



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
CURSO DE ZOOTECNIA
PROJETO ORIENTADO



RÉGIS VINICIUS DE LIMA

**INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA CRIAÇÃO DE
POEDEIRAS**

JATAÍ – GO
2014

RÉGIS VINICIUS DE LIMA

INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO NA CRIAÇÃO DE POEDEIRAS

Orientadora: Prof. Dra. Karina Ludovico de A. M. Lopes

Relatório de projeto orientado apresentado ao Colegiado do Curso de Zootecnia, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

JATAÍ - GO
2014

RÉGIS VINICIUS DE LIMA

Relatório de Projeto Orientado apresentado como parte das exigências para obtenção do título de bacharel em zootecnia, defendido e provado em 24 de novembro de 2014, pela seguinte banca examinadora:

Prof^aDr^a Karina Ludovico de Almeida Martinez Lopes – UFG/Jataí
Presidente da banca

Prof. Dr Otto Mack Junqueira – UFG/Jataí
Membro da banca

Prof. Dr Vinício Araújo Nascimento – UFG/Jataí
Membro da banca

Dedico o cumprimento desse trabalho aos meus pais e à minha namorada, que foram essenciais em todos os momentos em que precisei, e por toda compreensão e incentivo nos meus momentos de dúvidas e incertezas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que sempre foi maravilhoso na minha vida, e iluminou meu caminho durante essa caminhada. Em segundo lugar aos meus pais, Alberanir Costa Lima e Delvaine Henrique de Freitas que deram condições para estudar e me apoiaram de todas as formas para que esse sonho profissional se tornasse realidade, agradeço a minha família.

Agradeço a minha namorada Nathália Peres Filgueira, pelo companheirismo, compreensão e incentivo nos momentos de desânimo e cansaço.

A Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí pela oportunidade de adquirir conhecimentos, e todos os professores do curso de Zootecnia por toda dedicação e entusiasmo demonstrado ao longo do curso, em especial a minha orientadora, Prof.Dra. Karina Ludovico de A. M. Lopes, pela sua sábia orientação, disponibilidade e o incentivo nos momentos de dúvidas e incertezas.

A todos os meus amigos e colegas.

A todos, muito obrigado!

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho contextualizar a importância e influência da utilização de programas de iluminação em galinhas poedeiras. Abordando a percepção de luz sobre as aves e os fundamentos fisiológicos que envolvem a luz na estimulação do aparelho reprodutor, podendo ser utilizado para retardar ou estimular a maturidade sexual e sincronizar a postura. Muito se sabe sobre os efeitos da iluminação sobre a produção de galinhas poedeiras, porém ainda não há um consenso acerca de como o bem-estar das aves pode ser afetado e qual o tipo de programa específico para cada lote. Para avaliar essa demanda é necessário compreender como as aves percebem seu ambiente, visto que as principais propriedades do ambiente natural são a iluminação, temperatura e a variação espacial que dependem da sensibilidade espectral das aves. Ainda há muito que se pesquisar sobre as respostas das aves à luz ambiente, quando essas lacunas forem preenchidas será possível otimizar a utilização da iluminação artificial nos aviários e o desempenho das aves. Dessa forma a implantação de programas de iluminação é imprescindível na produção avícola moderna, ressaltando os efeitos desse conceito na postura das aves, buscando aumento na produção e saúde do lote.

Palavras-chave: avicultura, fotoperíodo, luz, ovo.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

(José de Alencar)

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO----- | 01 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA----- | 03 |
| 2.1. Percepção da Luz e Estímulo à Maturidade Sexual e Produção de Ovos ----- | 03 |
| 2.2. Programas de Luz ----- | 06 |
| 2.3. Fotoperíodo e Ritmo Circadiano----- | 07 |
| 2.4 Comprimento de Onda ----- | 08 |
| 2.5 Tipos de Lâmpadas ----- | 09 |
| 2.5.1. Lâmpadas incandescentes ----- | 10 |
| 2.5.2. Lâmpadas fluorescentes ----- | 11 |
| 2.5.3. Lâmpadas de vapor de sódio ----- | 11 |
| 2.5.4. Lâmpadas mistas----- | 11 |
| 2.5.5. Lâmpadas de LED ----- | 11 |
| 2.5.6. Lâmpadas de mercúrio ----- | 12 |
| 2.6. Intensidade Luminosa ----- | 12 |
| 2.7 Programa Continuo Versos Intermitente ----- | 13 |
| 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS----- | 15 |
| REFERÊNCIAS ----- | 16 |

1 INTRODUÇÃO

O sucesso da avicultura brasileira está ligado aos altos índices de produtividade que são influenciados pela genética, nutrição, ambiência e manejo, neste contexto o programa de luz constitui-se em ferramenta importante para melhorar o desempenho zootécnico das aves. De acordo com Araújo et al. (2011), a luz é um dos fatores ambientais mais importantes no controle das funções biológicas das aves.

Programas com iluminação artificial tem sido utilizados na criação de frango de corte, poedeiras, e plantéis para reprodução, para aperfeiçoar o ganho de peso, controlar a idade para maturidade sexual e aumentar a produção de ovos (ARAÚJO et al., 2011).

Para poedeiras os programas de iluminação são usados para estimular o aparelho reprodutor, com o objetivo de aumentar a produção de ovos (ETCHES, 1996). Estes programas consistem no uso da iluminação artificial em suplementação à luz natural possibilitando aumentar produção de ovos por poedeira em cada ciclo (COTTA, 2002).

Devido ao melhoramento genético, atualmente a idade para fotoestimular as aves deve ser reavaliada periodicamente para otimização da produção (ERNST et al., 1987). Segundo Tucker & Charles (1993) é possível que poedeiras modernas sejam mais tolerantes a intensidade mais baixas de luz. De acordo com Sauveur (1996), ocorre perda progressiva da sensibilidade a luz em função das aves estarem submetidas a uma seleção muito intensa para obtenção de melhores índices de postura.

O planejamento do sistema de iluminação nos aviários modernos é baseado na visão humana, o que é um equívoco. Considerando que hoje há um maior entendimento sobre iluminação especialmente o fotoperíodo, e que isso pode afetar as aves em reprodução e produção, torna-se importante o conhecimento das habilidades visuais das aves e sua influência nos principais comportamentos (PRESCOTT & WATHES, 2001)

Por fim as técnicas de manejo procuram um melhor desempenho dos animais associado à redução de custos de produção. Entre essas técnicas de produção utilizadas para criação de aves, estão os programas de luz (LIBONI et al., 2013).

A criação intensiva de poedeiras comerciais no Brasil é feita predominantemente em galpões abertos, assim é possível aproveitar os recursos ambientais como fotoperíodo e temperatura, assim o tempo de suplementação de luz artificial diária é curto quando comparado com países que utilizam galpões dark-house (FREITAS et al., 2010).

Para Gewehr (2003), poucos trabalhos enfocam ou relacionam a iluminação artificial e reprodução das aves no Brasil, as recomendações de regimes luminosos para poedeiras são baseadas em estudos internacionais. Na prática, não há consenso sobre a

quantidade necessária de horas de fotoperíodo para estimular a postura das aves. Deste modo, objetivou-se com o presente trabalho levantar informações básicas sobre a importância do emprego da luz na criação de aves destinadas a produção de ovos comerciais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Uma publicação de Dieste & Buil no ano de 1781 relata que mesmo muito antes do nascimento da avicultura industrial, camponesas na Espanha já tinham conhecimento do efeito da iluminação artificial na produção de ovos. Naquela época foi observado que ao fornecer iluminação artificial obtinha-se maior produção de ovos do que quando se usava somente luz natural, independente dos meios de fornecimento de luz (CASTELLÓ LLOBET et al., 1989).

A influência da luz foi demonstrada pela primeira vez em um trabalho realizado por Rowan em 1921 no Canadá, com o fornecimento de luz artificial simulando dias longos. O pesquisador fez com que as aves produzissem ovos no outono, mesmo com temperaturas abaixo de zero. A partir desses resultados iniciou-se uma série de estudos buscando compreender como a influência da luz era percebida pelas aves e como interferia na produção de ovos (ETCHES, 1996).

Brody, também em 1921 foi o primeiro a demonstrar um ciclo completo na produção de ovos de galinha, observando a redução da postura em períodos que forneciam menor quantidade de luz natural (BVERLY, 1944). Considerado um dos precursores em demonstrar a influência da iluminação na reprodução das aves o francês Jacques Benoit iniciou seus estudos por volta de 1930, e uma de suas principais contribuições consiste na constatação de que a via mais importante na recepção de luz, no estímulo luminoso à reprodução, é a via transcraniana. Desta forma ficou comprovado que mesmo as aves que não tinham visão recebiam estímulos luminosos (GEWEHR, 2003).

Segundo Castelló Llobet et al. (1989), três períodos diferentes caracterizam os programas de iluminação para poedeiras: O primeiro ocorreu em 1959, quando já se conhecia a influência da luz sobre a postura e o mecanismo hormonal envolvido no processo. O segundo ocorreu no início da década de 70, onde os benefícios da luz foram acrescentados por pesquisadores britânicos e americanos, e o último período ocorreu no fim da década de 70, quando novos conceitos foram introduzidos no cenário mundial, e o consumo de energia passou a ser considerado devido a crise de petróleo.

2.1. Percepção da Luz e Estímulo à Maturidade Sexual e Produção de Ovos

Um aspecto fundamental no desempenho reprodutivo das aves é o fotoperíodo, cuja intensidade e duração altera a produção de fatores liberadores de gonadotrofinas pelo hipotálamo. De acordo com Rutz & Anciuti (2005), três teorias são aceitas para explicar o efeito da luz sobre a atividade reprodutiva, a primeira delas é por meio do olho, a outra pela glândula pineal e a última é diretamente sobre o hipotálamo. Dessas três teorias, atualmente a mais aceita é a da ação da luz diretamente sobre fotorreceptores hipotalâmicos após atravessar a cavidade craniana.

Segundo Davis e Siopes (1996), as aves percebem a luz através dos receptores da retina e da penetração da luz na pele, estimulando as partes fotossensíveis do cérebro. Etches (1994) explica que nas aves a luz é percebida por meio de fotorreceptores que transformam a energia presente nos fótons em sinais biológicos. A energia dos fótons no olho é transformada através dos pigmentos fotossensíveis contidos nos cones e bastonetes, e então é transmitida pelos neurônios ao hipotálamo, onde o sinal é integrado a uma imagem.

Segundo Cotta (1997), a luz exerce na maior parte das aves uma dupla ação, ela estimula a função sexual e permite estabelecer o ciclo reprodutivo. Entretanto, certas aves apresentam um ciclo de desenvolvimento e de regressão das gônadas. A luz permite o estabelecimento do ritmo circadiano determinando, por exemplo, o momento da postura dos ovos de um plantel de galinhas num aviário.

A duração diária da luminosidade interfere na reprodução, e a franga em crescimento mesmo não estando em reprodução sofre os efeitos do período de iluminação. Criadas sob iluminação natural, tanto a idade de início de produção quanto o peso dos ovos, dependem da época de nascimento da ave (COTTA, 2002).

Assim frangas nascidas no início do inverno, e criadas em dias naturais crescentes, são mais precoces quanto à maturidade sexual, mas tem um baixo peso dos ovos. Por outro lado, as nascidas no começo da primavera, e sobre ação de dias naturalmente decrescentes, tem sua maturidade sexual mais tardia, e o peso dos ovos é mais elevado (COTTA, 1997).

De acordo com Cotta (2002), o peso vivo de frangas criadas com um programa de seis horas por dia, é menor do que frangas criadas num fotoperíodo superior a 12 horas diárias. Cada hora de variação do fotoperíodo, aplicado entre o nascimento e a maturidade, causa um atraso ou avanço de 1,6 dias, sendo o regime decrescente ou crescente. Quanto mais próxima a franga esteja da maturidade sexual mais sensível ela estará a variação do fotoperíodo, uma variação brusca na decima quinta semana é três vezes mais eficaz do que na terceira semana de vida.

O uso da iluminação durante a fase de crescimento controla a maturidade sexual, e é necessário para obter um bom número de ovos com tamanho adequado. Os programas variam de acordo com a estação do ano, peso corporal das aves, tipo de galpão e uniformidade. Contudo, alguns princípios devem ser lembrados como, na fase de recria, após a 10ª semana, aumentar a duração e a intensidade de luz antecipa a maturidade sexual e, ao reduzir ocorre o atraso na maturidade. O peso alto tenderá a antecipar a maturidade sexual e, se baixo atrasará, e por ultimo durante a fase de produção a quantidade de horas de luz nunca deverá ser reduzida (BRANDALIZE, 2005).

Nas aves destinadas a reprodução, a percepção da luz não depende somente dos fotorreceptores contidos nos olhos, estudos demonstraram que fotorreceptores existentes no hipotálamo são os transformadores biológicos da energia dos fótons em sinais neurais, que são captados pelo sistema endócrino que é o responsável por regular a função testicular e ovariana e como consequência as características sexuais reprodutivas e comportamentais (ETCHES, 1994).

Segundo Sauveur (1996), diferente do que acontece com mamíferos, nas aves a via de maior importância para a percepção do sinal luminoso é a via transcraniana. O autor observou que o escurecimento do crânio de pardal com tinta preta bloqueia a resposta sexual, porém a privação do globo ocular não apresenta o mesmo efeito.

Os fotorreceptores hipotalâmicos percebem a luz e transformam o sinal eletromagnético em uma mensagem hormonal, o seu efeito nos neurônios hipotalâmicos faz com que seja secretado o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). Esse por sua vez, age na hipófise produzindo as gonadotrofinas (LH - hormônio luteinizante e FSH - hormônio folículo estimulante). O LH e o FSH ligam-se aos seus receptores na teca e nas células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e de estrógenos pelos folículos menores e a produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores (MACARI et al., 1994). Os LH e FSH atuam sobre os folículos menores da hierarquia do ovário promovendo seu crescimento e maturação (ETCHES, 1994). Dessa forma, a utilização da luz artificial nas criações de aves comerciais serve tanto para retardar quanto para iniciar a atividade das gônadas (BURKE, 1996).

A luz inibe a produção de melatonina, enquanto que a escuridão estimula, por isso aves expostas a luz contínua são severamente deficientes em melatonina (NAKAHARA et al., 1997). Esse hormônio é um potente antioxidante, e tem ação similar a da vitamina E, destruindo radicais livres no organismo, que danificam as células do corpo. Portanto, a melatonina mantém as células saudáveis sendo, particularmente importante na proteção das células do miocárdio (ACUNA-CASTROVIEJO et al., 1997). Para Hevia & Quiles (2003) a melatonina parece não ter muita influência na reprodução das aves, contudo

menos de oito horas de luz pode afetar o bem estar das aves, alterando a produção de outros hormônios, e como consequência, interferir na produção.

A fotorrefratariedade nas aves ocorre com o avanço da idade e tem reflexo na postura, que é reduzida. Esta situação é ocasionada por falha na capacidade de transformação da energia luminosa em impulsos neurais. Em codornas este período se manifesta entre 13 a 15 meses de produção (ETCHES, 1996). Cotta (2002) diz ser difícil afirmar se a fotorrefratariedade se deve a ação direta dos dias longos nas estruturas cerebrais envolvidas no fenômeno, ou a um efeito secundário das gônadas, mas elas retornam à fotossensibilidade se forem expostas a dias curtos.

2.2. Programas de Luz

A modificação artificial do fotoperíodo é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para as aves reprodutoras. O início da postura pode ser adiantado ou atrasado, a taxa de postura pode ser influenciada, a eficiência alimentar, a qualidade da casca e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso (ETCHES, 1994).

Os programas de luz podem ser classificados de acordo com o fotoperíodo, em hemerais ou ahemerais. Os programas hemerais são compostos de períodos de 24 horas, distribuídos em duas fases bem distintas uma da outra, chamadas de fotoperíodo ou fotofase (período com luz), e escotoperíodo ou escotofase (período sem luz) (GEWEHR et al., 2007).

Para instalações abertas em que é aproveitada a luz solar, são utilizados somente programas hemerais (CAMPOS, 2000). Segundo Rowland (1985), programas hemerais podem ser classificados como contínuos e intermitentes. No programa contínuo, a iluminação é feita após a luz natural, para formar um fotoperíodo longo e contínuo. Já no intermitente é feita a combinação alternada de períodos de fotofase e escotofase. De acordo com Freitas (2003), quando as duas fases possuem a mesma quantidade de horas de fotofase e escotofase diz se que o programa é simétrico, e quando as fases não apresentam a mesma duração são chamados programas assimétricos.

Nos programas de luz ahemerais são fornecidos períodos de fotofase e escotofase em combinação, que podem ser maiores ou menores que 24 horas, mas nunca iguais a 24 horas, e podem ser contínuos ou intermitentes (ETCHES, 1996). Embora existam poucos estudos detalhando o foto esquema ahemeral intermitente, sabe-se que esses programas são possíveis somente em ambiente controlado (ETCHES,

1994). De acordo com Ernst et al. (1987), os programas ahemerais são usados para melhorar a qualidade da casca e aumentar o tamanho do ovo sem diminuir a postura.

De acordo com Gewehr e Freitas (2007), existem dois programas intermitentes que possuem denominações específicas, Cornell e o programa biomitente. O programa Cornell foi desenvolvido por Tienhovrn e Ostrander (1976), na universidade de Cornell, estabelecendo o fornecimento de 2 horas de luz, 4 horas de escuro, 8 horas de luz e 10 horas de escuro, o que pode ser descrito como 2L:4E:8L:10E. Neste programa a ave interpreta como 14L:10E, ignorando portanto as 4 horas de escuridão e mantendo uma noite principal de 10 horas. Esse programa foi criado para que o avicultor pudesse exercer suas 8 horas de atividade durante o fotoperíodo natural.

O programa intermitente biomitente consiste no fracionamento de horário nos ciclos alternados de luz/escuro (25%L:75%E/h) (GEWEHR, 2007). Segundo Morris e Butler (1995), citados por Gewehr (2007), esse programa foi desenvolvido visando aumentar o tamanho do ovo e melhorar a qualidade da casca. Programa biomitente de apenas 15 minutos de luz em cada hora, no período estimulatório, pode ser considerado interessante devido à redução na iluminação em 75% e melhora da eficiência alimentar em 5 a 7%. No entanto, segundo Rowland (1985), trabalhos realizados com este programa constataram a redução no tamanho dos ovos em 0,5 a 1%.

Segundo Sesti & Ito (2000), é comum a utilização da iluminação contínua desde o momento do "amanhecer" e o "anoitecer" artificial. Contudo pode-se trabalhar com a interrupção do dia, com o programa de luz intermitente, que oferece combinações alternadas de luz e escuridão, baseando-se na noção de um dia subjetivo. Para Cotta (1997) a expressão "dia subjetivo" é o período em que o animal permanece fisiologicamente ativo, mesmo no escuro, quando um flash de luz é dado em um período da "noite", a ave interpreta como início do dia. O mesmo ocorre após o escurecer natural e o último flash é entendido como o fim do fotoperíodo, esse período entre o primeiro e o último flash é interpretado como dia subjetivo.

Pelo dia subjetivo essas aves ignoram as escotofases inseridas entre as 14 e 16 horas estimulatórias, e permanecem com o aparelho reprodutor ativo mesmo na obscuridade (GEWEHR et al., 2005). Segundo Sauveur (1996), esse fenômeno fisiológico possibilita que o tempo de iluminação artificial seja reduzido, sem que a produção seja afetada, proporcionando economia com energia elétrica.

2.3. Fotoperíodo e Ritmo Circadiano

Dentre os mecanismos que são ativados ou influenciados pela energia luminosa encontra-se o ritmo circadiano que coordena uma programação temporal de eventos (MACARI et al., 2005).

O ritmo circadiano ou biorritmo representa o controle fisiológico das atividades metabólicas das aves por meio da iluminação (FREITAS, 2003). Segundo Macari, (1995), esses mecanismos circadianos necessariamente envolvem a participação de estruturas do sistema nervoso central, responsáveis pelo controle neuroendócrino das atividades periféricas, como por exemplo, crescimento, produção de ovos e produção de sêmen.

De acordo com Cotta (1997), para que o ciclo circadiano seja eficiente é necessário que as aves reconheçam a duração do dia, ou seja, o período de 24 horas, sendo assim capazes de diferenciar um dia "curto" de um dia "longo". O dia mais curto no hemisfério sul (21 de junho), é chamado de solstício de inverno e o mais longo (21 de dezembro) de solstício de verão. Entre esses dois períodos os dias tem luminosidade crescente o que estimula a maturidade sexual, e ao contrário, a partir do solstício de verão, o fotoperíodo diminui, inibindo o ciclo reprodutivo.

Segundo Sesti & Ito (2000), as aves não são estimuladas durante todo fotoperíodo, e sim somente durante dois momentos nesse período. Inicialmente as aves são sensibilizadas no momento em que as luzes são acesas e 11 e 15 horas mais tarde. Este período é chamado de fase fotossensitiva e vai determinar se irão perceber o dia longo e o dia curto. Um dia curto não é estimulatório, enquanto um dia logo irá iniciar e manter um fluxo hormonal que controla a ovulação. Portanto para que o estímulo luminoso seja eficiente as luzes devem estar acesas durante a fase fotossensitiva.

2.4 Comprimento de Onda

A cor da luz é essencialmente uma alteração na intensidade luminosa em certos comprimentos de onda afetando assim o crescimento e o comportamento das aves. A estrutura cerebral das aves é mais semelhante a dos répteis do que a dos mamíferos, portanto existem diferenças na capacidade visual da ave e do humano, particularmente para cores. A sensibilidade da ave para cores tem grande importância por ser a base onde se mede a intensidade luminosa (RUTZ & BERMUDEZ, 2004).

A luz é uma forma definida de energia radiante, sentida pela retina, sob a ação da percepção visual e sensorial/visual, que é detectada na faixa de 360 nm a 780 nm, sendo a emissão na faixa de 100 nm a 460 nm, corresponde à radiação ultravioleta (COSTA, 2006).

Há dois tipos de células fotorreceptoras na retina do olho o bastonetes e cones. Os bastonetes que são mais numerosos, altamente sensíveis e possibilitam enxergar em ambientes com pouca luz, e os cones são responsáveis pela visão durante o dia. A imagem produzida pelos bastonetes é pouco definida, mas com uma alta sensibilidade, no máximo de 507nm (luz azul-verde) (MENDES et al., 2010). Há três tipos de cones, e seus picos de sensibilidade permitem aos humanos perceber as cores primárias violeta/azul (450nm), verde (550nm) e vermelho (700nm), quando todas são estimuladas ao mesmo tempo o cérebro registra a luz como branca. Os olhos das aves tem um tipo adicional de cone na retina com pico de sensibilidade por volta de 415nm (GOVARDOVISK & ZUEVA, 1977; HART et al, 1999). e este cone permite a percepção de radiação abaixo de 400nm (PRESCOTT & WHATES, 1999). Para cada espécie terrestre, a luz apresenta outros valores de faixa, por exemplo, para corujas, gaviões e gatos, esta faixa situa-se entre 290 nm e 380 nm (BONA, 2010).

As curvas de sensibilidade das aves diferem das humanas, nas aves a resposta é relativamente mais ampla e os raios ultravioleta podem ser percebidos (PRESCOTT & WATHES, 1999). As lâmpadas produzem pouca, ou nenhuma radiação UVA, que é biologicamente relevante para as aves, sua inclusão na iluminação artificial pode ajudar a controlar canibalismo em perus (LEWIS et al., 2004), e mediar o comportamento de acasalar em matrizes (JONES et al., 1999).

A luz visível é uma pequena coleção de comprimentos de onda, originados de uma série maior de comprimentos de onda, e é chamada de espectro eletromagnético. O olho humano encontra-se sensível ao comprimento de onda em uma pequena região entre 400 e 700nm. Se todos os comprimentos de onda estão complexados numa combinação especial, a luz a ser produzida será branca igual a luz natural do dia. Mas se o arranjo desses comprimentos é um pouco diferente, a luz produzida parecerá colorida. Como exemplo, pode se citar as luzes incandescentes que apresentam um aspecto de luz vermelho, e as fluorescentes brancas um aspecto azulado. Isso se deve ao fato de que luzes incandescentes produzem comprimentos de onde mais longos (vermelho), e as fluorescentes produzem comprimentos mais curtos (verde e azul) (RUTS & BERMUDEZ, 2004).

2.5 Tipos de Lâmpadas

Edison em 1879 foi quem inventou a primeira lâmpada, antes da introdução do filamento a tungstênio, esta revolucionou o sistema de iluminação da época, mas com

baixa eficiência. A luz produzida pelas diversas tecnologias de iluminação, fluorescente, vapor de sódio, mista, e LED, trouxe a esses sistemas ganhos em termos de vida útil, manutenção e eficiência luminosa. As primeiras lâmpadas incandescentes apresentavam uma eficiência de 1.4 lm/W, em 1879, nos dias de hoje apresenta 15 lm/W de eficiência (MOREIRA, 1999). Comparando as atuais tecnologias disponíveis no mercado, as lâmpadas à vapor de sódio de alta pressão apresentam uma eficiência que pode ultrapassar 130 lm/W, quase 100 vezes mais eficientes que a primeira lâmpada incandescente. As lâmpadas de mercúrio apresentam uma eficiência luminosa cinco vezes maior que a incandescente (BONA, 2010).

Outras lâmpadas foram desenvolvidas após o advento da lâmpada de Edison, sempre buscando maior tempo de utilização e eficiência (lm/W). A mais comum e ainda a mais utilizada é a lâmpada incandescente, cerca de 220 milhões unidades ano no Brasil. O sistema luminotécnico cresceu com a criação de novas lâmpadas em substituição a incandescente original, tais como, a mista, que tem a característica de instalação idêntica à incandescente. A de vapor de mercúrio, considerada uma evolução da mista, a fluorescente, que revolucionou por longo período os métodos de iluminação.e, finalmente, as de vapor de sódio, que necessitam equipamentos auxiliares para partida (BONA, 2010).

Segundo Mendes et al. (2010), no Brasil a iluminação mais comum nos aviários é feita com lâmpadas incandescentes e fluorescentes, entretanto há uma nova lâmpada testada e de utilidade econômica no setor avícola, as lâmpadas de vapor de sódio.

Não há contraindicação quanto ao tipo de lâmpada utilizada, mas sabe-se que o consumo de energia delas é diferente o que afeta o custo econômico (GEWEHR & FREITAS, 2007). De acordo com Etches (1996), a intensidade da luz durante o fotoperíodo e escotoperíodo ajusta o ritmo circadiano que controla o tempo de ovoposição.

2.5.1. Lâmpadas incandescentes

As lâmpadas incandescentes são formadas por um bulbo de vidro transparente ou leitoso, a maior parte da emissão não é visível, produz calor superior a outras lâmpadas, com 85% de perdas em forma de energia térmica (BONA, 2010). De acordo com Mendes et al. (2008) a instalação das lâmpadas incandescentes é barata e estas fornecem uma fonte de iluminação uniforme, porém, os custos operacionais são altos e esta lâmpada gera muito calor. Segundo Araújo et al. (2011), esse tipo de iluminação necessita de refletores como prato de plástico ou metal louçado do tipo plano para não direcionar o

foco da luz, aumentando a eficiência, potencializando assim o seu uso. Rutz & Bermudez (2004) afirmam que as lâmpadas incandescentes tem um espectro de luz vermelha isso ocorre em razão de produzirem um comprimento de onda mais longo

2.5.2. Lâmpadas fluorescentes

A utilização desse tipo de lâmpada resulta em 70% na redução do consumo de energia, apresentando maior durabilidade da lâmpada sendo 8 a 10 vezes maior que a incandescente, no entanto implica um maior custo de instalação (ARAUJO et al., 2011).

As lâmpadas fluorescentes possuem inúmeras vantagens como, aparente percepção mais brilhante e clara, o que torna mais fácil a inspeção e manejo do lote em comparação com lâmpadas incandescentes de mesma intensidade (SHERWIN, 1998). Segundo Leighton et al. (1989) e Denbow et al. (1990), a vida útil é 20 vezes mais longa e quatro vezes mais eficiente energeticamente que as lâmpadas incandescentes.

2.5.3. Lâmpadas de vapor de sódio

Com uma alta eficiência e vida útil, essa lâmpada atingiu um grau extremo de eficiência energética e pode chegar até 24000 horas em funcionamento normal, e pode ser encontrada de diversas formas. A imitação da luz do dia, provocada pelo excesso de sódio, facilita seu uso em diversas condições, e apresenta cor agradável. Essa lâmpada foi opção por muitos programas de governo, doadas as prefeituras em grandes quantidades, para permitir a economia de energia e otimização nos sistemas de iluminação pública, de modo a provocar uma diminuição da manutenção e melhor aspecto luminotécnico as cidades (BONA, 2010).

2.5.4. Lâmpadas mistas

Esse tipo de lâmpada possui características intermediárias entre as lâmpadas de mercúrio e as fluorescentes. Apresentam grande durabilidade como as de mercúrio e as fluorescentes, mas consomem maior quantidade de energia que as citadas anteriormente. Essas lâmpadas tem vantagem de ter uma melhor distribuição de luz em comparação com a de mercúrio, porém a exemplo destas, demoram a reacender após quedas de energia ou flutuação na tensão elétrica (ARAUJO et al., 2011).

2.5.5. Lâmpadas de LED

Essas lâmpadas consomem 80% menos energia que as incandescentes e são duas vezes mais eficientes que as fluorescentes, no quesito durabilidade, porém sua potência e emissão de luz são bastante reduzidas, equivalentes às lâmpadas de 40 watts. Dessa forma, seriam necessárias várias lâmpadas para substituir a iluminação convencional (ARAÚJO et al., 2011). Dependendo da sua aplicação, a tecnologia de LED pode ser viável, principalmente em termos de vida útil, resistência a choques, vibrações mecânicas e pelo fato de não possuir gás ou filamentos em seu interior (CERVI et al., 2005).

2.5.6. Lâmpadas de mercúrio

Esse tipo de lâmpada para melhorar a sua distribuição de luz deve ser instalada a mais de três metros de altura, porém mesmo respeitando esse detalhe, a distribuição da luz geralmente não é uniforme, sendo necessária a complementação com luz incandescente para que não ocorram zonas escuras. Outra opção como alternativa seria a instalação de 3 linhas de lâmpadas, o que aumentaria o custo de instalação. Porém essa lâmpada apresenta maior estabilidade luminosa em função da temperatura ambiente em comparação com as fluorescentes, mas assim como as lâmpadas mistas, necessitam de um maior tempo para reacender após quedas de energia (ARAÚJO et al., 2011).

2.6. Intensidade Luminosa

A intensidade da luz baseia-se no seu brilho ao nível dos olhos das aves, suas medidas se resumem em fóton, lúmen e lux. Lux é a unidade de iluminação de um lúmen por metro quadrado (SI – Sistema Internacional). Um lúmen é a unidade de fluxo luminoso, medido em uma área de um esferodiano por um emissor de uma candela colocada no centro. Uma candela (SI) é igual a 1/60 da intensidade luminosa de um centímetro quadrado da superfície de um radiador perfeito, na temperatura de 2043K. Um lux corresponde à incidência perpendicular de 1 lúmen em uma superfície de um metro quadrado (ARAÚJO et al., 2011).

A intensidade luminosa percebida é uma função do comprimento de onda de uma fonte de luz, e da sensibilidade individual do animal para aquele comprimento de onda (RUTZ et al., 2004). Para Cotta (1997) o conceito de intensidade da luz não deve ser

confundido com o de duração do período de luminosidade. Uma forte intensidade de luz não é capaz de compensar o efeito de um pequeno período de luz, ainda que o limite de sensibilidade das aves seja extremamente baixo. No pardal, os receptores intra cranianos são sensíveis a níveis de claridade comparáveis aos da lua cheia, o que também ocorre em galinhas.

O comportamento das aves é fortemente afetado pela luz, fator que tem sido utilizado comercialmente, entretanto, conforme relatado anteriormente, a luz produz outros efeitos que atuam indiretamente sobre a produção (RUTZ & BERMUDEZ, 2004).

A potência da iluminação é expressa em watt por metro quadrado, mas essa relação tem muito pouco a ver com a intensidade de luz recebida pela ave. A iluminação que a ave recebe pode variar de acordo com o tipo de lâmpada utilizada, isto se deve ao fato de um watt nem sempre fornecer a mesma quantidade de luz, e também se deve a distância entre a fonte de luz e a ave (COTTA, 2002).

Segundo Nuboer et al. (1992), a unidade lux mensura a percepção da intensidade de luz pelos olhos humanos. Lewis & Morris (2006), apontaram que a habilidade das aves em visualizar cores é similar a dos humanos, exceto pelo fato das aves não conseguirem ver com precisão a luz de onda curta. Para Cotta (2002), a precisão da intensidade de luz a ser administrada não é conhecida, no entanto ela deve ser pelo menos igual a da luz natural, de forma que as aves não considerem a luz artificial tão discreta a ponto de indicar a elas que é a hora do repouso. A intensidade da luz aumenta concomitante a produção de ovos na galinha em fase e postura quando se passa de 0,1 para 7 lux, sendo recomendada a intensidade de 7 a 10 lux de claridade ao nível do comedouro mais distante da lâmpada.

2.7 Programa Contínuo Versos Intermitente

Segundo Lewis & Perry (1990), de acordo com o programa de iluminação intermitente usado, o consumo de ração pode variar. Porém Morris & Butler (1995) comparando diferentes programas de iluminação intermitente, observaram que o consumo de ração pelas aves não varia. O consumo de alimento nas aves de postura é feito para saciar suas necessidades energéticas (LESSON & SUMMERS, 1997). Por isso o menor consumo nos programas intermitentes pode estar relacionado com uma menor atividade física das aves, refletindo em menor necessidade energética (MARCH et al., 1990).

Segundo Hy Line (2007), as aves submetidas a programas intermitentes tem uma redução de 1,5 a 1,0 % no peso dos ovos. Os programas de iluminação intermitente

causam redução no consumo de ração e isso pode causar uma redução no peso do ovo (CASTELLÓ LLOBET et al., 1989). Segundo Gewehr et al. (2005), o papo das aves daria suporte para manutenção durante determinado período de escuro devido a sua capacidade de armazenar certa quantidade de ração.

De acordo com Lewis et al. (1992), a iluminação intermitente não tem efeito sobre o peso dos ovos. Morris (1988), afirma que a diminuição do ciclo luminoso aumenta o peso dos ovos. Sauveur & Mongin (1983) afirmam que a iluminação intermitente melhora a qualidade da casca e aumenta o peso do ovo.

Vários fatores influenciam o peso dos ovos, como a qualidade da ração a idade e peso da galinha, a genética assim como o programa de luz utilizado (ETCHES, 1996). Quando comparados os pesos dos ovos de aves que se encontravam sobre fotoperíodo contínuo com o de ovos de aves que estavam sob programa de luz intermitente, não houve diferença entre os pesos dos ovos (CHARLES & TUCKER, 1993; KOELKEBECK, 1986).

Segundo Castelló Llobet et al. (1989), um método eficaz para se avaliar o desempenho de um lote é pela massa de ovos. Freitas et al. (2005) observaram que os ovos obtidos nos programas intermitente e contínuo tiveram mesma massa, concluindo que o programa intermitente não resulta em maior massa de ovos. Rowland (1985), afirma que a massa dos ovos varia de acordo com o modelo de iluminação, porém não observou a redução da massa de ovos produzidos em programas intermitentes. Gewehr et al. (2012) citam que há uma melhor massa de ovos no programa contínuo em relação ao intermitente.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Com base na revisão de literatura, fica comprovada a influência que a luz exerce sobre o desempenho das poedeiras. O fotoperíodo e a intensidade de luz, além de produzirem efeitos na produção de ovos, favorecem e controlam o ganho de peso na recria, podem adiantar ou atrasar a maturidade sexual. Sendo assim, a implantação de programas de iluminação é imprescindível na produção avícola moderna.

No entanto estes regimes luminosos foram amplamente estudados em aves criadas em galpões fechados, e considerando as condições climáticas do Brasil, onde o clima favorece o uso de galpões abertos, e as poucas informações referentes, são necessários mais estudos para aprimorar o uso da luz na avicultura brasileira.

REFERÊNCIAS

ACUNA-CASTROIEJO, D.; CRESPO, E.; MARTIN, M.; et al. Melatonin as cell neuroprotector: experimental and clinical studies. **Jornal physiology biochemical**. v53, n 1, p 54, 1997.

ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C.; GODOY, M.J.S. Programa de luz na avicultura de postura. **Revista CFMV- Brasília/DF**, Ano XVII, nº 52, 2011.

BONA, J. **Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para eficientização energética de sistemas de iluminação de aviários**. 2010. 88f. Dissertação (Mestrado em geração e transferência de energia) – Instituto de engenharia do Paraná, Curitiba.

BRANDALIZE, V.H. Programas de alimentação de matrizes pesadas. In: MENDES, A.A.; MACARI, M. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, p. 217-225, 2005.

BVERLY, T.C. Light and egg production. **Poultry Science**, v.36, n.3, p. 465-468, 1944.

BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **DUKES: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabra-Koogan, 1996.p. 731-743.

CAMPOS, E.J. **Avicultura (razões, fatos e divergências)**. Belo Horizonte. Editora FEP-MVZ, 2000. 311 p.

CASTELLÓ LLOBET, J.A.C.; GONZALES, F.F.; PONTES, M.P. **Producción de Huevos**. Barcelona: Technograf. 1989. 367 p.

CERVI, M., PAPPIS, D., MARCHESAN, T.B., CAMPOS, A., PRADO, R.N. Semiconductor lighting system controlled through a lin network to automotive application. **Industry Applications Conference IAS**, 2005.

COSTA, G.J.C. **Iluminação econômica: calculo e avaliação**. 4a Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. 502p.

COTTA, J. de B. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

COTTA, J.T. de B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, Viçosa, Brasil. 2002. 191 p.

CHARLES, D.R.; TUCKER, S.A. Response of modern hybrid laying strocks to change in photoperiod. **British Poultry Science**, v. 34, p. 241-254, 1993.

DENBOW, D.M.; LEIGHTON, A.T.; HULET, R.M. Effect of light sources and light intensity on growth, performance, and behaviour of female turkeys. **British Poultry Science**, v.31, p.439-443, 1990.

DAVIS, J., SIOPEs, T. Let there be light and dark. **Broiler Industry** June, p.10, 1996.

- ERNST, R.A.; MILLAM, J.R.; MATTHEW, F.B. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.44-55, 1987.
- ETCHES, R.J. Estímulo luminoso na reprodução In: AUTORES. ETCHES, R. J. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: FACTA, 1994. p. 59-75.
- ETCHES, R.J. **Reproducción aviar**. Zaragoza: Acríbia, 1996. 339 p.
- FREITAS, H..J. Efeito de diferentes programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas criadas em galpões abertos. *Revista biotemas*, v. 23, n, 2, p. 157-162, 2010.
- FREITAS, H.J. **Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semi – pesadas**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2003.
- FREITAS, H.J. de; COTTA, J.T. de B.; OLIVEIRA, A.I. de; GEWEHR, C.E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 424-428, 2005.
- FUSSEL, L.W.; DIPLOMATE, M.A.M.; ROSSI, A. **Iluminação e programas Cobb 500 o desempenho das aves**. *Technical Focus*, v.1, 2003.
- GEWEHR, C.E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2003.
- GEWEHR, C.E.; COTTA, J.T. de B.; OLIVEIRA, A.I. de; FREITAS, H.J. de. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 857-865, 2005.
- GEWEHR, C.E.; FREITAS, H.J. de. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, n. 1, p. 54-62, 2007.
- GEWEHR, C.E.; OLIVEIRA, V. Programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas. **Revista biotemas**, v 25, n 1, p 151, 2012.
- GORDON, S.H. Effects of daylength and increasing day length programs on broiler welfare and performance. **World's Poultry Science Journal**, v.50, p.269-282, 1994.
- GOVARDOVSKII, V.I.; ZUEVA, L.V. Visual pigments of chicken and pigeon. **Vision research**. v.17, p.537-543, 1977.
- HART, N.S.; PARTRIDGE, J.C.; CUTHILL, I.C. 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, 1999.
- HEVIA, M.L.; QUILES, A. **influência de la luz sobre el comportamiento de las aves**. 2003.
- HY LINE. 2007. **Guia de manejo 2007 – 2008: Variedade Hy Line Brown**. Abril, São Paulo, Brasil, 24pp.
- JONES, E.K.M.; PRESCOTT, N.B.; WATHES, C.M. et al. Social signalling in the domestic fowl: The role of UVA light in mating and mate choice. **British Poultry Science**. v.40, p.12-14, 1999.

- KOELKEBECK, K.W. Hemeral light-dark and intermitente photoperiod effects on laying hens. **Poultry Science**, v. 65, n. 11, p. 2002-2007, 1986.
- LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph, Ontário: Unversity Books, p. 340-355, 1997.
- LEIGHTON, A.T.; HULET, R.M.; DENBOW, D.M. Effect of light sources and light intensity on growth performance and behaviour of male turkeys. **British Poultry Science**. v.30, p.563–574, 1989.
- LEWIS, P.D.; MORRIS, T. **Poultry lighting – the theory and practice**. Northcot: United Kingdom. 380p, 2006.
- LEWIS, P.D.; BACKHOUSE, D.; GOUS, R.M. Photoperiod and oviposition time in broiler breeders. **British Poultry Science**. v.45, p.561-564, 2004.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Response of laying hens to assimetrical interrupted lighting regimens: reproductive performance, body weight and carcass composition. **British Poultry Science**, Madson, v. 31, p. 33-43, 1990.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C.; MORRIS, T.R.; MIDGLEY, M.M. Intermittent lighting regimes and mortality rates in laying hens. **World's Poultry Science Journal**, Madison, v. 48, p. 113-120, 1992.
- LIBONI, B.S.; YOSHIDA, S.H; PACHECO, A.M.; MONTANHA, F.P.; SOUZA, L.F.A.; ASTOLPHI, J.L.; ASTOLPHI, M.Z. Diferentes programas de luz na criação de frangos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Nº 20, 2013.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 296p,1994.
- MACARI, M. Endocrinologia de matrizes pesadas. In: MENDES, A.A.; MACARI, M. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, p. 57-64, 2005.
- MACIEL, M. P. **Características reprodutivas de galos leves e semi-pesados submetidos a diferentes fotoperíodos**. Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade federal de Lavras. Lavras, 2006.
- MARCH, T.I. et al. Sleep and activity behavior of layers subjected to interrupted lighting schedule. **British Poultry Science Journal**, v.33, p.895-896, 1990.
- MENDES, A.S.; REFATTI, R.; POSSENTI, J.C. A iluminação na avicultura. In: **Avicultura Industrial**, Campinas: EDITORA, p.34 - 40, 2008.
- MENDES, A.S.; REFATTI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S.J. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 16, n. 1-4, p.05-13, 2010.
- MOREIRA, V.A. **Iluminacao eletrica**. Sao Paulo: Editora Edgard Blucher, 186p, 1999.
- MORRIS, T.R.; BUTLER, E.A. New intermittent light program (the reading system) for laying pullets. **BritishPoultry Science**, v.36, p 531-535, 1995.
- MORRIS, T.R. Use of intermitent light to save feed and to improve egg shell quality in laying flocks. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 17, 1988, Nagoya. **Proceedings...** Nagoya: Jp. Poultry Association, 1988. p. 161-164.

- NAKAHARA, K. et al. Involvement of protein kinase A in the subjective nocturnal rise of melatonin release by chick pineal cells in constant darkness. **Journal Pineal Research**, v.23, p.221-229, 1997.
- NUBOER, J.F.W.; COEMANS, M.A.J.M.; VOS, J.J. Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? **British Poultry Science**. v.33, p.123–140, 1992.
- PRESCOTT, N.B.; WATHES, C.M. Light, poultry and vision. In: 6th International Symposium in Livestock Environment, Louisville, **Proceedings...** 2001.
- PRESCOTT, N.B.; WATHES, C.M. Reflective properties of domestic fowl (*Gallus g. domesticus*), the fabric of their housing and the characteristics of the light environment in environmentally controlled poultry houses. **British Poultry Science**. V.40, p.185–193, 1999.
- PRESCOTT, N.B.; WATHES, C.M. Spectral sensitivity of the domestic fowl. **British Poultry Science**. v.40, p.332-339, 1999.
- ROWLAND, K.W. Intermittent lighting for laying fowls: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.41, Issue 01, p.5-19, 1985.
- RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A.A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, p.157-177, 2004.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A. Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. In: MENDES, A.A.; MACARI, M. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, p.75-109, 2005.
- SAUVEUR, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs** . Paris: INRA, 1988. 450 p.
- SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **INRA Productions Animales**, v. 9, n.1, p.25-34, 1996.
- SAUVEUR, B.; MONGIN, P. Performance of layers reared and/or kept under different 6-hour light-dark cycles. **British Poultry Science Journal** v. 24, p. 405-416, 1983.
- SHERWIN, C.M. The effects of environmental enrichment, fluorescent and intermittent lighting on injurious pecking amongst turkey poults. In: 32nd Inter. Con. Int. Soc. Appl. Ethol., 1998, Clermont-Ferrand, **Proceedings...** France, 1998, v.1, p.234.
- SESTI, L.A.; ITO, N.M.K. Enfermidades do sistema reprodutor. In: BERCHIERI JUNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA, 2000. P. 81-128.
- THIMONIER, J. Photopériode et reproduction. **INRA Productions Animales**, v.9, n 1, p. 3-8, 1996.
- TIENHOVEN, A.V.; OSTRANDER, C.E. Short total photoperiods and egg production of white leghorns. **World's Poultry Science Journal**, v. 55, p.1361-1364, 1976.