

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 18/10/2021.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS
DE CORTE SOBRE O PERÍODO DE NASCIMENTO E
QUALIDADE DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO**

**Mariana Thimotheo
Zootecnista**

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS
DE CORTE SOBRE O PERÍODO DE NASCIMENTO E
QUALIDADE DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO**

Mariana Thimotheo

Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

2019

T443c Thimotheo, Mariana
Características físicas dos ovos e dos pintos de corte sobre o período de nascimento e qualidade dentro da janela de eclosão / Mariana Thimotheo. -- Jaboticabal, 2019
98 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Isabel Cristina Boleli

1. Janela de eclosão. 2. Peso de ovo. 3. Período de nascimento dos pintos. 4. Tamanho de bico dos pintos. 5. Câmara de ar dos ovos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS DE CORTE SOBRE O PERÍODO DE NASCIMENTO E QUALIDADE DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO

AUTORA: MARIANA THIMOTHEO

ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA BOLELI

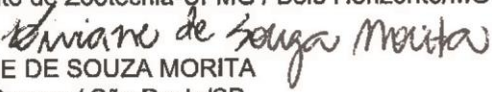
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. ISABEL CRISTINA BOLELI
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. VANESSA MICHALSKY BARBOSA (Videoconferência)
Universidade Federal da Bahia / Salvador/BA


Prof. Dr. LEONARDO JOSÉ CAMARGOS LARA (Videoconferência)
Departamento de Zootecnia-UFMG / Belo Horizonte/MG


Dra. VIVIANE DE SOUZA MORITA
Bióloga Autônoma / São Paulo/SP

Jaboticabal, 18 de outubro de 2019

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARIANA THIMOTHEO – nascida em 11 de agosto de 1990, na cidade de Monte-Alto (SP), filha de Aparecida Bernadete Hilário Thimotheo e João Batista Thimotheo. Em março de 2008 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp - Câmpus de Jaboticabal, graduando-se em março de 2013. Em março de 2014, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na mesma instituição, sob orientação da Profa. Dra. Hirasilva Borba, obtendo o título de mestra em fevereiro de 2016. No mês de março do mesmo ano, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, também na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ Unesp – Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli.

*“Que a cada dia que passa,
eu cresça um pouco mais.
Que eu aprenda e ensine
na mesma proporção.
Que em mim e através de mim,
coisas bonitas floresçam”*

*“Não há nada melhor do que fazer aquilo que amamos, que nos gera felicidade e
que está alinhado aos nossos propósitos, valores e vocação”*

*“Se conseguir
aquilo que você quer
e conseguir manter
a nobreza de ser quem tu é
Tenha certeza
que vai nascer uma planta
que a flor vai ser de esperança
de amor pro que der e vier”.*

OFEREÇO

*Com respeito e afeto,
Aos meus amados pais, Bernadete e João Batista,
Pelo amor incondicional e emaranhado de carinho.*

*Pelo exemplo de honestidade
e por transbordarem valores!*

*À minha afável irmã, Ana Carolina,
pelo amor genuíno, por me conceder serenidade,
por dividir minhas inseguranças e imperfeições
por ter uma alma tão leve.*

Por ser minha guia e pelo incentivo ao longo de minha vida.

*Por me presentear com o maior de todos os tesouros,
meu sobrinho e afilhado Arthur.*

Vocês são minha essência, minha vida e meu querer!

DEDICO

À Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli

Pelos 11 anos de convivência e ensinamentos

Por ter sido meu braço direito.

Pelo apoio na tomada de decisões importantes.

Por trazer leveza nos momentos de angústia.

Pelo exemplo de conduta profissional e pessoal.

Por acreditar em mim e

ofertar as aulas de Histologia (foi inspirador e me deixou realizada!)

Por generosamente compartilhar o bem comigo

Pelo carinho e por sempre querer o meu melhor.

Muito obrigada por tanto, Professora!

“Sempre há uma razão para ser grato, e às vezes Deus acerta tanto que fica até difícil de agradecer”.

“Bendito encontro na vida!”

A senhora é especial, no íntimo da palavra mesmo!

Quero que a Menina Izildinha cuide da senhora onde quer que esteja.

Gratidão eterna a você, minha Mentora e amiga!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Menina Izildinha,

Por me guiar e guardar de todo o mal, me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as necessidades.

“Quando a gente ora, a gente tem reforço do céu!”

Ao grupo de Incubação,

Gabriel, Silvia, Marina, Marcelo Henrique, Maurício, Luana e José Carlos

Pela amizade que construímos, pelas afeições compartilhadas, pela sabedoria que adquirimos juntos e pela valiosa e imprescindível colaboração durante a execução dos experimentos.

A amizade de vocês me fez muito melhor do que eu poderia ser sozinha!
Muito obrigada por serem tão bons e generosos comigo, cada um à sua maneira!

“Bendito aquele que é bendito na vida do outro!”

Obrigada meus estimados amigos.

Vocês sempre estarão presentes no meu coração!

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FCAV/UNESP, por mais uma oportunidade de crescimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa para execução desse trabalho.

Aos Professores presentes no Exame Geral de Qualificação (Prof. Dr. Renato Furlan, Profa. Dra. Lizandra Amoroso, Profa. Dra. Silvana Artoni e Profa. Dra. Sarah Sgavioli), por aceitarem o convite e por toda a colaboração dada neste trabalho.

À banca examinadora (Prof. Dr. Leonardo Lara, Profa. Dra. Vanessa Michalsky, Profa. Dra. Lizandra Amoroso e Dra. Viviane Morita), pelo aceite do convite e pela dedicação às correções deste trabalho.

Aos funcionários do depto de Morfologia e Fisiologia Animal, em especial: Edmar, Wagner, Rodrigo e Ângela, pelas colaborações.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação, pela paciência, atenção, disponibilidade e pelos serviços prestados.

Ao meu cunhado Nelson e a minha avó Maria, pelo carinho e zelo.

Aos meus “amôs”: Rachel, Ana Cláudia, Eduardo, Jean, Giseli, Mateus, Thaís, Gabriela, Liziane e Nadir pelos laços afetivos que formamos, por todo o companheirismo, por me incentivarem, orarem por mim, pelos risos que tornaram mais suave esta caminhada, por fazerem questão de serem presentes na minha vida e por celebrarem minhas alegrias como se fossem as de vocês também! Obrigada também meus grandes amigos, pelos abraços acolhedores e lágrimas inesperadas!

Ao meu amado anjinho de quatro patas (Théo), pelo amor genuíno e pela felicidade que me proporciona ao escutar suas patinhas correndo ao meu encontro!

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desse sonho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

CERTIFICADO - COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.	3
2.1 Assincronismo e janela de eclosão.	3
2.2 Peso de ovo e comportamento de eclosão	5
2.3 Qualidade dos pintos.	7
3. OBJETIVOS	9
4. REFERÊNCIAS	9
CAPÍTULO 2 - O PESO DOS OVOS INFLUENCIA O SINCRONISMO DA ECLOSÃO E A QUALIDADE DOS PINTOS AO LONGO DA JANELA DE ECLOSÃO	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.	20
3. RESULTADOS.	26
4. DISCUSSÃO	45
5. CONCLUSÕES.	51
6. REFERÊNCIAS	52
CAPÍTULO 3 - RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS COM O PERÍODO DE NASCIMENTO DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO	59
1. INTRODUÇÃO	61
2. MATERIAL E MÉTODOS.	63
3. RESULTADOS.	69
4. DISCUSSÃO	86
5. CONCLUSÕES.	91
6. REFERÊNCIAS	92



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado **"Influência das características físicas dos ovos e dos pintos sobre a duração da fase de eclosão dos pintos de corte"**, protocolo nº 1514/17, sob a responsabilidade do Prof^a. Dr^a. Isabel Cristina Boleli, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 06 de abril de 2017.

Vigência do Projeto	07/04/2017 a 01/12/2018
Espécie / Linhagem	<i>Gallus gallus domesticus</i> (Pintos de Corte)
Nº de animais	900
Peso / Idade	50-54g; 60-64g; 70-74g
Sexo	Ambos os sexos
Origem	Incubatório Comercial (Globoaves) – Itirapina, SP

Jaboticabal, 06 de abril de 2017.


Prof. Dr^a Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

LISTA DE ABREVIATURAS

- ACA: área da câmara de ar (cm²)
- AB: altura de bico (mm)
- AO: área do ovo (cm²)
- AO-ACA: área do ovo menos a área da câmara de ar (cm²)
- ASO: área de superfície do ovo (cm²)
- ASO/VO: relação entre a área de superfície e o volume do ovo
- B-C: comprimento entre as extremidades do bico e da cauda (cm)
- B-Dm: comprimento entre as extremidades do bico e do dedo médio (cm)
- BE: Bicagem externa (h)
- BE-ECL: intervalo entre a bicagem externa e a eclosão (h)
- BI: Bicagem interna (h)
- BI-BE: intervalo entre a bicagem interna e a bicagem externa (h)
- BI-ECL: intervalo entre a bicagem interna e a eclosão (h)
- CB: comprimento de bico (mm)
- CO: comprimento do ovo (cm)
- CP: comprimento de perna (cm)
- EA: envergadura de asa (cm)
- ECL: eclosão (h)
- ICA: inclinação da câmara de ar (°)
- LB: largura de bico (mm)
- LCA: largura da câmara de ar (cm)
- LO: largura do ovo (cm)
- PCA: profundidade da câmara de ar (mm)
- PCP: peso corporal do pinto (g)
- PM: perda de massa do ovo (g)
- PN: período de nascimento
- PO: peso do ovo (g)
- TIT: tempo de imobilidade tônica (s)
- VCA: volume da câmara de ar (cm³ e %)
- VO: volume do ovo (cm³)
- VO-VCA: volume do ovo menos o volume da câmara de ar (cm³ e %)

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - O PESO DOS OVOS INFLUENCIA O SINCRONISMO DA ECLOSÃO E A QUALIDADE DOS PINTOS AO LONGO DA JANELA DE ECLOSÃO..... 17

Tabela 1. Critérios e pontuação de qualidade de pintos de corte recém-eclodidos.	24
Tabela 2. Frequência de nascimentos de pintos de ovos leves e pesados incubados até 504h e 529h, de acordo com o peso dos ovos e o período de nascimento dentro da janela de eclosão.	32
Tabela 3. Frequência de diferentes problemas físicos e de atividade em pintos de corte de ovos incubados até 504h e 529h, de acordo com o peso do ovo.	36
Tabela 4. Frequência de nascimentos de pintos até 504h e 529h de incubação, de acordo com o peso dos ovos e a classificação de qualidade	37
Tabela 5. Qualidade dos pintos de ovos leves e pesados incubados até 504h e 529h, de acordo com o período de nascimento.	39
Tabela 6. Frequência de diferentes problemas físicos e de atividade em pintos de ovos leves e pesados incubados até 504h, de acordo com o peso do ovo e com os períodos de nascimento.....	41
Tabela 7. Frequência de diferentes problemas físicos e de atividade em pintos de ovos leves e pesados incubados até 529h, de acordo com o peso do ovo e com os períodos de nascimento.....	42
Tabela 8. Peso corporal dos pintos, espessura de casca e perda de massa dos ovos incubados até 504h e 529h, de acordo com o peso do ovo e do período de nascimento	44

CAPÍTULO 3 - RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS COM O PERÍODO DE NASCIMENTO DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO..... 59

Tabela 1. Duração das fases da incubação de acordo com o período de nascimento dentro da janela e o peso dos ovos.	71
---	----

Tabela 2. Características físicas dos pintos de corte de acordo com o período de nascimento dentro da janela e o peso dos ovos	74
Tabela 3. Interação entre peso do ovo e período de nascimento dentro da janela de eclosão para o comprimento dos pintos entre extremidade do bico e do dedo médio (B-Dm), o comprimento de perna (CP) e a altura do bico (AB)	75
Tabela 4. Dimensões físicas dos ovos e das câmaras de ar de acordo com o período de nascimento dentro da janela e o peso dos ovos.	77
Tabela 5. Interação entre peso do ovo e período de nascimento dentro da janela de eclosão para o comprimento do ovo (CO), volume da câmara de ar (VCA) e volume do ovo menos o volume da câmara de ar (VO-VCA).....	78
Tabela 6. Perda de massa e área do ovo e dimensões físicas das câmaras de ar, de acordo com o período de nascimento dentro da janela de eclosão e o peso dos ovos	80
Tabela 7. Interação entre peso do ovo e período de nascimento dentro da janela de eclosão para a área da câmara de ar do ovo (ACA), a área de superfície do ovo menos a área da câmara de ar (AO-ACA) e a profundidade da câmara de ar (PCA)	81
Tabela 8. Coeficientes de correlação de Pearson entre a duração das fases da incubação e as dimensões físicas dos ovos e das câmaras de ar de ovos leves e pesados.....	83
Tabela 9. Coeficientes de correlação de Pearson entre a duração das fases da incubação e as características físicas dos pintos de ovos leves e pesados	84
Tabela 10. Coeficientes de correlação de Pearson entre a duração das fases da incubação e as características físicas dos pintos de ovos leves e pesados	85

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - O PESO DOS OVOS INFLUENCIA O SINCRONISMO DA ECLOSÃO E A QUALIDADE DOS PINTOS AO LONGO DA JANELA DE ECLOSÃO..... 17

- Figura 1. Distribuição de nascimentos e curva de Gauss de pintos oriundos de ovos leves (A) e pesados (B) e frequência cumulativa de nascimentos (C), ao longo da janela de eclosão, para incubação até 504h.....29
- Figura 2. Distribuição de nascimentos e curva de Gauss de pintos oriundos de ovos leves (A) e pesados (B) e frequência cumulativa de nascimentos (C), ao longo da janela de eclosão, para incubação até 529h.....30
- Figura 3. Pontuação média de qualidade dos pintos de corte de acordo com o peso dos ovos e períodos de nascimento dentro da janela de eclosão até 504h (A) e 529h (B) de incubação. LP: leve-precoce, LI: leve-intermediário, LT: leve-tardio, PP: pesado-precoce, PI: pesado-intermediário, PT: pesado-tardio. Ovo leve e pesado: 56-61g e 65-71g, respectivamente. (A) Precoce: 471,78-482,82h, Intermediário: 483,63-498,50h e Tardio: 498,55-503,92h. (B) Precoce: 471,78-485,08h, Intermediário: 485,45-512,07h e Tardio: 512,50-528,72h. ^{a-b}: indica diferença em relação às demais médias ($P \leq 0,05$).....34
- Figura 4. Relação entre o tempo médio de imobilidade tônica e a duração da incubação em ovos leves e pesados.....36
- Figura 5. Peso corporal dos pintos de corte de acordo com o peso dos ovos e períodos de nascimento dentro da janela de eclosão até 504h de incubação. LP: leve-precoce, LI: leve-intermediário, LT: leve-tardio, PP: pesado-precoce, PI: pesado-intermediário, PT: pesado-tardio. Ovo leve e pesado: 56-61g e 65-71g, respectivamente. Precoce: 471,78-482,82h, Intermediário: 483,63-498,50h e Tardio: 498,55-503,92h. ^{a-c}: indica diferença em relação às demais médias ($P \leq 0,05$).....45

CAPÍTULO 3 - RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS COM O PERÍODO DE NASCIMENTO DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO.....59

- Figura 1. Duração das fases da incubação até as bicagens interna e externa e a eclosão64
- Figura 2. Imagens frontal (A) e lateral (B) da cabeça de um pinto de corte, indicando como foram mensurados a largura, a altura e o comprimento do bico, respectivamente. LB: largura do bico. AB: Altura do bico. CB: comprimento do bico.....66
- Figura 3. Variáveis mensuradas no ovo. A: imagem do ovo por ovoscopia, mostrando a câmara de ar (estrela). B-F: Mensuração da área total do ovo (B) e da área (C), largura (D), profundidade (E) e ângulo de inclinação (F) (em relação ao comprimento do ovo) da câmara de ar. Ao: área do ovo. Ac: área da câmara de ar. Co: comprimento do ovo. Cc: comprimento da câmara de ar. Pc: profundidade da câmara. θ : ângulo de inclinação da câmara68

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS E DOS PINTOS DE CORTE SOBRE O PERÍODO DE NASCIMENTO E QUALIDADE DENTRO DA JANELA DE ECLOSÃO

RESUMO - Eclodibilidade e qualidade dos pintos e duração da incubação são importantes no processo de incubação de ovos, e podem ser influenciados pelas características físicas dos ovos. No Capítulo 1 é apresentada uma abordagem teórica sobre o tema. No Capítulo 2 foi analisado a qualidade incubatória de ovos leves e pesados de matrizes de corte, dentro do intervalo de peso de ovo comercialmente incubável, considerando a dinâmica de nascimentos, a eclodibilidade e a qualidade geral dos pintos e ao longo da janela de eclosão, considerando incubação dos ovos até 504h (padrão dos incubatórios) e 529h (real). Para isso, ovos férteis com 56-61g (leves) e com 65-71g (pesados) de matrizes de corte Cobb foram incubados a 37,5°C e 60% de UR, com giro a cada hora. Pintos e ovos foram analisados de acordo com o período de nascimento (precoce, intermediário e tardio: 472-485h, 485-512h e 512,5-529h de incubação, respectivamente), em ambos os pesos de ovos. Os resultados mostraram eclodibilidade similar para ovos leves e pesados até 504h e até 529h (65,8% e 86,7%; 70,7% e 87,9%; respectivamente), e aumentou de 17% e 20%, respectivamente, de 504h para 529h. Ovos pesados apresentaram janela de eclosão mais curta (2,5h para 504h de incubação e 6,6h para 529h de incubação) e maior concentração de nascimentos de pintos intermediários que os ovos leves. Pintos de ovos leves apresentaram melhor qualidade devido à menor incidência de problemas de alantoide e atividade. Pintos precoces de ovos leves apresentaram a melhor qualidade comparada aos demais pintos do mesmo peso de ovo e aos pintos dos ovos pesados. De acordo com os resultados, ovos leves apresentam maior qualidade incubatória no que se refere à qualidade dos pintos, enquanto os ovos pesados apresentam maior qualidade incubatória quando se considera janela de eclosão e sincronismo na eclosão. Tais resultados mostram que aumento da produção de pintos precoces deve ser meta a ser alcançada pelos incubatórios. No Capítulo 3, foi estudado se características físicas dos pintos e dos ovos (leves e pesados) determinam o período de nascimento de pintos dentro da janela natural de eclosão.

Para isso foi adotado o mesmo protocolo de incubação e delineamento experimental utilizado no Capítulo 2. Os resultados mostraram que pintos precoces apresentam maior tamanho de bico e são provenientes de ovos com maior tamanho de câmara de ar. Tais resultados mostram, pela primeira vez na literatura, relação do período de nascimento dos pintos dentro da janela de eclosão com o tamanho da câmara de ar e do bico. Eles sugerem a possibilidade do tamanho do bico ser levado em consideração em futuros estudos de seleção genética para aumentar a produção de pintos precoces, o que parece interessante uma vez que há a possibilidade de aves com maior tamanho de bico apresentarem maior ingestão de alimentos e, conseqüentemente, menor período de crescimento.

Palavras-chave: bico, câmara de ar, duração da incubação, eclodibilidade, período de nascimento

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE EGGS AND BROILER CHICKS ABOUT BIRTH PERIOD AND QUALITY WITHIN OF THE HATCH WINDOW

ABSTRACT - Hatchability and chick quality, and incubation duration are important for the egg incubation process, and they may be influenced by physical characteristics of the eggs. Chapter 1 presents a theoretical approach on this theme. Chapter 2 compared the quality for incubation of light and heavy eggs from broiler breeders, within the egg weight interval recommended for incubation based on birth dynamics, hatchability, and general quality of the chicks and chick quality throughout hatch window until 504h and 529h. For this, fertile light (56-61g) and heavy (65-71g) eggs from broiler breeders were incubated at usual conditions (37.5°C, 60% RH, egg turning each hour until 18^o day). Physical characteristics of eggs and chicks were analyzed according to birth period (early, intermediate and later: 472-485h, 485-512h e 512.5-529h of incubation, respectively). The results showed similar hatchability for light and heavy eggs until 504h and 529h (65.8% and 86.7%; 70.7% and 87.9%; respectively), as well as a 17% and 20% increase in the hatchability, respectively, from 504h to 529h. Heavy eggs presented a shorter hatch window and a higher rate of intermediate chicks compared to light eggs. Chicks from light eggs had better quality compared to other chicks due to low occurrence of alantoic cord and low activity. Thus, light eggs presented better quality for incubation resulting of better chick quality, whereas heavy eggs had good quality for incubation because their short hatch window and simultaneous higher hatch synchronism. These results show higher production of early chicks should be preconized by hatcheries. In Chapter 3, the relation of the physical characteristics of the eggs and newly hatched chicks with the birth period within the hatch window was analyzed. The egg incubation was realized following the same procedure used in Chapter 2. Early chicks had longer beak and hatched from eggs containing larger air chamber than intermediate and later chicks. These results show, by the first time in the literature, a relation between incubation duration and beak and air chamber size. They suggest beak length should be considered in genetic selection studies to increase the production of earlier chicks, and this is very interesting

once broilers presenting greater beak size may have higher feed intake and, consequently, shorter growth period before slaughter.

Keywords: air chamber, beak, hatchability, hatch window, incubation duration

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Maximização da produção dentro de cada etapa da cadeia produtiva avícola contribui para minimizar custos e aumentar a produção final, devendo ser estabelecida como meta pelo setor. Isso inclui a etapa de incubação dos ovos nos incubatórios, a qual deve visar à maximização da eclodibilidade de pintos saudáveis, os quais correspondem a pintos sem problemas físicos e ativos (Tona et al., 2003), que apresentam alto desempenho e desenvolvimento e baixa mortalidade, bem como, o aumento da homogeneidade dos lotes de pintos produzidos.

A heterogeneidade dos lotes de pintos é resultante, dentre outras coisas, do assincronismo na eclosão. Eclosão assíncrona determina o intervalo de tempo entre o primeiro e o último pinto a eclodir, denominado de janela de eclosão, cuja duração pode afetar a sobrevivência, desempenho e desenvolvimento dos pintos. Os primeiros pintos a eclodirem apresentam melhor qualidade do que os últimos, no que se refere a seu maior peso corporal (Careghi et al., 2005; Willemsen et al., 2010; Van de Ven et al., 2011; Lamot et al., 2014), menor incidência de problemas físicos, melhor desempenho e qualidade de carne (Vicentini, 2015; Matos Junior, 2016; Zanatto, 2016). Na prática do incubatório, todavia, a melhor qualidade dos primeiros pintos a eclodirem é perdida em decorrência da própria janela de eclosão, cuja duração, associada ao tempo gasto com o manejo dos pintos (sexagem, vacinação, embalagem e transporte), pode submetê-los ao jejum de até 72 horas antes do acesso à água e ração no alojamento na granja (Willemsen et al., 2010). Isso pode causar desidratação, menor absorção e prejuízos ao desenvolvimento intestinal (Gonzales et al., 2003; Riccardi et al., 2011), tornando os pintos fracos, o que pode aumentar a taxa de mortalidade na primeira semana de vida. Dessa forma, no momento do alojamento, os primeiros pintos a eclodirem podem apresentar peso corporal menor (Pinchasov e Noy, 1993; Willemsen et al., 2010; Lamot et al., 2014) e pior desempenho nas primeiras semanas (Baião et al., 1998b; Careghi et al., 2005; Gonzales et al., 2008; Van de Ven et al., 2013) comparados aos pintos que eclodem posteriormente. Quanto

maior a amplitude da janela de eclosão, mais longo é o período de jejum ao qual os primeiros pintos eclodidos são submetidos.

A janela de eclosão e a qualidade dos pintos podem ser influenciadas por diferentes fatores, incluindo as características físicas do próprio ovo, estocagem e as condições da incubação, os quais interferem na duração do período de incubação (Wilson, 1991; Morita et al., 2009; Halle e Tzschentke, 2011; Willemsen et al., 2011). Todavia, a assincronia na eclosão ocorre mesmo sob condições adequadas para maior eclodibilidade. Incubação de ovos de galinha sob condições usuais nos incubatórios comerciais, ou seja, à 37,5-37,8°C e 60% de umidade relativa, pode resultar em janela de eclosão de 30 horas ou mais (Vieira e Pophal, 2000; Morita et al., 2010).

Notoriamente, a fase de eclosão dos pintos envolve dois processos importantes. O primeiro deles corresponde à perfuração da membrana interna da casca na região da câmara de ar dos ovos pelo bico denominado de bicagem interna. O segundo deles corresponde à perfuração (bicagem externa) e rompimento da casca, que levam à saída do pinto do interior do ovo. A bicagem interna resulta de movimentos repetitivos da cabeça e propicia a inserção do bico e das narinas no interior da câmara de ar, possibilitando o início da respiração pulmonar ainda no interior do ovo, enquanto que a bicagem externa e eclosão resultam de movimentos da cabeça e pernas e giro corporal (Oppenheim, 1970; Freeman e Vince, 1974; Rogers, 1995). É conhecido que as bicagens interna e externa são induzidas por déficit nas trocas gasosas (déficit de O₂ e saturação de CO₂) alantóicas (bicagem interna) e alantóica e pulmonar (bicagem externa), respectivamente, sendo a última no interior da câmara de ar do ovo (Khandoker et al., 2003; Tona et al. 2003; Mortola, 2009). As trocas gasosas entre o ovo e o meio externo ocorrem através dos canais de poros da casca, sendo a taxa de trocas determinada, conseqüentemente, pela área superficial, porosidade e espessura da casca (La Scala Jr, 2013). Por conseguinte, tais dados indicam que a eclosão dos pintos pode ser influenciada pelas características físicas dos ovos, incluindo o tamanho da câmara de ar, bem como características físicas dos pintos, seu tamanho corporal e do bico. Embora o estabelecimento de manejos que reduzam a janela de eclosão seja importante para os incubatórios, uma vez que isso pode minimizar os efeitos do jejum hídrico e

alimentar pós-eclosão sobre a viabilidade criatória e o desempenho dos pintos, aumentando a homogeneidade dos lotes (Halevy et al., 2000; Nichelmann et al., 2001; Nichelmann e Tzschentke, 2002; Tzschentke, 2008; Riccardi et al., 2010), não foram encontrados na literatura estudos sobre a participação das características físicas dos ovos e dos pintos sobre o estabelecimento da janela na eclosão, nem sobre a eclodibilidade e qualidade dos pintos ao longo da janela de eclosão.

5. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que pintos precoces apresentam maior tamanho de bico e são provenientes de ovos com maior tamanho de câmara. Eles confirmaram a hipótese inicial de que maior tamanho de bico possibilita eclosão precoce, mas rejeitou a hipótese que precocidade no nascimento é determinada pelo menor tamanho de câmara de ar. Do ponto de vista prático, os dados mostram que tamanho de bico deve ser levado em consideração em futuros estudos de seleção genética para obter uma

incubação mais curta, o que parece interessante uma vez que a seleção de aves com maior tamanho de bico para aumentar a ingestão de alimentos e encurtar o período de crescimento vem sendo analisado.

6. REFERÊNCIAS

Bakhuis WL (1974). Observations of hatching movements in the chick (*Gallus domesticus*). **Journal of Comparative and Physiological Psychology** 87:997-1003.

Bright JA, Marugán-Lobón J, Rayfield EJ, Cobb SN (2019). The multifactorial nature of beak and skull shape evolution in parrots and cockatoos (*Psittaciformes*). **BMC Evolutionary Biology** 19:104.

Clayton DHM, Moyer BR, Bush SE, Jones TG, Gardiner DW, Rhodes BB, Goller F (2010). Adaptive significance of avian beak morphology for ectoparasite control. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 272:811-7.

Corless AB, Sell JL (1999). The effects of delayed access to feed and water on the physical and functional development of the digestive system of young turkeys. **Poultry Science** 78:1158-1169.

Dickson AJ (1983). Gluconeogenesis in chick embryo isolated hepatocytes. **International Journal of Biochemistry** 15:861-865.

Freeman BM (1965). The importance of glycogen at the termination of the embryonic existence of *Gallus domesticus*. **Comparative Biochemistry & Physiology** 14:217-222.

Freeman BM, Vince MA (1974). Development of the Avian Embryo - **A Behavioural and Physiological Study**, Chapman and Hall, London.

Geyra A, Uni Z, Sklan D (2001). Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chicks. **Poultry Science** 80:776-782.

Jimenez AC, Riccardi RR, Malheiros EB, Boleli IC (2008). Influência do sexo e peso dos ovos sobre a altura dos vilos e profundidade das criptas do intestino delgado de embriões e pintos de corte. **Ciência Animal Brasileira** 9:608-616.

Gonzales E, Kondo N, Saldanha ES, Loddy MM, Careghi C, Decuypere E (2003). Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. **Poultry Science** 82:1250-1256.

Grant BR, Grant PR (1993). Evolution of Darwin's finches caused by a rare climatic event. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 251:111-117.

Greenberg R, Cadena V, Danner RM, Tattersall GJ (2012) Heat loss may explain bill size differences between birds occupying different habitats. **Plos One** 7(7): e40933.

Hansell M (2000). Bird nests and construction behavior. Cambridge University Press, Cambridge, 296 p.

Herrel A, Podos J, Vanhooydonck B, Hendry AP (2009). Force–velocity trade-off in Darwin's finch jaw function: a biomechanical basis for ecological speciation? **Functional Ecology** 23:119–125.

Hutt FB, Pilkey AM (1934). Studies in embryonic mortality in the fowl, V. relationships between positions of the egg and frequencies of malpositions. **Poultry Science** 13:3-13.

Khandoker AH, Dzialowski EM, Burggren WW, Tazawa H (2003). Cardiac rhythms of late pre-pipped and pipped chick embryos exposed to altered oxygen environments. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology** 136:289-299.

Lamot DM, Van de Linde IB, Molenaar R, Van der Pol CW, Wijtten PJA, Kemp B, Van den Brand, H. (2014). Effects of moment of hatch and feed access on chicken development. **Poultry Science** 93:2604-2614.

Lourens A, Molenaar R, Van den Brand H, Heetkamp MJ, Kemp B (2006). Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. **Poultry Science** 85:770-776.

Maiorka A, Santin E, Dahlke F, Boleli IC, Furlan RL, Macari M (2003). Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. **The Journal of Applied Poultry Research** 12:483-492.

Matos Junior JB (2016). Duração da eclosão e temperatura de incubação sobre a qualidade dos pintos, seu desempenho e qualidade de carne. **Tese (doutorado)**. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

Molenaar R, Reijrink IAM, Meijerhof R, Van den Brand H (2010). Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation. **Brazilian Journal of Poultry Science** 12:137-148.

Morita VS, Boleli IC, Cargnelutti Filho A (2009). Hematological values and body, heart and liver weights in male and female broiler embryos taken from eggs of young and old breeders. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 11:19-27.

Morita VS, Almeida VR, Matos Jr JB, Vicenti TI, Van den Brand H, Boleli, IC. (2016). Incubation Temperature during Fetal Development Influences Morphophysiological Characteristics and Preferred Ambient Temperature of Chicken Hatchlings. **Plos One** 11:e0154928.

Mortola JP (2009). Gas exchange in avian embryos and hatchlings. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular e Integrative Physiology** 153:359-377.

Narayanan CH, Oppenheim R (1968). Experimental studies on hatching behavior in the chick. II. Extirpation of the right wing. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology** 168:395-401.

Narushin VG (2005). Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth. **Poultry Science** 84:482-484.

Navalón G, Bright JA, Marugán-Lobón J, Rayfield EJ (2018). The evolutionary relationship among beak shape, mechanical advantage, and feeding ecology in modern birds. **Evolution** 73: 422-435.

Navarro C, Pérez-Contreras T, Avilés JM, McGraw KJ, Soler JJ (2010). Beak colour reflects circulating carotenoid and vitamin A levels in spotless starlings (*Sturnus unicolor*). **Behavioral Ecology and Sociobiology** 64:1057-1067.

Noiva RM, Menezes AC, Peleteiro MC (2014). Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. **BMC Veterinary Research** 10:234.
Noy Y, Uni Z (2010). Early nutritional strategies. **World's Poultry Science Journal** 66:639-646.

Oppenheim RW (1970). Some aspects of embryonic behaviour in the duck (*Anas platyrhynchos*). **Animal Behavior** 18:335-352.

Oppenheim RW (1972). Experimental studies on hatching behavior in the chick. III. The role of the midbrain and forebrain. **Journal of Comparative Neurology** 146:479-505.

Oppenheim RW, Pittman R, Gray ME, Maderdrut JL (1978). Embryonic behavior, hatching and neuromuscular development in the chick following a transient reduction of spontaneous motility and sensory input by neuromuscular blocking agents. **Journal of Comparative Neurology** 179:619-640.

Pires DL, Malheiros EB, Boleli IC (2007). Influence of sex, age and fasting on blood parameters and body, bursa, spleen and yolk sac weights of broiler chicks. **Brazilian Journal Animal Science** 9:233-240.

Pittman R, Oppenheim R, Ramakrishna T (1978). Experimental studies on hatching behavior in the chick. IV. Evidence for the role of a noradrenergic mechanism. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology** 204:95-111.

Piva VJ (2017). **Influência materna sobre o fenótipo da prole *Gallus gallus domesticus***. Trabalho de conclusão de curso-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

Podós J (2001). Correlated evolution of morphology and vocal signal structure in Darwin's finches. **Nature** 409:185-188.

Provine RR (1971). Chick hatching behavior-rotatory component. **American zoologist**. p. 620.

Provine RR (1972). Hatching behavior of the chick (*Gallus domesticus*): Plasticity of the rotatory component. **Psychonomic Science** 29:27-28.

Rahn H, AR A, Paganelli CV (1979). How bird eggs breathe. **Scientific American** 240:46-55.

Reis LH, Gama LT, Soares MC (1997). Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. **Poultry Science** 76:1459-66.

Riccardi RR, Malheiros EB, Boleli IC (2011). Comparison of intestinal response of chicks from light and heavy eggs to post-hatch fasting. **International Journal of Poultry Science** 10:23-29.

Rogers LJ (1995). The development of brain and behavior in the chicken. **CAB International**.

Salazar AL (2000). El proceso de incubación. **Avic. Profes.**, v.18, p.26-30.

SAS (2009). **Statistical analysis system**: Release 9.2, (software). Cary: SAS Institute.

Sklan D, Noy Y, Hoyzman A, Rozenboim I (2000). Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chicks and poults in hatching trays. **The Journal of Applied Poultry Research** 9:142-148.

Soons J, Genbrugge A, Podos J, Adriaens D, Aerts P, Dirckx J, Herrel A. (2015). Is beak morphology in Darwin's finches tuned to loading demands? **Plos One** 10:e0129479.

Tattersall GJ, Arnaout B, Symonds MRE (2017). The evolution of the avian bill as a thermoregulatory organ. **Biological Reviews** 92:1630-1656.

Tona K, Onagbesan OM, Jegu Y, Kamers B, Decuypere E, Bruggeman V (2004b). Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality, and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate. **Poultry Science** 83:507-513.

Tong Q, Romanini CE, Exadaktylos V, Bahr C, Berckmans D, Bergoug H, Eterradossi N, Roulston N, Verhelst R, McGonnell IM, Demmers T (2013). Embryonic development and the physiological factors that coordinate hatching in domestic chickens. **Poultry Science** 92:620-628.

Traldi AB, Menten JFM, Silva CS, Rizzo PV, Pereira PWZ, Santarosa J (2011). What determines hatchling weight: breeder age or incubated egg weight? **Brazilian Journal of Poultry Science** 13:283-285.

Ulmer-Franco AM, Fasenko GM, O'dea CEE (2010). Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. **Poultry Science** 89:2735-2742.

Van de Ven LJF, Van Wagenberg AV, Debonne M, Decuypere E, Kemp B, Van den Brand H (2011). Hatching system and time effects on broiler physiology and posthatch growth. **Poultry Science** 90:1267-1275.

Van de Ven LJF, Van Wagenberg AV, Decuypere E, Kemp B, Van den Brand H (2013). Perinatal broiler physiology between hatching and chick collection in 2 hatching systems. **Poultry Science** 92:1050-1061.

Van de Ven TMFN, Martin RO, Vink TJF, McKechnie AE, Cunningham SJ (2016). Regulation of heat exchange across the hornbill beak: functional similarities with toucans? **Plos One** 11(5): e0154768.

Vicentini TI (2015). **Programação térmica fetal e duração da fase de eclosão: efeitos sobre a qualidade na eclosão, variáveis sanguíneas, preferência térmica e resposta ao desafio térmico de pintos fêmeas**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

Willemsen H, Debonne M, Swennen Q, Everaert N, Careghi C, Han H, Bruggeman V, Tona K, Decuypere E (2010). Delay in feed access and spread of hatch: importance of early nutrition. **World's Poultry Science Journal** 66:177-188.

Wilson HR (1991). Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. **World's Poultry Science Journal** 47:5-20.

Yalçın S, Izzetoğlu GT, Aktaş A (2013) Effects of breeder age and egg weight on morphological changes in the small intestine of chicks during the hatch window. **British Poultry Science** 54:810-817.

Zanatto DCS (2016). Diferenças sexo-específicas na janela de nascimento associadas a duração da fase de eclosão determinam o assincronismo na eclosão em *Gallus gallus*. **Trabalho de conclusão de curso** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.