesmo nascedouro modelo Casp G21 T, com capacidade para 20.736 ovos.

Nessa máquina, o termostato foi programado para manter a temperatura e a umidade relativa em 37,1°C e 73%, respectivamente.

3.1.10. Nascimento dos pintos

A retirada dos pintos do nascedouro se procedeu após 510 horas de incubação. Os carrinhos com as bandejas foram retirados do nascedouro e encaminhados para a sala de nascimento, onde os pintos foram contados. Neste momento eles foram transferidos para caixas de pintos previamente pesadas e o peso das mesmas foi novamente registrado, dessa vez com os pintos. O número de ovos não eclodidos por bandeja foi também registrado, sendo que os mesmos foram identificados de acordo com o tratamento e a repetição ao qual pertenciam e, posteriormente, examinados para se determinar o número de ovos inférteis, bicados ou a fase em que ocorreu a mortalidade embrionária.

3.1.11. Dados obtidos

3.1.11.1. Temperatura interna dos ovos

A temperatura interna de amostras de 18 ovos foi medida em momentos específicos do aquecimento e do resfriamento, conforme já descrito na tabela 1. Para essa análise, cada ovo foi considerado uma repetição.

Na sala de ovos do núcleo de produção, a temperatura média de uma amostra dos ovos do tratamento que não recebeu aquecimento foi mensurada imediatamente antes que ovos dos demais tratamentos fossem colocados no interior da câmara de aquecimento. Esse foi considerado o início do controle da temperatura interna dos ovos. Nesse mesmo local, foi medida a temperatura dos ovos de amostras dos tratamentos que receberam aquecimento no momento em que eram retirados da câmara de aquecimento. Essas mensurações foram realizadas para que fosse possível verificar a eficiência do equipamento no aquecimento dos ovos. As temperaturas mínima e máxima na câmara de aquecimento foram registradas a cada intervalo de três horas e usadas para o cálculo da temperatura média.

Para acompanhar o resfriamento dos ovos, a cada três horas de permanência no interior da sala fria da granja, a temperatura de uma amostra de ovos de cada tratamento foi mensurada. Essas medições foram feitas por 12 horas a partir do momento que os ovos do tratamento que não recebeu aquecimento foram colocados na sala fria. As temperaturas

mínima e máxima na sala fria foram registradas a cada intervalo de três horas e usadas para o cálculo da temperatura média.

3.1.11.2. Fertilidade

Para o cálculo da fertilidade foram utilizadas 15 bandejas (com 96 ovos cada) por tratamento. Cada bandeja foi considerada uma repetição. O percentual de fertilidade foi calculado em função do número de ovos considerados inférteis após exame daqueles removidos das bandejas na ovoscopia e dos não eclodidos ao final do período de incubação. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$\text{Fertilidade} = (96 - \text{número de ovos inférteis}) \div 96 \times 100$$

3.1.11.3. Rendimento de incubação

Para as avaliações de rendimento de incubação (eclosão e mortalidade embrionária) foram utilizadas 15 bandejas (com 96 ovos cada) por tratamento. Cada bandeja foi considerada uma repetição.

Taxa de eclosão em relação ao número total de ovos incubados

A eclodibilidade em relação ao número de ovos incubados foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{Eclodibilidade total} = (\text{número de pintos nascidos} \div 96) \times 100$$

Taxa de eclosão em relação ao número de ovos férteis

A eclodibilidade em relação ao número de ovos férteis foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{Eclodibilidade dos férteis} = (\text{número de pintos nascidos} \div \text{número de ovos férteis}) \times 100$$

Taxa de mortalidade embrionária

Para a determinação do percentual de mortalidade embrionária foram considerados os ovos claros, removidos das bandejas na ovoscopia, e os não eclodidos ao final do período de incubação, com exceção daqueles considerados inférteis.

Esses dados foram expressos em relação ao total de ovos incubados, de acordo com as seguintes categorias:

- ovos com embriões mortos até o 7º dia de incubação;
- ovos com embriões mortos entre o 8º e o 14º dia de incubação;
- ovos com embriões mortos entre o 15º e o 18º dia de incubação;
- ovos com embriões mortos entre o 19º e o 21º dia de incubação e bicados (vivos ou mortos);
- ovos com embriões mortos por contaminação ou desidratação do ovo.

3.1.11.4. Peso dos pintos

O peso médio dos pintos ao nascimento foi calculado dividindo-se o resultado da diferença entre a caixa de pintos com e sem os mesmos pelo número de pintos nascidos.

3.1.12. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, constituído por quatro tratamentos e 15 repetições para as avaliações de fertilidade, rendimento de incubação e peso dos pintos, sendo a bandeja com 96 ovos considerada a repetição. Para as avaliações de temperatura interna dos ovos foram utilizadas 18 repetições por tratamento, sendo cada ovo considerado uma repetição.

Os dados normais e homogêneos foram submetidos às análises de variância e os modelos de regressão, linear e quadrático, foram ajustados às respostas. As variáveis “mortalidade inicial” e “mortalidade final e bicados” foram transformadas pela equação: raiz (variável + 0,5). As variáveis “mortalidade média (8 a 14 dias)” e “mortalidade média (15 a 18 dias)” foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis, uma vez que violaram os princípios de normalidade e homocedasticidade. Todas as análises foram feitas através do programa SAEG versão 9.1 (Sistema..., 2005).

3.2. Experimento II

3.2.1. Local e período de execução

Esse experimento foi conduzido no mesmo local descrito para o Experimento I, dessa vez entre os meses de julho e agosto de 2011.

3.2.2. Instalações

De forma semelhante ao Experimento I, foram utilizados ovos de matrizes pesadas alojadas em um único núcleo de produção composto por três galpões convencionais. A incubação foi feita em máquina industrial.

3.2.3. Tratamentos

Os tratamentos foram definidos com base no tempo de aquecimento dos ovos no período entre a coleta e o armazenamento e no tempo de armazenamento dos mesmos antes da incubação. Foram realizados dois dias de coletas, com intervalo de quatro dias entre eles, de forma que uma metade dos ovos foi armazenada por três dias enquanto a outra por sete dias. Assim, todos os ovos foram incubados simultaneamente, em uma única máquina de incubação, uma vez que a possível influência que a coleta em dias distintos pode exercer sobre os resultados é menor e, portanto, preferível ao fornecimento de condições de incubação diferentes, o que seria inevitável caso todos os ovos fossem coletados em um único dia e posteriormente armazenados por três ou sete dias, conforme o tratamento.

Como câmara de aquecimento foi utilizado o fumigador localizado junto ao núcleo de produção. Novamente, os ovos não foram fumigados. Para este experimento o termostato da câmara de aquecimento foi regulado para manter a temperatura em 37,5°C.

Os tratamentos foram assim constituídos:

tratamento A0: ovos enviados para a câmara fria imediatamente após a coleta e armazenados por três dias;

tratamento A3: ovos aquecidos por três horas no período entre a coleta e o armazenamento por três dias. Durante o procedimento a temperatura no interior da câmara de aquecimento variou entre 34,1°C e 38,9°C e a umidade relativa entre 29% e 38%;

tratamento A6: ovos aquecidos por seis horas no período entre a coleta e o armazenamento por três dias. A temperatura e a umidade relativa no interior da câmara de aquecimento oscilaram, respectivamente, entre 37,2°C e 37,8°C e 28% e 37% durante o procedimento;

tratamento A9: ovos aquecidos por nove horas no período entre a coleta e o armazenamento por três dias. Durante o procedimento a temperatura no interior da câmara de aquecimento variou entre 34,2°C e 37,9°C e a umidade relativa entre 36% e 52%;

tratamento B0: ovos enviados para a câmara fria imediatamente após a coleta e armazenados por sete dias;

tratamento B3: ovos aquecidos por três horas no período entre a coleta e o armazenamento por sete dias. Durante o procedimento a temperatura no interior da câmara de aquecimento variou entre 37,3°C e 37,7°C e a umidade relativa entre 53% e 55%;

tratamento B6: ovos aquecidos por seis horas no período entre a coleta e o armazenamento por sete dias. A temperatura e a umidade relativa no interior da câmara de aquecimento oscilaram, respectivamente, entre 34,1°C e 38,0°C e 53% e 72% durante o procedimento;

tratamento B9: ovos aquecidos por nove horas no período entre a coleta e o armazenamento por sete dias. Durante o procedimento a temperatura no interior da câmara de aquecimento variou entre 33,9°C e 38,0°C e a umidade relativa entre 54% e 63%.

Nos dois dias de coleta a temperatura no interior da câmara fria da granja foi monitorada por 12 horas a partir da entrada do primeiro grupo de ovos na mesma, tendo oscilado entre 21,0°C e 23,0°C no primeiro dia e entre 21,0°C e 24,0°C no segundo.

3.2.4. Ovos

Foram utilizados 11.520 ovos incubáveis produzidos por um mesmo lote de matrizes da linhagem Cobb® com 32 semanas de idade. Para tanto foram realizados dois dias de coleta, com intervalo de quatro dias entre eles. Todos os ovos foram obtidos da segunda coleta dos dias, iniciadas às 09:00 horas. Em cada um dos dias foram coletados 6.000 ovos em função das perdas na seleção realizada no momento da montagem das bandejas de incubação. No primeiro dia, a temperatura no interior dos galpões que compunham o núcleo de produção no momento da coleta era, em média, de 22,7°C, enquanto no segundo dia era de 21,8°C.

Os ovos foram coletados em bandejas apropriadas com capacidade para 30 ovos, as quais foram posteriormente levadas à sala de ovos do núcleo e acondicionadas em caixas plásticas com capacidade para 300 ovos. As caixas foram, então, identificadas de acordo com os tratamentos aos quais seriam submetidas e direcionadas para a sala fria da granja ou para o interior da câmara de aquecimento. Nesse momento, esta já se encontrava aquecida e com a temperatura estabilizada em 37,5°C.

3.2.5. Temperatura dos ovos nos dias de coleta

Para a mensuração da temperatura interna dos ovos foi utilizada a mesma técnica descrita no Experimento I.

Em cada um dos dias de coleta, ainda no núcleo de produção, no momento imediatamente anterior a entrada dos ovos dos tratamentos que sofreriam aquecimento na câmara de aquecimento ou ao direcionamento dos demais à sala fria, uma amostra de 18 ovos foi aleatoriamente colhida para determinar a temperatura interna dos mesmos. A temperatura interna de novas amostras de 18 ovos foi mensurada no momento em que os ovos de cada tratamento foram retirados da câmara de aquecimento, ou seja, três, seis e nove horas após o início do aquecimento.

3.2.6. Seleção e armazenamento de ovos

Os procedimentos de seleção e armazenamento dos ovos foram semelhantes aos já descritos para o Experimento I.

3.2.7. Pré-incubação e incubação dos ovos

Antes de serem incubados, os ovos foram mantidos por seis horas na sala de incubação. Durante esse período, a temperatura nessa sala variou entre 20,2 e 22,6°C. Transcorridas as seis horas, as 120 bandejas que compunham os oito tratamentos desse experimento foram distribuídas aleatoriamente em uma mesma incubadora, semelhante à utilizada no Experimento I.

3.2.8. Ovoscopia

Nesse experimento a ovoscopia foi realizada no 13º dia de incubação. O procedimento foi semelhante ao descrito no Experimento I.

3.2.9. Transferência e nascimento

A transferência dos ovos da incubadora para o nascedouro e o nascimento dos pintos procederam-se de forma semelhante nos experimentos I e II.

3.2.10. Dados obtidos

Os dados obtidos foram os mesmos nos experimentos I e II, exceto pelo acompanhamento do resfriamento dos ovos, que não foi realizado no segundo experimento.

3.2.11. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2×4 (dois períodos de armazenamento e quatro tempos de aquecimento), totalizando oito tratamentos. Assim como no primeiro experimento, foram utilizadas 15 repetições por tratamento para as avaliações de fertilidade, rendimento de incubação e peso dos pintos, sendo a bandeja com 96 ovos considerada a repetição. Para as avaliações de temperatura interna dos ovos foram utilizadas 18 repetições por tratamento, sendo cada ovo considerado uma repetição.

Os dados normais e homogêneos foram submetidos às análises de variância e os modelos de regressão, linear e quadrático, foram ajustados às respostas. As variáveis “fertilidade”, “mortalidade inicial”, “mortalidade média (8-14)”, “mortalidade média (15-18)” e “mortalidade final e bicados” foram analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis, uma vez que violaram os princípios de normalidade e homocedasticidade. Todas as análises foram feitas através do programa SAEG versão 9.1 (Sistema..., 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento I

4.1.1. Temperatura interna dos ovos

A temperatura interna dos ovos foi mensurada por 12 horas a partir do início do aquecimento dos ovos a 30°C. Os dados obtidos se encontram na figura 1. A tabela 2 traz esses resultados dispostos junto aos seus coeficientes de variação.

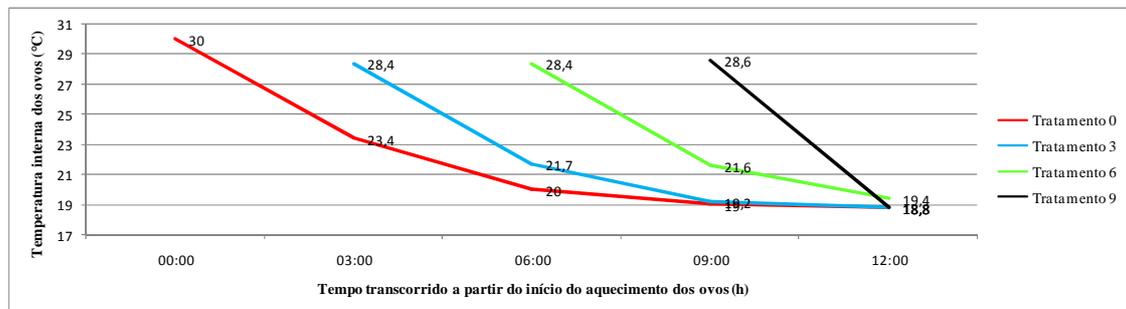


Figura 1. Temperatura interna dos ovos de acordo com os tratamentos em função do tempo transcorrido (Experimento I)

Nota-se que a temperatura interna dos ovos foi de 30°C no momento em que se iniciou o aquecimento para os tratamentos 3, 6 e 9 e o resfriamento para o tratamento zero. Nesse mesmo momento, a temperatura ambiente registrada no núcleo de produção foi de 22°C, ou seja, os ovos estavam em processo natural de resfriamento quando se iniciou o aquecimento artificial. A primeira mensuração da temperatura dos ovos dos tratamentos 3, 6 e 9 foi feita no momento em que esses eram retirados da câmara de aquecimento e enviados para a câmara fria, logo, respectivamente, após três, seis e nove horas de aquecimento.

Tabela 2. Temperatura interna dos ovos de acordo com os tratamentos e o tempo transcorrido a partir do início do aquecimento (Experimento I)

Tempo transcorrido (horas)	Tratamentos			
	zero	3	6	9
Zero	30,0	-	-	-
CV* (%)	5,4	-	-	-
3	23,4	28,4	-	-
CV* (%)	7,0	0,7	-	-
6	20,0	21,7	28,4	-
CV* (%)	2,2	4,3	0,7	-
9	19,0	19,2	21,6	28,6
CV* (%)	2,6	1,7	1,9	0,6
12	18,8	18,9	19,4	18,8
CV* (%)	0,8	1,7	2,1	2,1

*Coeficiente de variação

A temperatura ambiente na câmara de aquecimento e na sala fria foi mensurada para acompanhar, respectivamente, o aquecimento e resfriamento dos ovos, e encontram-se na tabela 3.

Comparando-se a temperatura registrada na câmara de aquecimento e na sala fria em cada intervalo de tempo com a temperatura interna dos ovos registrada ao fim do intervalo pertinente, percebe-se que, após sua estabilização, a temperatura interna dos ovos apresentou-se, aproximadamente, 1,5°C abaixo da temperatura ambiente. O tempo necessário para a estabilização da temperatura interna dos ovos é variável e sofre influência de diversos fatores de difícil controle experimental. No presente experimento, a temperatura estabilizou-se, em geral, depois de transcorridas entre três a seis horas de resfriamento, o que está de acordo com o resultado obtido por Fiúza et al. (2006), que concluíram que a estabilização da temperatura interna dos ovos na sala fria ocorre nas primeiras cinco horas de resfriamento.

Tabela 3. Temperatura ambiente na câmara de aquecimento e sala fria durante o aquecimento e resfriamento dos ovos (Experimento I)

Ambiente	Intervalo de tempo (horas)	Temperatura (°C)		
		Média	Mínima	Máxima
Câmara de aquecimento	0 a 3	30,1	29,3	30,8
	3 a 6	30,1	29,3	30,8
	6 a 9	29,9	28,6	31,1
Sala fria	0 a 3	20,9	19,8	21,9
	3 a 6	21,2	20,4	21,9
	6 a 9	20,7	20,1	21,3
	9 a 12	20,4	19,8	20,9

4.1.2. Fertilidade, mortalidade embrionária e eclodibilidade dos ovos incubados

Os resultados referentes à fertilidade, à eclodibilidade em relação ao número total de ovos incubados e à eclodibilidade em relação ao número de ovos férteis se encontram na tabela 4.

Tabela 4. Percentual de fertilidade, eclodibilidade em relação ao total de ovos incubados e eclodibilidade em relação ao número de ovos férteis de acordo com os tratamentos (Experimento I)

Variáveis	Tratamentos				
	zero	3	6	9	CV* (%)
Fertilidade ^a	89,7	89,7	89,3	90,3	4,3
Eclodibilidade total ^a	81,7	82,7	80,4	82,6	6,1
Eclodibilidade dos férteis ^a	90,6	92,2	90,0	91,5	4,1

^aRegressão linear e quadrática não significativa pelo teste F ($P>0,05$)

*Coeficiente de variação

Apesar de não sofrer influência dos tratamentos, a fertilidade foi avaliada com o objetivo de demonstrar que os ovos submetidos aos diferentes tempos de aquecimento apresentavam índices estatisticamente semelhantes ($P>0,05$).

As variáveis “eclodibilidade em relação ao número total de ovos incubados” e “eclodibilidade em relação o número de ovos férteis” não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos diferentes tempos de aquecimento empregados no período entre a coleta e o armazenamento em câmara fria.

A tabela 5 apresenta os dados referentes à mortalidade nas diferentes fases de desenvolvimento embrionário. Para efeito de discussão, os dados de mortalidade média foram apresentados pelas médias, sendo que as medianas constam no apêndice A.

Tabela 5. Percentual de mortalidade embrionária por fase de desenvolvimento de acordo com os tratamentos (Experimento I)

Mortalidade embrionária (fases em dias)	Tratamentos				CV* (%)
	zero	3	6	9	
Inicial (0-7) ^a	4,4	3,5	5,2	4,8	24,3
Média (8-14) ^b	0,4	0,4	0,4	0,1	-
Média (15-18) ^b	1,6	0,7	0,2	0,2	-
Final (18-21) e bicados ^a	2,4	2,8	3,7	2,8	39,1

^aRegressão linear e quadrática não significativa pelo teste F ($P>0,05$)

^bMédias não seguidas de letras são semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis ($P>0,05$)

*Coeficiente de variação

Acompanhando os resultados obtidos para eclodibilidade, os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) a mortalidade em qualquer das fases de desenvolvimento embrionário. O número de ovos desidratados e contaminados foi desprezível.

Considerando a existência de variabilidade do estágio de desenvolvimento embrionário no momento da postura e sua influência sobre a taxa de eclosão, é possível que os embriões dos ovos utilizados no presente experimento não estivessem em um estágio crítico de desenvolvimento quando da oviposição. Uma justificativa para isso seria a idade avançada das matrizes utilizadas nesse experimento (57 semanas). Segundo Fasenko et al. (1992), à medida que a ave envelhece, a seqüência de postura é reduzida, aumentando, conseqüentemente, o número de seqüências e a ocorrência de primeiro ovo de uma seqüência. Ainda segundo esses autores, o embrião do primeiro ovo de uma seqüência freqüentemente se apresenta mais desenvolvido no momento da postura que os embriões dos demais ovos da mesma.

Outra possibilidade é de que o curto período de armazenamento (três dias) não tenha exigido dos embriões a habilidade que por ventura algum grupo experimental tenha obtido por meio do aquecimento. Em geral, estudos feitos dentro dessa mesma linha de pesquisa têm concluído que o aquecimento pré-incubação não tem efeito no rendimento de incubação quando o tempo de armazenamento é inferior a sete dias (Reijrink et al., 2009).

Uma terceira possibilidade é de que a temperatura no interior da câmara de aquecimento (30°C) não tenha sido suficientemente alta para propiciar uma significativa evolução no desenvolvimento embrionário.

Os resultados desse experimento se contrapõem aos de Fiúza et al. (2006), que avaliaram o efeito das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. Os autores concluíram que o resfriamento imediato dos ovos após a postura foi menos favorável ao rendimento de incubação que a permanência desses por cinco horas no galpão sob temperatura ambiente próxima a 30°C. A mortalidade embrionária até o 11º dia de incubação foi significativamente superior entre os ovos que foram resfriados imediatamente após a coleta em relação aos ovos que permaneceram por cinco horas no núcleo de produção. Os autores atribuíram a maior mortalidade entre o primeiro grupo ao provável estágio de desenvolvimento menos avançado dos embriões desse tratamento, o que os tornaria mais sensíveis ao estresse do armazenamento, fato esse que teria se refletido na eclodibilidade. A mortalidade embrionária após o 11º foi estatisticamente semelhante entre os tratamentos.

As divergências entre as respostas obtidas no presente experimento e no de Fiúza et al. (2006) podem ser oriundas da utilização de matrizes de linhagens e idades diferentes em um e outro. Segundo Fasenko (2007), pode haver diferença no grau de desenvolvimento embrionário no momento da postura em função dos fatores supracitados, o que pode ter afetado de forma diferenciada a resposta dos embriões dos diferentes experimentos ao aquecimento pré-armazenamento.

4.1.3. Peso do pinto ao nascimento

Os dados referentes ao peso dos pintos recém-eclodidos provenientes dos ovos submetidos aos diferentes tempos de aquecimento se encontram na tabela 6.

Os tempos de aquecimento não influenciaram ($P>0,05$) o peso dos pintos ao nascimento. É possível que a temperatura e o tempo de permanência no interior da câmara de aquecimento (30°C) não tenham sido suficientemente altos para elevar significativamente a perda de água dos ovos aquecidos artificialmente, de forma que não houve redução estatisticamente relevante no peso dos pintos provenientes de ovos aquecidos.

Tabela 6. Peso do pinto ao nascimento de acordo com os tratamentos (Experimento I)

Tempo de aquecimento (horas)	Peso médio do pinto (gramas)
zero	46,95
3	47,27
6	47,20
9	47,56
CV* (%)	2,19

Regressão linear e quadrática não significativa pelo teste F ($P>0,05$)

*Coeficiente de variação

Esses resultados contradizem os de Fiúza et al. (2006), citados anteriormente, em que pintos provenientes de ovos resfriados imediatamente após a coleta se apresentavam estatisticamente mais pesados que aqueles oriundos de ovos que permaneceram por dez horas no galpão de produção sob temperatura ambiente próxima a 30°C.

4.2. Experimento II

4.2.1. Temperatura interna dos ovos

No primeiro dia de coleta (correspondente ao armazenamento por sete dias), a temperatura média no interior dos galpões que compunham o núcleo de produção no momento em que teve início o aquecimento artificial dos ovos foi de 22,7°C, enquanto no segundo dia (correspondente ao armazenamento por três dias) foi de 21,8°C. Já a temperatura interna dos ovos nesse mesmo momento foi de 28,7°C no primeiro dia de coleta e de 26,6°C no segundo. Quando os ovos foram retirados da câmara de aquecimento, três, seis e nove horas após o início do procedimento, a temperatura interna dos ovos foi de, respectivamente, 35,9°C, 35,7°C e 35,7°C no primeiro dia e 36,4°C, 36,4°C e 35,7°C no segundo. A temperatura no interior da câmara de aquecimento nesses mesmos momentos foi de 37,5°C ± 1°C.

A temperatura na sala fria foi acompanhada por 12 horas a partir da entrada do primeiro grupo de ovos na mesma, tendo sido registradas as temperaturas mínima e máxima de, respectivamente, 21°C e 24°C no primeiro dia de coleta e 21°C e 23°C no segundo.

4.2.2. Fertilidade, mortalidade embrionária e eclodibilidade dos ovos incubados

Os resultados referentes à fertilidade se encontram na tabela 7. Para efeito de discussão, os dados foram apresentados pelas médias. As medianas são mostradas no apêndice B.

Tabela 7. Percentual de fertilidade dos ovos incubados de acordo com os tratamentos (Experimento II)

Período de armazenamento (dias)	Tempo de aquecimento (horas)			
	zero	3	6	9
3	99,1	98,9	98,5	99,0
7	98,8	98,7	98,3	98,4

Médias não seguidas de letras são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$)

Apesar de não sofrer influência dos tratamentos, a fertilidade foi avaliada com o objetivo de demonstrar que os ovos apresentavam índices estatisticamente semelhantes ($P > 0,05$) dessa variável.

A tabela 8 apresenta os dados referentes à eclodibilidade em relação ao número total de ovos incubados e ao número de ovos férteis.

Tabela 8. Percentual de eclodibilidade em relação ao total de ovos incubados e ao número de ovos férteis de acordo com os tratamentos (Experimento II)

Eclodibilidade	Período de armazenamento (dias)	Tempo de aquecimento (horas)				Média
		zero	3	6	9	
Total	3	91,7	91,8	90,8	91,5	91,4
	7	92,1	90,6	89,2	90,1	90,5
	Média	91,9	91,2	90,0	90,8	
Ovos férteis	3	92,5	92,8	92,2	92,4	92,5
	7	93,2	91,8	90,7	91,5	91,8
	Média	92,9	92,3	91,5	91,4	

Médias não seguidas de letras são semelhantes pelo teste F ($P>0,05$)

Regressão linear e quadrática não significativa pelo teste F ($P>0,05$)

CV (coeficiente de variação) eclodibilidade total = 3,3%

CV (coeficiente de variação) eclodibilidade ovos férteis = 2,9%

De acordo com os dados da tabela 8, as variáveis “eclodibilidade em relação ao número total de ovos incubados” e “eclodibilidade em relação o número de ovos férteis” não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos.

A tabela 9 apresenta os dados referentes à mortalidade nas diferentes fases de desenvolvimento embrionário segundo os tempos de aquecimento e os períodos de armazenamento. Para efeito de discussão, os dados foram apresentados pelas médias, sendo que as medianas são encontradas no apêndice C.

Assim como a eclodibilidade, a mortalidade em qualquer das fases de desenvolvimento embrionário não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos. O número de ovos desidratados e contaminados foi desprezível.

Esses dados estão de acordo com os de Fassenko et al. (2001), que não observaram efeito dos tempos de aquecimento pré-armazenamento sobre a eclosão dos ovos armazenados por quatro dias. Entretanto, os autores observaram que o aquecimento dos ovos por seis horas antes do armazenamento por 14 dias melhorou o rendimento de incubação quando comparado ao não aquecimento. Já o aquecimento por 18 horas antes do armazenamento dos ovos por 14 dias reduziu o rendimento de incubação drasticamente, reflexo à severa mortalidade inicial dos embriões desse grupo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2005), que verificou que a eclodibilidade não foi influenciada quando os ovos foram armazenados por quatro dias após serem submetidos a qualquer tempo de aquecimento. Entretanto, o autor observou o mesmo comportamento para os ovos armazenados por nove e 14 dias quando aquecidos por zero ou seis horas. Já o aquecimento por 12 horas reduziu drasticamente a eclosão dos ovos armazenados por nove e 14 dias, reflexo, principalmente, da elevada mortalidade inicial dos embriões desses grupos.

Tabela 9. Percentual de mortalidade embrionária por fase de desenvolvimento de acordo com os tratamentos (Experimento II)

Mortalidade embrionária (fases em dias)	Período de armazenamento (dias)	Tempo de aquecimento (horas)			
		zero	3	6	9
Inicial (0-7)	3	3,7	3,6	3,5	4,4
	7	3,5	4,4	5,7	5,3
Média (8-14)	3	0,6	0,8	0,5	0,8
	7	0,5	0,6	0,7	0,6
Média (15-18)	3	0,7	0,9	1,0	0,3
	7	0,3	0,8	0,4	0,6
Final (19-21) e bicados	3	2,4	1,5	2,2	2,2
	7	2,3	2,4	2,3	1,8

Médias não seguidas de letras são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$)

Os resultados do presente experimento são também coerentes com os obtidos por Reijrink et al. (2009) que observaram que o aquecimento pré-armazenamento não influenciou o rendimento de incubação quando o período de armazenamento foi inferior a oito dias. Em um primeiro experimento, os pesquisadores verificaram que o aquecimento pré-armazenamento reduziu a eclodibilidade entre os ovos armazenados por 12 dias, mas não entre os armazenados por três, cinco ou oito dias. Em um segundo experimento, o aquecimento pré-incubação aumentou a eclodibilidade entre os ovos armazenados por 11 dias, mas não entre os armazenados por cinco dias. Em ambos os casos, a eclodibilidade refletiu os resultados de mortalidade inicial nos dois primeiros dias de incubação. Segundo os autores, os efeitos do aquecimento pré-armazenamento sobre a eclodibilidade e a qualidade dos pintos parecem ser determinados pelo tempo de armazenamento dos ovos, desenvolvimento embrionário no momento da coleta e duração do aquecimento no período entre coleta e armazenamento.

4.2.3. Peso do pinto ao nascimento

Na tabela 10 são apresentados os dados referentes ao peso dos pintos recém-eclodidos de acordo com os tratamentos.

Tabela 10. Peso do pinto ao nascimento (gramas) de acordo com os tempos de aquecimento e períodos de armazenamento (Experimento II)

Período de armazenamento (dias)	Tempo de aquecimento (horas)				Média
	zero	3	6	9	
3	42,6	42,0	41,9	41,3	42,0 ^A
7	42,3	41,2	41,1	40,6	41,3 ^B
Média	42,5	41,6	41,5	41,0	^L

^{A,B}Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,001$)

^LRegressão linear significativa pelo teste F para tempos de aquecimento ($p \leq 0,05$)

CV (coeficiente de variação) = 2,4%

Não houve interação entre as variáveis “período de armazenamento” e “tempo de aquecimento pré-armazenamento”. Entretanto, essas variáveis influenciaram a resposta de forma isolada. O aumento no período de armazenamento implicou em redução ($p \leq 0,001$) do peso do pinto ao nascimento. Paralelamente, observou-se uma redução no peso do pinto ao nascimento à medida que se aumentava o tempo de aquecimento pré-armazenamento, de acordo com a seguinte regressão linear:

$$Y = 42,3416 - 0,156131 x \quad (p \leq 0,05, R^2 = 0,93)$$

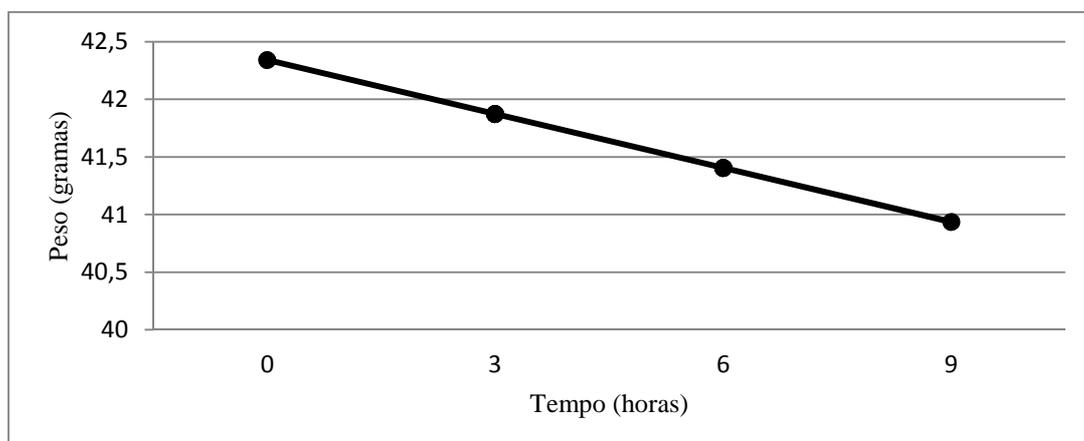


Figura 2. Redução do peso do pinto ao nascimento em função do aumento no tempo de aquecimento pré-armazenamento (Experimento II)

É provável que tenha ocorrido um aumento na perda de peso dos ovos à medida que se aumentava a duração do armazenamento e do aquecimento pré-armazenamento, uma vez que, segundo Fassenko et al. (2001), quanto maior a duração dessas variáveis, maior a possibilidade de que o ovo perca água pelo processo de evaporação. Segundo Walsh et al. (1995), a taxa de consumo de oxigênio pelo embrião durante a incubação é proporcional a taxa de perda de água pelo ovo nesse mesmo período. Possuindo o ovo menos água para ser perdida durante a incubação, menos oxigênio será disponibilizado para o embrião durante seu desenvolvimento, reduzindo o metabolismo celular e, conseqüentemente, a deposição de tecido corporal.

Os dados desse experimento concordam com os obtidos por Silva (2005), que também não observou interação entre as variáveis “período de armazenamento” e “tempo de aquecimento”. Entretanto, no experimento conduzido por esse autor, a variável “período de armazenamento” não influenciou o peso do pinto isoladamente, mesmo o autor tendo trabalhado com períodos de armazenamento de até 14 dias. O peso do pinto foi influenciado pelo tempo de aquecimento, de forma que pintos oriundos de ovos aquecidos por 12 horas apresentaram pesos estatisticamente inferiores.

5. CONCLUSÃO

O aquecimento artificial de ovos de matrizes pesadas no período entre a coleta e o armazenamento não tem efeito sobre o rendimento de incubação quando o período de armazenamento é inferior a sete dias e, em contrapartida, pode reduzir o peso do pinto ao nascimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENTON JR., C. E.; BRAKE, J. *The effect of broiler breeder flock age and length of egg storage on egg albumen during early incubation*. Poultry Science, 1996. v. 75, n. 9, p. 1069-1075.
- BARBOSA, V. M. Desenvolvimento Embrionário. In: *Fisiologia da incubação e desenvolvimento embrionário*. Belo Horizonte: FEP – MVZ, 2011. p. 85-123.
- BUTLER, D. E. Egg handling and storage at the farm and hatchery. In: TULLET, S. G. *Avian incubation*. London: Butterworth – Heinemann, 1991. p. 195-203.
- COLEMAN, J. W.; SIEGEL, P. B. Selection for body weight at eight weeks of age: Embryonic stage oviposition and its relationship to hatchability. *Poultry Science*, v. 45, n. 5, p. 1008 – 1011, 1966.
- FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; ARMSTRONG, J.G.; CHURCH, J.S.; HARDIN, R.T. *Variability in preincubation embryo development in domestic fowl: Effects of nest holding time and method of egg storage*. Poultry Science, 1991. v. 70, n. 9, p. 1876-1881.
- FASENKO, G. M.; HARDIN, R. T.; ROBINSON, F. E.; WILSON, J. L. *Relationship of hen age and sequence position with fertility, hatchability, viability and preincubation embryonic development in broiler breeders*. Poultry Science, 1992. v. 71, n. 8, p. 1374-1384.
- FASENKO, G. M.; ROBINSON, F. E.; WHELAN, A. I.; KREMENIUK, K. M.; WALKER, J. A. *Prestorage incubation of long-term stored broiler breeder eggs: 1. Effects on hatchability*. Poultry Science, 2001. v. 80, n. 10, p. 1406-1411.
- FASENKO, G. M. *Egg storage and the embryo*. In: Embryo Symposium: Managing the Embryo for Performance, 2006, Edmonton. Poultry Science, 2007. v. 86, p. 1020-1024.
- FIÚZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L.; RIBEIRO, B.R.C.; BAIÃO, N.C. *Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação*. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 2006. v. 58, n. 3, p. 408-413.

GONZALES, E.; CESÁRIO, M. D. Desenvolvimento embrionário. In: MACARI, M.; GONZALES, E. *Manejo da incubação*. 2.ed. Jaboticabal: FACTA, 2003. p.51-64.

HAYS, F. A.; NICOLAIDES, C. N. *Variability in development of fresh laid hens eggs*. Poultry Science, 1934. v.80, p. 1406-1411.

KOSIN, I. L. *Studies on pre-incubation warming of chicken and turkey eggs*. Poultry Science, 1956. v. 35, p. 1384-1392.

MC CONACHIE, J. D.; JEROME, F. N.; PEPPER, W. F. *The effects of pre-incubation treatments on the hatchability of chicken eggs*. Poultry Science, 1960. v. 39, n. 4, p. 886-889.

REIJRINK, I. A. M.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; GRAAT, E. A. M.; VAN DEN BRAND, H. *Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability and chick quality*. Poultry Science, 2009. v. 88, n. 12, p. 2649-2660.

SCOTT, T. A.; MACKENZIE, C. J. *Incidence and classification of early embryonic mortality in broiler breeder chickens*. British Poultry Science, 1993. v. 34, n. 3, p. 459-470.

SILVA, F. H. A. *Influência dos tempos de aquecimento e armazenamento de ovos férteis de reprodutoras pesadas sobre a eclodibilidade e características de pintos de um dia*. 2005. 102f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga.

SISTEMA de análises estatísticas e genéticas. Versão 9.1. Viçosa: UFV, 2005.

WALSH, T. J.; RIZK, R. E.; BRAKE, J. *Effects of temperature and carbon dioxide on albumen mortality of long stored hatching eggs*. Poultry Science, 1995. v. 74, n. 9, p. 1403-1410.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Referente à tabela 5. Percentual de mortalidade embrionária por fase de desenvolvimento de acordo com os tratamentos (Experimento I)

Mortalidade embrionária (fases em dias)	Tratamentos				CV* (%)
	zero	3	6	9	
Inicial (0-7) ^a	4,4	3,5	5,2	4,8	24,3
Média (8-14) ^b	0	0	0	0	-
Média (15-18) ^b	0	0	0	0	-
Final (18-21) e bicados ^a	2,4	2,8	3,7	2,8	39,1

^aRegressão linear e quadrática não significativa pelo teste F (P>0,05)

^bMedianas não seguidas de letras são semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis (P>0,05)

*Coeficiente de variação

APÊNDICE B – Referente à tabela 7. Percentual de fertilidade dos ovos incubados de acordo com os tratamentos (Experimento II)

Período de armazenamento (dias)	Tempo de aquecimento (horas)			
	zero	3	6	9
3	99,0	99,0	99,0	99,0
7	99,0	99,0	97,9	99,0

Medianas não seguidas de letras são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis (P>0,05)

APÊNDICE C – Referente à tabela 9. Percentual de mortalidade embrionária por fase de desenvolvimento de acordo com os tratamentos (Experimento II)

Mortalidade embrionária (fases em dias)	Período de armazenamento (dias)	Tempo de aquecimento (horas)			
		zero	3	6	9
Inicial (0-7)	3	4,2	4,2	3,2	4,2
	7	4,2	4,2	5,2	5,3
Média (8-14)	3	0	1,0	0	1,0
	7	0	0	1,1	1,1
Média (15-18)	3	0	1,1	1,0	0
	7	0	0	0	1,1
Final (19-21) e bicados	3	2,1	1,1	1,1	2,1
	7	2,1	2,1	2,1	1,1

Medianas não seguidas de letras são semelhantes pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$)