

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 03/12/2023.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DA FOTOESTIMULAÇÃO NA DINÂMICA DE  
NASCIMENTOS E CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS DE  
PINTOS DE CORTE**

**Maurício Silva Rosa**  
Zootecnista

**2021**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DA FOTOESTIMULAÇÃO NA DINÂMICA DE  
NASCIMENTOS E CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS DE  
PINTOS DE CORTE**

**Maurício Silva Rosa**

**Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli**

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

**2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

R788i	<p>Rosa, Mauricio Silva</p> <p>Influência da fotoestimulação na dinâmica de nascimentos e características intestinais de pintos de corte / Mauricio Silva Rosa. -- Jaboticabal, 2022</p> <p>113 p. : il., tabs.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientadora: Isabel Cristina Boleli</p> <p>1. Fotoperiodismo. 2. Janela de Eclosão. 3. Pintos de corte. 4. Período de nascimento. 5. Morfometria intestinal. I. Título.</p>
-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: INFLUÊNCIA DA FOTOESTIMULAÇÃO NA DINÂMICA DE NASCIMENTOS E CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS DE PINTOS DE CORTE

**AUTOR: MAURÍCIO SILVA ROSA**

**ORIENTADORA: ISABEL CRISTINA BOLELI**

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

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

Pesquisadora Dra. MARIANA THIMOTHEO (Participação Virtual)  
JBS Produtos alimentícios / Nuporanga/SP

Dra. VIVIANE DE SOUZA MORITA (Participação Virtual)  
Bióloga Autônoma / São Paulo/SP

Prof. Dr. JOÃO BATISTA MATOS JUNIOR (Participação Virtual)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre - IFAC / Rio Branco/AC

Profa. Dra. SARAH SGAVIOLI (Participação Virtual)  
Universidade Brasil / Câmpus de Descalvado-SP

Jaboticabal, 03 de dezembro de 2021

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MAURÍCIO SILVA ROSA** – nasceu em 20 de fevereiro de 1991, na cidade de Cuiabá (MT), filho de Adelina Conceição da Silva e Joice Ottano da Rosa. Em março de 2011, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, da Faculdade de Medicina Veterinária, Agronomia e Zootecnia, UFMT, campus Cuiabá, graduando-se em fevereiro de 2016. Em março de 2016, ingressou no curso de Pós-graduação em Ciência Animal, nível de Mestrado, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UFMS, campus Campo Grande, sob orientação da Profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento, obtendo o título de mestre em fevereiro de 2018. Em março do mesmo ano, iniciou o curso de doutorado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, campus Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli.

*“O plantio é livre, a colheita obrigatória”  
(Autor desconhecido)*

*“Não existe crescimento sem a dor do aprendizado”  
(Howard Fast)*

*Aos meus pais, Joice (in memoriam) e Conceição,  
A minha irmã e melhor amiga, Mariana,  
A minha companheira da vida, Ronyatta,  
Dedico.*



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela sabedoria, coragem e determinação para enfrentar os momentos de angústia e medo, e por me ensinar a reconhecer os momentos de conquistas e alegrias, que sempre superam os momentos ruins.

A minha mãe Conceição pelo amor incondicional, pelo apoio em todas as escolhas e momentos, por sempre acreditar em mim e por sempre ter me incentivado a ser melhor.

A minha irmã e melhor amiga Mah, por ser a pessoa incrível que é, pelas brincadeiras, pelos papos diários, por sempre acreditar em mim e ficar feliz com as minhas conquistas.

Ao meu amor da vida Ronyatta, por dividir os últimos 7 anos comigo, por compartilhar minhas alegrias e tristezas, minhas conquistas, por ser minha amiga e companheira e sempre me fazendo uma pessoa melhor.

Aos amigos Geovany e Thais, pela amizade que nasceu nesse período e vai perdurar para a vida. Nossa etapa em Jaboticabal foi muito melhor por vocês estarem conosco, compartilhando os melhores momentos.

Aos meus sogros Jair e Ivanir, pelo apoio de sempre nos momentos de dificuldade, pelas visitas, que tornaram nossa estadia longe da família mais fácil.

Aos colegas do grupo de incubação, Mariana, Marina, Marcelo, Gabriel, Silvia e Luana, pela amizade e ajuda durante esse período. Ao Edmar, pela amizade e pelos papos durante o cafezinho.

A professora Isabel Boleli, por me acolher como seu orientado. Levarei seus conselhos e ensinamentos por onde eu for.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, pela oportunidade de cursar o doutorado em uma universidade tão renomada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## SUMÁRIO

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. O que é fotoestimulação? .....	4
2.2. Luz e a percepção dela pelas aves .....	5
2.3. Fotoestimulação na incubação de ovos .....	7
2.4. Influência do fotoestimulação na dinâmica de nascimentos .....	8
2.5. Desenvolvimento intestinal de aves durante a incubação.....	10
3. REFERÊNCIAS .....	12
CAPITULO 2 – FOTOESTÍMULO LUMINOSO INTERMITENTE NO FINAL DA INCUBAÇÃO AUMENTA A ATIVIDADE DOS PINTOS E ENCURTA A JANELA DE ECLOSÃO.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
2.1. Procedimentos Experimentais.....	22
2.2. Duração da incubação e eclodibilidade .....	26
2.3. Dinâmica de nascimentos .....	27
2.4. Peso e tamanho corporais dos pintos.....	27
2.5. Qualidade dos pintos .....	27
2.6. Tempo de Imobilidade Tônica (TIT) .....	28
2.7. Análises estatísticas.....	29
3. RESULTADOS.....	30
3.1. Duração da incubação e eclodibilidade.....	30
3.2. Janela de Eclosão e Dinâmica de Nascimentos .....	30
3.3. Qualidade dos pintos .....	32
3.4. Peso corporal e dimensões físicas dos pintos.....	35
3.5. Tempo de Imobilidade Tônica.....	36
4. DISCUSSÃO .....	38
5. CONCLUSÃO.....	41
6. AGRADECIMENTOS .....	41
7. REFERÊNCIAS .....	42
CAPITULO 3 – CICLO CLARO-ESCURO COM FOTOESTIMULAÇÃO INTERMITENTE NO FINAL DA INCUBAÇÃO NÃO INFLUENCIA A DINÂMICA DE ECLOSÃO E A QUALIDADE DIURNA E NOTURNA DOS PINTOS .....	47

1. INTRODUÇÃO.....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	50
2.1. Procedimentos Experimentais.....	50
2.2. Duração do desenvolvimento in ovo e janela de eclosão.....	54
2.3. Dinâmica de nascimentos.....	54
2.4. Peso e tamanho corporais dos pintos.....	55
2.5. Qualidade dos pintos .....	55
2.6. Análises estatísticas.....	56
3. RESULTADOS.....	56
3.1. Duração do desenvolvimento in ovo .....	56
3.2. Eclodibilidade.....	57
3.3. Dinâmica de nascimentos dentro da janela de eclosão.....	57
3.4. Qualidade dos pintos .....	60
3.5. Dimensões Corporais dos pintos.....	63
4. DISCUSSÃO .....	64
5. CONCLUSÃO.....	67
6. REFERÊNCIAS .....	68
CAPÍTULO 4 – FOTOESTIMULAÇÃO CONTÍNUA DIURNA OU NOTURNA INFLUENCIA O DESENVOLVIMENTO DA MUCOSA INTESTINAL DE PINTOS DE CORTE .....	
72	
1. INTRODUÇÃO.....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75
2.1. Procedimentos Experimentais.....	75
2.2. Temperatura da superfície dos ovos.....	80
2.3. Duração da incubação e eclodibilidade.....	80
2.4. Dinâmica de nascimentos.....	81
2.5. Características físicas e qualidade dos pintos.....	81
2.6. Altura de vilo, profundidade de cripta, espessura de parede e contagem de células caliciformes.....	81
2.7. Análises estatísticas.....	82
3. RESULTADOS.....	83
3.1. Temperatura da casca dos ovos.....	83
3.2. Duração da incubação e eclodibilidade.....	84
3.3. Dinâmica de nascimentos ao longo da janela de eclosão.....	84

3.4. Qualidade dos pintos .....	86
3.5. Dimensões corporais dos pintos.....	86
3.6. Características intestinais dos pintos.....	87
4. DISCUSSÃO .....	89
5.CONCLUSÃO.....	93
6. REFERÊNCIAS .....	94

## CEUA



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




### CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

#### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **“Efeito do fotoperíodo anual sobre a qualidade zootécnica, características fisiológicas e comportamentais de pintos de corte”**, protocolo nº 017647/18, sob a responsabilidade do Prof. Dr. 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 julho 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 dezembro de 2018.

Vigência do Projeto	10/03/2019 a 31/12/2020
Espécie / Linhagem	<i>Gallus gallus domesticus</i> / Cobb 500
Nº de animais	1000 ovos/ 800 pintos
Peso / Idade	1 a 3 dias
Sexo	Macho e fêmea
Origem	Incubatório comercial (Globoaves)- Itirapina- SP

Jaboticabal, 06 de dezembro de 2018.

  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fabiana Pilarski  
Coordenadora – CEUA

## **INFLUÊNCIA DA FOTOESTIMULAÇÃO NA DINÂMICA DE NASCIMENTOS E CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS DE PINTOS DE CORTE**

**RESUMO** – O presente trabalho está organizado em 4 Capítulos. O Capítulo 1 apresenta a Introdução e as Considerações Gerais sobre o tema estudado. No Capítulo 2, foi analisado se fotoestimulação intermitente (1 min de luz seguido de 4 minutos de escuro, durante 12 h, das 6:30 às 18:30h, 1200 Lux fornecido por sistema em série de lâmpadas LED) no nascedouro, a partir do 18º dia de incubação, influencia a eclodibilidade, a frequência de nascimentos e a qualidade dos pintos de corte. Os resultados mostram que fotoestimulação intermitente a partir do 18º dia de incubação não alterou a duração média da incubação, eclodibilidade e a qualidade física dos pintos, mas reduziu a janela de eclosão em 8h. Além disso, pintos de ovos mantidos sob fotoestimulação intermitente apresentaram menor TIT que os pintos de ovos incubados sem fotoestimulação. Isso indicou que fotoestimulação intermitente no nascedouro aumenta o sincronismo na eclosão e torna os pintos mais ativos. No Capítulo 3, foram analisadas a dinâmica de nascimentos diurnas e noturnas e a qualidade dos pintos de ovos expostos ou não a fotoestimulação intermitente (1 min de luz seguido de 4 minutos de escuro, durante 12 h, das 6 às 18h, 1200 Lux fornecido por sistema em série de lâmpadas LED) a partir do 18º dia de incubação (no nascedouro). Não ocorreram diferenças na taxa de eclosão total, peso corporal, qualidade, peso corporal, comprimentos bico-cauda, bico-dedo médio e de perna, e envergadura de asas entre os pintos com nascimento diurno e noturno e nem entre tratamentos (com e sem fotoestimulação). Os resultados revelam, pela primeira vez na literatura, descontinuidade de eclosão, diferenças entre os padrões de eclosão diurna e noturna de pintos de corte e menor janela de eclosão com maior sincronismo de eclosão noturna do que diurna em pintos corte, evidenciando possibilidade futura de manejo prático de retirada diurna e noturna de pintos dos nascedouros. No Capítulo 4, por sua vez, foi analisado se fotoestimulação diurna ou noturna contínua (250 Lux ao nível da superfície dos ovos, durante 12 h, das 6 às 18h e das 18 às 6h) influencia o desenvolvimento da mucosa intestinal de pintos de corte. Os resultados evidenciam que o fornecimento de fotoestimulação durante a incubação reduz temperatura de

superfície dos ovos quando expostos a fotoestimulação durante a noite. Os pintos nascidos de ovos incubados sob fotoestimulação apresentaram vilosidades intestinais menores do que os pintos oriundos de ovos incubados sem fotoestimulação. Isso indica que fotoestimulação diurna ou noturna durante a incubação não favoreceu o desenvolvimento das vilosidades intestinais e que incubação sob ausência de luz parece mais adequado para que os pintos nasçam com vilosidade intestinal de maior tamanho.

**Palavras-chave:** desenvolvimento intestinal, eclodibilidade, fotoestímulo, janela de eclosão

## **INFLUENCE OF PHOTOSTIMULATION ON BIRTH DYNAMICS AND INTESTINAL CHARACTERISTICS OF BREAKER CHICKS**

**RESUMO** – This work is organized into 4 Chapters. Chapter 1 presents the Introduction and General Considerations on the topic studied. In Chapter 2, we analyzed whether intermittent photostimulation (1 min of light followed by 4 minutes of dark, for 12 h, from 6:30 to 18:30 h, 1200 Lux provided by LED lamp series system) in the hatch, from the 18th day of incubation, influences hatchability, birth frequency and quality of broiler chicks. The results show that intermittent photostimulation from the 18th day of incubation did not change the mean duration of incubation, hatchability and physical quality of the chicks, but reduced the hatch window by 8h. Furthermore, chicks from eggs kept under intermittent photostimulation showed lower TIT than chicks from eggs incubated without photostimulation. This indicated that intermittent photostimulation at the hatcher increases hatch timing and makes the chicks more active. In Chapter 3, the dynamics of diurnal and nocturnal births and the quality of chicks from eggs exposed or not to intermittent photostimulation (1 min of light followed by 4 minutes of dark, for 12 h, from 6 am to 6 pm, 1200 Lux provided by a series system of LED lamps) from the 18th day of incubation (in the hatcher). There were no differences in total hatch rate, body weight, quality, body weight, beak-tail, beak-middle finger and leg lengths, and wing span between day and night chicks, nor between treatments (with and without photostimulation). The results reveal, for the first time in the literature, hatch discontinuity, differences between the diurnal and nocturnal hatching patterns of broiler chicks and a shorter hatch window with greater synchronism of nocturnal hatching than diurnal hatching in broiler chicks, evidencing the possibility of future management. practice of day and night withdrawal of chicks from hatchers. In Chapter 4, in turn, it was analyzed whether continuous diurnal or nocturnal photostimulation (250 Lux at the egg surface level, for 12 h, from 6 am to 6 pm and from 6 pm to 6 am) influences the development of the intestinal mucosa of broiler chicks. The results show that providing photostimulation during incubation reduces the surface temperature of eggs when exposed to photostimulation overnight. Chicks hatched from eggs hatched under



photostimulation had smaller intestinal villi than chicks hatched from eggs hatched without photostimulation. This indicates that diurnal or nocturnal photostimulation during incubation did not favor the development of intestinal villi and that incubation in the absence of light seems more suitable for chicks to be born with larger intestinal villi.

**Keywords:** hatchability, hatch window, intestinal development, photostimulation

## CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

Os animais desenvolvem ritmo biológico circadiano e circanual em resposta e sincronia com os ciclos claro-escuro diário e sazonal terrestres, decorrentes dos movimentos de rotação e translação do planeta, respectivamente. Para que o papel da luz enquanto principal estímulo ambiental sincronizador dos ritmos biológicos em relação aos ciclos terrestres ocorra, o animal precisa apresentar capacidade de percepção da luz, ou seja, percepção de trocas do dia pela noite e vice-versa, e de mudanças na duração das fases claro e escuro. No caso das aves, a percepção da luz ocorre via ocular e glândula pineal, ou seja, via sistema melanopsina (Mason e Lincoln, 1976; Sand et al., 2011; Lucas, 2013) e sistema melatonina (Hamasaki, 1968; Solessio e Engbretson, 1999; Wiechmann e Sherry, 2013; Reiter et al, 2014), respectivamente, os quais exercem papel modulador sobre os eixos neuroendócrinos (HPG, HPA, HPT), regulando o ritmo de vários processos biológicos do animal de acordo com a fase claro ou escuro e com a estação do ano (Arendt, 1998, 2003; Revel et al., 2009).

No caso de aves de produção, a maioria dos estudos sobre fotoperiodismo analisam os efeitos do ciclo claro-escuro e de tipos diferentes de fontes e cores de luz na vida pós-eclosão, de forma a preconizar o acesso contínuo ao alimento e a maximização do seu potencial de ganho de peso (Downs et al., 2006; Brown, 2010) e a redução de ocorrência de doenças, problemas de empenamento e perna, estresse e mortalidade (Lott et al., 1996; Classen et al., 1991; Charles et al., 1992; Abreu e Abreu, 2011; Vercellino, 2012; Zhang et al., 2012; Huth e Archer, 2015). Contudo, fotoestimulação retinal ocorre ainda durante o desenvolvimento *in ovo*, tendo sido registrada inicialmente no 17º dia de incubação (Shafey e Al-Mohsen, 2002; Hill et al., 2004; Nagy, 2008) e, posteriormente, no início da vida fetal, no 8º dia de incubação (Lima et al., 2011).

Fotoestimulação no processo de chocagem natural ocorre quando a fêmea (ou o macho) interrompe momentaneamente o comportamento de chocagem para necessidades fisiológicas (Mench 2014b). Fotosensibilidade fetal *in ovo* tem levado vários autores a analisarem efeitos do fotoestimulação na incubação de ovos de

aves de produção, uma vez que no sistema de produção comercial de pintos a incubação dos ovos ocorre sob escuro contínuo, interrompido apenas em alguns momentos, como a ovoscopia e a transferência dos ovos das incubadoras para os nascedouros. Huth e Archer (2015), por exemplo, registraram aumento na taxa de eclosão e na qualidade dos pintos e redução do estresse nos frangos oriundos de ovos, de matrizes leves e pesadas, incubados sob fotoestimulação (12C:12E, 1º dia de incubação até a eclosão, luz LED branca). Archer (2014), por sua vez, observou que exposição dos ovos à luz LED branca durante a incubação melhora a eclodibilidade em frangos, mas não em poedeiras Leghorn brancas. Archer (2017) verificou que tanto a luz branca como a vermelha (12C:12E, 1º ao 18º dia de incubação) aumentam a eclodibilidade, diminuem o tempo de imobilidade tônica e aumentam defesa humoral de frango de corte. Archer et al. (2017), por sua vez, verificaram que fotoestimulação de 12h (12C:12E) até o 18º dia de incubação, usando luz branca + vermelha (simultaneamente), melhora a taxa de eclosão e qualidade de pintos de linhagem de corte e de postura (Cobb, White Leghorn), bem como de patos, mas diminui o peso corporal desses últimos. Adicionalmente, Mesquita (2017) verificou que luz verde exerce efeito negativo sobre a eclodibilidade e desempenho de frango de corte (Ross). Mais recentemente, Yameen et al. (2020), analisando o uso de fotoestimulação de 12h/dia (LED branca, 5000K, 250Lux) na incubação de ovos de 3 linhagens de frango de corte (Hubbard classic, Cobb-500, and Ross-308), verificaram que fotoestimulação melhorou a eclodibilidade apenas na linhagem Hubbard. Tais dados mostram que fotoestimulação não influencia de forma similar o desenvolvimento *in ovo* de diferentes linhagens, o que pode estar relacionado com diferenças nas características físicas dos ovos, na fotopercepção, nas características físicas da luz (como comprimento de onda, lux etc.).

Após a eclosão, os pintos são expostos a ambiente totalmente diferente do que havia no interior dos ovos. A fase neonatal exige dos mesmos um alto potencial de resposta adaptativa para garantir seu desenvolvimento e sobrevivência. Juntamente com seus comportamentos exploratórios, alimentação exógena e ingestão hídrica, os pintos precisam apresentar rápido desenvolvimento gastrintestinal, para aquisição dos nutrientes necessários para sua manutenção e crescimento. Diante disso, produção de pintos saudáveis, mais ativos e com maior peso

corporal e maior desenvolvimento gastrintestinal significa maior potencial de sobrevivência e desenvolvimento e, portanto, aumento da chance de maximização da produção.

Melatonina não é um produto exclusivo da glândula pineal. Ela também é produzida por células enteroendócrinas do trato gastrintestinal (esôfago, estômago, duodeno, jejuno e íleo), (Raikhlin e Kvetoy, 1976; Bubenik et al., 1996; Similarly, Messner et al., 2001; Lee e Pang, 1993). O aumento noturno de melatonina plasmática é produzido pelo aumento de síntese e secreção do hormônio pela glândula pineal, enquanto que os baixos níveis diurnos são mantidos pelo trato gastrintestinal. Por ser de natureza lipofílica, a melatonina alcança rapidamente todas as células do corpo, servindo como sinal temporizador circadiano sobre várias funções fisiológicas (Konturek et al., 2007). Como já mencionado, maior desenvolvimento de mucosa intestinal na eclosão dá aos pintos maior potencial de aquisição de nutrientes para manutenção e crescimento. Para analisar o efeito de melatonina exógena sobre a estrutura gastrintestinal, Li et al. (2017) injetaram melatonina *in ovo* a partir do 12<sup>o</sup> dia de incubação e nos pintos até o 6<sup>o</sup> dia pós-eclosão (0,1-10 µg/dia), o que resultou em aumento no número de células calciformes alcian blue positivas, na expressão de genes codificadores de mucina (MUC2), na proliferação e migração de células marcadas com deoxiuridina e aumento de atividade enzimática no duodeno (maltase e sacarase) e no jejuno (sacarase e lactase). Injeção de melatonina exógena *in ovo* ou na ave, contudo, é um procedimento difícil e dispendioso, o que dificulta sua incorporação no manejo da incubação ou dos pintos. Dessa forma, aumento de melatonina induzida por fotoestimulação durante a incubação dos ovos pode se tornar uma alternativa. No momento, contudo, faltam dados de literatura sobre os efeitos da inserção de ciclo claro-escuro na incubação no desenvolvimento do trato gastrintestinal dos pintos.

Quando se fala em produção de pintos com maior desenvolvimento gastrintestinal, não podemos esquecer dos possíveis efeitos da janela de eclosão sobre o mesmo. É importante considerarmos que janelas de eclosão longas impõem longo tempo de jejum hídrico e de ração aos primeiros pintos eclodidos, prejudicando o desenvolvimento de sua mucosa intestinal, sua sobrevivência e crescimento pós-eclosão (Pinchasov e Noy, 1993; Willemsen et al., 2011;

Lamot et al., 2014). Nesse contexto, o efeito do ciclo circadiano na incubação como agente sincronizador ou não da eclosão dos pintos também precisa ser investigado.

Acredita-se que ciclo claro-escuro será introduzido no manejo de incubação comercial de ovos nos próximos anos. Todavia, a introdução de ciclo claro-escuro como um dos fatores físicos determinantes do ambiente de incubação dos ovos depende de conhecimento científico prévio sobre a influência exercida pela fotoestimulação no desenvolvimento *in ovo*, nas características morfofisiológicas, na atividade, no crescimento e na sobrevivência dos pintos na eclosão e pós-eclosão.

Considerando que o efeito do estímulo luminoso depende da sua duração, quantidade de lux e composição espectral, bem como da capacidade foto-perceptiva do animal, muito ainda é preciso se estudar para se determinar tipo e duração da fotoestimulação e janelas de fotoestimulação durante o desenvolvimento *in ovo*. Isso torna o tema um campo de estudos vasto e promissor para pesquisadores e de grande relevância e expectativa para a produção avícola nas próximas décadas.

Nesse sentido, o objetivo do estudo foi verificar se (i) exposição de ovos à fotoestimulação usando sistema de lâmpadas LED, pode influenciar o desenvolvimento *in ovo* e provocar alterações na dinâmica de nascimento e na qualidade e atividade dos pintos e se (ii) as alterações contribuem para a melhoria ou maximização da produção de pintos, de modo a indicarem o potencial uso de fotoestimulação como manejo de incubação.

### 3. REFERÊNCIAS

- Abreu, VMN, Abreu, PG (2011) Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 011. v.40, n. 1, p.1-14.
- Acuña-Castroviejo D, Crespo E, Martin M (1997) Melatonin as a cell neuroprotector: experimental and clinical studies. **J Physiol Biochem**. 53(1):54.
- Albers HE, Gerall AA, Axelson JF (1981) Circadian rhythm dissociation in the rat: effects of long-term constant illumination. **Neurosci Lett**. 7(1), 89–94.
- Araujo WAG, Albino LFT, Tavernari FC, Gody MJS (2011) Programa de luz na avicultura de postura. **Avicult Ind**. 52:5865.
- Archer GS (2017) Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation. **Animal**. v.11, n.7, p.1203–1209.
- Archer GS, Jeffrey D, Tucker Z (2017) Effect of the combination of white and red LED lighting during incubation on layer, broiler, and Pekin duck hatchability. **Poultry science**, v. 96, n. 8, p. 2670-2675.
- Archer GS, Mench JA (2014) Natural incubation patterns and the effects of exposing eggs to light at various times during incubation on post-hatch fear and stress responses in broiler (meat) chickens. **Appl Anim Behav Sci**. 2014. 152:44-51.
- Archer GS, Mench JA (2003) Exposing avian embryos to light affects post-hatch anti-predator fear responses. *Applied Animal Behavior Science*. 2017. v. 186, p. 80-84.
- Arendt, J. Importance and relevance of melatonin to human biological rhythms. **J. Neuroendocrinal**. 15, 427–431.
- Arendt J (1998) Melatonin and the pineal gland: influence on mammalian seasonal and circadian physiology. **Rev. Reprod**. 3, 13–22.
- Binkley SA (1979) Time-keeping enzyme in the pineal gland, **Science** **202** 1198–1201.
- Boleli IC, Maiorka A, Macari M (2002) Estrutura funcional do trato digestório. In: Macari, M, Furlan, R. L, Gonzales, E. (Ed.). **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. p. 75-95.
- Bowling J A, Howarth B, Fletcher D L (1981) The effects of lighted incubation on eggs with pigmented and nonpigmented egg. **Poult Sci**. 60:2328-2332.
- Brown A (2010) **Photoperiod effects on broiler performance and behaviour**. Master of Science Thesis, The University of Georgia. United States of America.

Bubenik GA, Pang SF, Hacker RR, Smith PS (1996) Melatonin concentrations in serum and tissues of porcine gastrointestinal tract and their relationship to the intake and passage of food. **J Pineal Res.** 21: 251-256.

Cassone, VM, Paulose, JK, Whitfield-Rucker, MG, Peters, JL (2009) Time's arrow flies like a bird: two paradoxes for avian circadian biology, **Gen. Comp. Endocrinol.** 163: 109–116.

Charles, RG, Robinson, FE, Hardin, RT, Yu, MW, Feddes, J, Classen, HL (1992) Growth, body composition, and plasma androgen concentration of male broiler chickens subjected to different regimens of photoperiod and light intensity. **Poult. Sci.** 71:1595–1605.

Classen, HL, Riddell, C, Robinson, FE (1991) Effects of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens. **Br. Poult. Sci.** 32:21–29.

Cooper CB, Voss MA, Ardia DR, Austin S.H, Robinson WD (2011) Light increases the rate of embryonic development: implications for latitudinal trends in incubation period. **Br Ecol Soc.** 25:269-776.

Délcio, CCR (2008) Características comportamentais de fêmeas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho:fêmea. In: BONI, I. J, PAES, A. O. S. **Programas de luz para matrizes: machos e fêmeas.** – Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Viçosa, MG.

Dibner, JJ, Knight, C, Yi, GF, Richards, JD (2007) Gut Development and Health in the Absence of Antibiotic Growth Promoters. **Asian-Australasian Journal of Animal Science.** v. 20, n. 6: 1007 – 1014.

Dibner, JJ, Richards, JD (2004) The Digestive System: Challenges and Opportunities. **Journal of Applied Poultry Research.** v.13, p.86–93.

Downs KM, Lien RJ, Hess JB, Bilgili SF, WADozier (2006) The effects of photoperiod length, light intensity, and feed energy on growth responses and meat yield of broilers. **J. Appl. Poult. Res.** 15:406–416.

Fairchild, BD, Christensen, VL (2000) Photostimulation of turkey eggs accelerates hatching times without affecting hatchability, liver or heart growth, or glycogen content. **Poultry science.** v. 79, n. 11, p. 1627-1631.

Freeman, BM., Vince, RL (1974) Development of the Avian Embryo. **Chapman and Hall**, London.

Geyra, A, Uni, Z, Sklan, D (2001) Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. **Poultry Science.** v.80, p.776–782.

Halevy O, Piestun Y, Rozenboim I, Yablonka-Reuveni Z (2006) In ovo exposure to monochromatic green light promotes skeletal muscle cell proliferation and affects myofiber growth in posthatch chicks. **Am J Physiol.** 290:1062-1070.

Hamasaki, DI (1968) Properties of the parietal eye of the green iguana. **Vision Res.** 8, 591–599.

Hamburger V, Hamilton HL (1951) A series of normal stages in the development of the chick embryo. **J of Morph.** 88:49 -92.

Hart, NS, Partridge, J.C, Cuthill, IC (1999) Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (*Meleagris gallopavo*). **Vision Research.** v.39, n.20, p.321-3328.

Harvey AL, Marshall IG (2000) Skeletal muscle. In: Scanes CG. **Sturkie's Avian Physiology.** Milwaukee: Department of Biological Sciences, University of Wisconsin. p.123-139.

Hill, WL. et al. (2004) Prehatch Entrainment of Circadian Rhythms in the Domestic Chick Using Different Light Regimes. **Developmental Psychobiology.** v.45, p.174-186.

Huth, JC, Archer, GS (2015) Comparison of Two LED Light Bulbs to a Dimmable COM-FEIL and their Effects on Broiler Chicken Growth, Stress, and Fear. **Poultry Science.** v.94, p.2027–2036.

Huth, JC, Archer, GS (2015) Effects of LED lighting during incubation on layer and broiler hatchability, chick quality, stress susceptibility and post-hatch growth. **Poultry Science.** v. 94, n. 12, p. 3052-3058.

Jácome, (2009) **Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves** – Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n], 2009.

Konturek SJ, Konturek P.C, Brzozowska I (2007) Localization and biological activities of melatonin in intact and diseased gastrointestinal tract (GIT). **J Physiol. Pharmacol.** 58: 381-405.

Korf, HW (1994) The pineal organ as a component of the biological clock. Phylogenetic and ontogenetic considerations. **NY Acad. Sci.** 719, 13–42.

Lamosová, D, Zeman, M, Mackova, M, Gwinner, E (1995) Development of rhythmic melatonin synthesis in cultured pineal glands and pineal cells isolated from chick embryo, **Experientia** 51, 970–975.

Lamot, DMIB, Molenaar, R, Van der Pol, CW, Wijten, PJA, Kemp, B, Van den Brand, H (2014) Effects of moment of hatch and feed access on chicken development. **Poultry Science.** v. 93 n. 10, p. 2604-2614.



- Lee PPN, Pang SF (1993) Melatonin and its receptors in the gastrointestinal tract. **Biol Signals**. 2: 181-193.
- Lewis PD, Morris TR (2000) Poultry and coloured light. **Worlds Poult Sci J**. 56:189 - 207.
- Lewis P, Morris T (2006) **Physiology and mechanisms**. Pages 7–22 in Poultry Lighting: The Theory and Practice. Northcot, Hampshire, UK.
- Li J, Li RX, Liu G, Lv CF, Mi YL, Zhang CQ (2017) Effect of melatonin on renewal of chicken small intestinal mucosa. **PoultSci**. 96:2942–2949.
- Lima LHRG, Santos KP, Castrucci AML (2011) Clock genes, melanopsins, melatonin, and dopamine key enzymes and their modulation by light and glutamate in chicken embryonic retinal cells. **Chronobiology International**. 28(2): 89–100.
- Lott BD, Branton, SL, May, JD (1996) The effect of photoperiod and nutrition on ascites incidence in broilers. **Avian Dis**. 40:788–791.
- Lucas RJ (2013) Mammalian inner retinal photoreception. **Curr Biol**. 23:R125–R133.
- Maiorka A, Rocha C (2009) Dietas iniciais, desenvolvimento do trato gastrointestinal e impacto sobre o desempenho de frango de corte. **V Intestinal Health Food Safety Seminar**.
- Mason CA, Lincoln D.W (1976) Visualization of the retino-hypothalamic projection in the rat by cobalt precipitation. **Cell Tiss Res**. 168:117–131.
- Mesquita, MA (2017) **Exposição de ovos de matrizes pesadas à luz monocromática durante a incubação artificial**. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- Moore, KL, Persaud, TVN Embriologia básica. Elsevier do Brasil, 365 páginas, 2008.
- Nagy, AD (2008) Circadian expression of clock genes clock and Cry1 in the embryonic chicken pineal gland. **NY Academic Science**.
- Niskier J, Macintyre AJ (2000) **Instalações Elétricas**. 4.ed., Rio de Janeiro: LTD, p.241-306.
- Okano T, Fukad, Y (2003) Chicktacking pineal clock, **J. Biochem**. 134, 791–797.
- Ozaydin T, Celik I (2012) Histological, histochemical and immunohistochemical investigations on the developing small intestines of broilers embryos. **Journal of Animal and Veterinary Advances**. v. 11, n. 16, p. 2936-2944.
- Özkan S, Yalçın S, Babacanoğlu E, Kozanoğlu H, Karadaş F, Uysal S (2012) Photoperiodic lighting (16 hours of light:8 hours of dark) programs during incubation:

1. Effects on growth and circadian physiological traits of embryos and early stress response of broiler chickens. **Poult Sci.** 91:2912 -2921.

Pang SF, Pang CS, Poon AMS (1996) An overview of melatonin and melatonin receptors in birds. **Poult Avian Biol Rev.** 7(4):217-228.

Pinchasov Y, Noy Y (1993) Comparison of post-hatch holding time and subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **Br. Poult. Sci.** 34:11-120.

Prescott NB, Wathes CM (1999) Spectral sensitivity of the domestic fowl. *British Poultry Science.* v.40, p.332-339.

Raikhlin NT, Kvetnoy IM (1976) Melatonin and enterochromaffine cells. **Acta Histochem.** 55: 19-24.

Reiter RJ, Tan DX, Galano A (2014) Melatonin: exceeding expectations. **Physiology.**

Revel FG, Masson-Pevet M, Pevet P, Mikkelsen JD, Simonneaux V (2009) Melatonin controls seasonal breeding by a network of hypothalamic targets. **Neuroendocrinology.** 90:1–4.

Rogers LJ (1996) Environmental influences on development of the embryo. In: Rogers LJ. *The development of brain and behavior in the chicken.* Wallingford: **CAB Publishing.** p.52.

Sand A, Schmidt TM, Kofuji P (2011) Diverse types of ganglion cell photoreceptors in the mammalian retina. **Prog Retin Eye Res.** 51:17–43.

Saper, CB, Scammell, TE, Lu, J (2005) Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. **Nature.** 27 (7063), 1257–1263.

Shafey TM (2004) Effect of lighted incubation on embryonic growth and hatchability performance of two strains of layer breeder eggs. **Br Poult Sci.** 45(2):223-229.

Shafey TM, Al-Mohsen TH (2002) Embryonic Growth, Hatching Time and Hatchability Performance of Meat Breeder Eggs Incubated under Continuous Green Light. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** v.15, n.12, p. 702-1707.

Shutze JV, Lauber J.K, Dato M, Wilson W (1962) Influence of incandescent light and coloured light on chick embryos during incubation. **Nature.** 96:594-595.

Siegel PB, Isakson ST, Coleman FN, Huffman BJ (1969) Photoacceleration of development in chick embryos. **Comp Biochem Physiol.** 28:753-758.

Solessio E, Engbretson GA (1999) Electroretinogram of the parietal eye of lizards: photoreceptor, glial, and lens cell contributions. **Vis. Neurosci.** 16, 895–907.

Stringhini et al. (2013). Desenvolvimento do sistema digestório em aves. In 28<sup>o</sup> Reunião Anual do CBNA: **Congresso Sobre Nutrição de Animais Jovens–Aves e Suínos**.

Tamimie HS (1967) Effect of continuous and intermittent light exposure on the embryonic development of chicken eggs. **Poult Sci.** 46:1327.

Uni Z, Smirnov ADS, klan (2003) Pre- and Posthatch Development of Goblet Cells in the Broiler Small Intestine: Effect of Delayed Access to Feed. **Poultry Science.** 82:320–327.

Vercellino, RA (2012) **Efeito de diferentes sistemas de vedação de aviários no comportamento e bem-estar de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Wiechmann AF, Sherry DM (2013) Role of Melatonin and Its Receptors in the Vertebrate Retina. **International Review of Cell and Molecular Biology**, Volume 300.

Willemsen HLI, Willems Y, Franssens E, Wang Y, Decuypere E (2011) Intermittent thermal manipulations of broiler embryos during late incubation and their immediate effect on the embryonic development and hatching process. **Poultry Science**, v.90, p.1302-1312.

Yameen RMK, Hussain J, Mahmud A (2020) Effects of different light durations during incubation on hatching, subsequent growth, welfare, and meat quality traits among three broiler strains. **Trop Anim Health Prod.** 52:3639–3653.

Zakaria AH (1989) The effect of fluorescent light on hatchability of commercial broiler parent stock eggs and on body weight of chickens hatched under large-scale commercial conditions. **Poult Sci.** 68:1585-1587.

Zeman M, Gwinner E, Herichova I, Lamosova D, Kostal L (1999) Perinatal development of circadian melatonin production in domestic chicks. **J Pineal Res.** 26:28 –34.

Zeman M, Herichová I (2011) A produção de melatonina circadiana desenvolve-se mais rápido em aves do que em mamíferos. **Gen Comp Endocrinol.** 172(1):23-30.

Zhang L, Zhang HJ, Qiao X, Yue HY, Wu SG, Yao JH, Qi GH (2012) Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality of breast muscle in male broilers. **Poultry science.** 91(4), 1026-1031.