

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

ILUMINAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO

ANDRÉA DE BRITTO MOLINO

BOTUCATU - SP
Maio - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

ILUMINAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO

ANDRÉA DE BRITTO MOLINO
Zootecnista

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área de Concentração Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia

BOTUCATU - SP
Maio - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M723i Molino, Andréa de Britto, 1982-
Iluminação para codornas japonesas na fase de produção /
Andréa de Britto Molino. - Botucatu : [s.n.], 2013
vii, 76 f. : il., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2013
Orientador: Edivaldo Antônio Garcia
Inclui bibliografia

1. Codorna japonesa. 2. Codorna japonesa - Instalações.
3. Aviários - Iluminação. 4. Ave doméstica - Instalações.
5. Ovos - Produção. I. Garcia, Edivaldo Antônio. II.
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia. III. Título.

**“A tarefa não é ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém
ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”**
(Arthur Schopenhauer)

**"Conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o que você faz com aquilo
que sabe."**
(Aldous Huxley)

Ofereço

À Deus, que me oferece todas as ferramentas para que eu possa realizar meus sonhos e me conforta nos momentos difíceis.

Dedico

*Aos meus pais, **CLÁUDIO MOLINO** e **CARMEN LÚCIA DE BRITTO MOLINO**. Pessoas iluminadas e maravilhosas com as quais sempre pude contar. Criaturas dignas de todo meu amor e admiração. Vocês me ensinaram a ser verdadeira, forte, humilde e acima de tudo a lutar pelos meus ideais e sempre apostaram em mim. Não conheço ninguém que não goste vocês e não os queira ter por perto. E Deus me deu o maior presente que são vocês. Obrigada por entenderem minhas inúmeras ausências em eventos importantes em família e obrigada pela alegria ao me receberem quando vou visitá-los. Agradeço por me darem apoio para seguir meus sonhos, mesmo que isso signifique ficarmos distantes. E mais do que isso, obrigada por fazerem parte desses meus sonhos e por se orgulharem de mim. Se não fossem vocês em minha vida, certamente as coisas não teriam o mesmo sentido. Espero poder retribuir em dobro tudo o que fizeram e ainda fazem por mim. Obrigada, de coração. Amo vocês.*

*Ao meu irmão, **LUCIANO DE BRITTO MOLINO**, que apesar de estar distante, não é necessário que troquemos sequer uma palavra. Nos amamos de verdade e é isso que importa. Sei que posso contar com você o resto de nossas vidas e sou muito grata por isso. Obrigada pelos momentos deliciosos que passamos juntos e por ser parte de mim. Te amo muito.*

Agradecimentos

*Ao meu querido orientador e amigo **PROF. DR. EDIVALDO ANTÔNIO GARCIA**. Gostaria de agradecer os ensinamentos, as oportunidades, as lições, o conhecimento transmitido, a paciência e a confiança em mim depositada. Agradeço também o carinho, a amizade, as risadas e a força nos momentos difíceis. Já lhe disse isso no Mestrado e volto a dizer, você é uma pessoa maravilhosa e muito especial, que por trás dessa “cara de mau”, tem um coração gigante. Trabalhar e conviver com você todos esses anos foi uma honra. Espero poder um dia sentar ao seu lado em uma banca de defesa, pois certamente nesse dia terei mais um dos meus sonhos realizados. Me inspiro muito em você e te admiro profundamente, como orientador e como pessoa. Não sei quais surpresas a vida tem para mim, mas pode ter certeza que as lições que aprendi com você, relacionadas ao Doutorado ou não, irão comigo para qualquer lugar que eu for. Espero ter atendido suas expectativas como orientada e farei o que for possível para que nossos laços jamais sejam desfeitos. Obrigada por me permitir fazer parte de sua equipe e de sua família por mais três anos. Amo vocês de paixão e os levarei dentro do meu coração para sempre.*

*Ao Programa de **Pós Graduação** em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste curso.*

*À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pela bolsa e auxílio financeiro concedidos.*

*Ao Departamento de **Produção Animal** da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP/Botucatu pelo acolhimento.*

*Aos professores e funcionários dos **Departamentos de Produção Animal e Melhoramento e Nutrição Animal**, pela ajuda oferecida.*

*Aos funcionários **Paulo Inácio Primo e Gilson Campos**, pela ajuda, dedicação e principalmente pela amizade, vocês são pessoas especiais que amo.*

*Aos Funcionários da Supervisão de Fazendas de Ensino e Pesquisa e Produção da FMVZ/UNESP/Botucatu e da Fábrica de Rações: **Celso Paulo Martin** (in memoriam), **Rodrigo Martin**, **Luiz Carlos Fioravante Danilo Juarez Teodoro Dias**, **Moisés dos Santos**, **Paulo Sérgio dos Santos**, **Pedro Leite Izidoro**, **Paulo Sérgio Luiz**, pelos serviços prestados.*

*Aos Professores Doutores **Raphael Lucio Andreatti Filho e Ricardo de Albuquerque**, pelas sugestões e correções efetuadas na qualificação, por toda a colaboração ao longo do meu curso de Pós Graduação e principalmente pelo carinho, amizade e momentos agradáveis que passamos. Vocês são muito queridos e especiais.*

Aos membros da nossa equipe: **Javer Alves Vieira Filho, Tiago Antônio dos Santos, Graciene Conceição dos Santos, Elise Saori Floriano Murakami e Kléber Pelícia**, pela ajuda e amizade. Os momentos com vocês são sempre agradáveis e regados a MUITAS risadas.

À minha japinha **Andressa Takahara Montenegro**, não apenas pela colaboração, mas pelo carinho, amizade e cumplicidade. Te amo, querida!!

À minha querida e amada família **Molino Tanganelli e Tobias**, composta por minha avó **Wilma Alberti Molino**, meus padrinhos **Liliana Molino Tanganelli e Everardo Tanganelli Júnior** e meus primos **Fernanda Molino Tanganelli, Roberto Molino Tanganelli, Juliana Tanganelli Tobias, Leandro Tobias e Vitória Tanganelli Tobias**. É difícil encontrar palavras para expressar meu imenso amor e gratidão a vocês. Nossos laços são fortes e eternos. É um presente tê-los em minha vida. Dizem que nós não escolhemos a família, mas podem ter certeza que se me dessem a opção de escolha, vocês seriam os primeiros da lista. Obrigada de coração por todo o apoio, carinho, amor, paciência, compreensão, por se orgulharem de mim e pelos momentos maravilhosos. Obrigada por fazerem parte da minha vida. Amo vocês.

À minha avó, **Carmen Maia de Britto** pelo incentivo, preocupação eterna e por acreditar em minha capacidade.

Às minhas amigas maravilhosas **Mariana Giovanetti, Renata Larsson e Paula Coelho Nunes de Souza**. Não importa quanto tempo passe e quantos quilômetros nos distanciem, vocês serão sempre as melhores!! Obrigada por absolutamente tudo. Vocês fazem parte da minha história há quase vinte anos e certamente aprendi muito com vocês. Amo demais.

À **Mônica Casali**, pessoa maravilhosa que sempre esteve ao meu lado. Obrigada pelo apoio e pela amizade.

Ao querido amigo **Paulo Garcia**, pela ajuda, carinho, amizade e alegria. Você é uma pessoa sensacional e adoro sua companhia.

Aos meus queridos **Gustavo Grecca Garcia, Thais Grecca Garcia, Lígia Maria Kfoury e Marise Grecca Garcia**, pelo carinho, atenção e paciência. Apesar de estarmos mais distantes nos últimos anos, sei que os sentimentos permanecem intactos. Amo vocês de coração!!

Aos amigos baririenses, **José Fausto Tanganelli** (meu primo querido), **Paulinho Paes, Marcinho Prearo, Leonardo Ciconelli e Iara Escola**; e ao amigos “formosenses” **Kécio Lopes Rocha, Mateus Pereira, Rafael Marques, Bruno Reis Silvestre, Manoela Nogueira**, pela amizade e apoio em todos os momentos, mesmo que à distância. Amo demais cada um de vocês.

*Aos meus adoráveis cães **Otávio Augusto** e **Paçoca** e minha calopsita **Lola** (in memoriam) pelo companheirismo e amor incondicional. Esses pequenos seres são membros da família. Obrigada por fazerem meus dias mais felizes. Amo vocês.*

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito Obrigada.

INDICE

CAPÍTULO 1	01
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	02
REVISÃO DA LITERATURA	04
RITMOS CIRCADIANOS	05
PERCEPÇÃO E AÇÃO DA LUZ NAS AVES	06
COMPRIMENTO DO FOTOPERÍODO.....	07
INTENSIDADE LUMINOSA	09
TIPO DE LÂMPADA.....	11
PROGRAMAS DE LUZ.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO 2	20
FOTOPERÍODO PARA CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO ..	21
RESUMO	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 3	32
INTENSIDADE LUMINOSA NA PRODUÇÃO DE OVOS DE CODORNAS	
JAPONESAS	33
RESUMO	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CAPÍTULO 4	44
TIPO DE LÂMPADA NA ILUMINAÇÃO DE GALPÕES DE CODORNAS	
JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO	45
RESUMO	45
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS	49

RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
CAPÍTULO 5	59
PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS CRIADAS EM GALPÕES ABERTOS.	60
RESUMO	60
INTRODUÇÃO.....	61
MATERIAL E MÉTODOS	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CAPÍTULO 6	75
IMPLICAÇÕES.	76

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Durante muitos anos, a coturnicultura foi considerada uma atividade alternativa para pequenos produtores. Entretanto, em função do alto potencial produtivo das aves aliado à possibilidade de diversificação de produtos no mercado, a exploração comercial de codornas cresceu muito nas últimas décadas e ainda se encontra em expansão.

Algumas características das codornas como pequeno porte, pouca exigência de espaço, baixo consumo de ração, precocidade de maturidade sexual e grande produtividade são fatores atraentes tanto para produtores como para pesquisadores. Porém, a maioria dos estudos está voltada para áreas como nutrição e sanidade, entretanto sabe-se que a adoção de técnicas de manejo adequadas e o ambiente das aves são de extrema importância, pois também interferem diretamente na produtividade.

A luz representa um dos fatores mais importantes do meio ambiente, pois é ela que regula a maioria dos fenômenos naturais através das estações do ano que se diferenciam pelo período de luminosidade. Sabe-se que o desempenho produtivo dos animais domésticos depende fundamentalmente da interação genótipo e ambiente, sendo que para as aves, a luz é de extrema relevância, pois afeta diretamente a produção hormonal e, conseqüentemente, a produção de ovos, tanto de aves silvestres como de aves domésticas.

O uso da iluminação artificial na avicultura comercial é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para o produtor avícola, pois o início da postura pode ser antecipado ou retardado; a taxa de postura pode ser influenciada e seu intervalo alterado; a qualidade da casca pode ser melhorada; o tamanho do ovo pode ser otimizado e a eficiência alimentar pode ser maximizada pelo fornecimento apropriado de um regime luminoso (ETCHES, 1996).

No Brasil, o fotoperíodo (período do dia com luminosidade) pode variar de 10 a 14 horas por dia, dependendo da região e estação do ano. Para galinhas tem-se utilizado fotoperíodos longos, com aproximadamente 16-17 horas por dia, a fim de maximizar a produção de ovos. Devido ao clima tropical brasileiro, a maioria dos galpões são abertos e para conseguir atingir a quantidade de luz preconizada pelos manuais de linhagem, os produtores precisam utilizar luz artificial para complementar o fotoperíodo natural, sendo que pode haver necessidade de manter as lâmpadas do galpão acesas por até 7 horas por dia.

Devido à escassez de estudos relacionados à iluminação na criação de codornas japonesas, tem-se utilizado as mesmas técnicas adotadas na criação de galinhas.

A modernização tecnológica ocorrida na avicultura industrial nas últimas décadas não levou em consideração a limitação quanto ao uso de energia elétrica. O racionamento realizado em 2001 levou à adoção de medidas de emergência que foram aplicadas para diminuir o consumo e aumentar a geração e distribuição e por isso, diversos setores produtivos tiveram que se ajustar a essas medidas.

Para integrar a avicultura a essa nova realidade de economia de energia e desenvolver técnicas específicas para a criação de codornas visando a redução de custos e manutenção (ou até melhoria) dos índices de produtividade, há necessidade de novas pesquisas relacionadas à iluminação dos galpões de codornas japonesas.

REVISÃO DA LITERATURA

Um dos trabalhos pioneiros do estudo da influência da luz sobre as aves foi realizado por Waldorf (1920). Ao proporcionar 16,5 horas de luz para imitar os dias longos da primavera, o autor fez com que as aves colocassem ovos no inverno, mesmo em temperaturas abaixo de zero. Esses resultados foram o ponto inicial para uma série de estudos visando compreender como os sinais fotoperiódicos são percebidos pelas aves e como eles influenciam a postura.

Segundo Castelló Llobet et al. (1989) os programas de iluminação para poedeiras são caracterizados por três períodos distintos. O primeiro ocorreu até 1959, quando já se sabia da influência da luz sobre a produção de ovos e o mecanismo hormonal envolvido no processo da postura. O avicultor pouco se preocupava com o regime de luz na fase inicial e na recria. Somente utilizava-se a luz artificial na fase de postura e o sistema de iluminação dos aviários era empírico.

O segundo período estendeu-se até início da década de 70. Pesquisadores britânicos e americanos elucidaram o mecanismo estimulatório hipófise-gonadal através da adição de luz artificial e, também, a influência da luz sobre a maturidade sexual das aves. Nesta fase, o consumo de energia elétrica na produção de ovos era desprezado.

O terceiro período iniciou-se nos anos 70, quando, devido à crise do petróleo, novos conceitos com relação à utilização indiscriminada dos recursos naturais foram introduzidos no cenário mundial e o consumo de energia passou a ser considerado. Surgiram programas revolucionários como ciclos alternados de luz/escuro e dias diferentes de 24 horas.

Devido ao melhoramento genético, a idade para fotoestimular as aves deve ser reavaliada periodicamente para otimização da produção (ERNST et al., 1987). É

possível que poedeiras melhoradas geneticamente sejam mais tolerantes a intensidades mais baixas de luz (TUCKER e CHARLES, 1993). É importante salientar que pode haver perda progressiva da sensibilidade à luz pelo fato de as aves estarem submetidas a uma seleção muito intensa para a obtenção de melhores índices de postura (SAUVEUR, 1996).

Ritmos circadianos

Muitos organismos, desde as bactérias até grandes mamíferos, exibem ritmicidade em diversos processos biológicos de acordo, por exemplo, com a estação do ano e a hora do dia. Esses ritmos podem ser gerados por fatores puramente externos ou por mecanismos e estruturas particulares de cada ser vivo capaz de desenvolver um ritmo fisiológico interno (SOUZA et al., 2008).

Os recursos da genética, os enfoques bioquímicos e moleculares complementados por estudos de comportamento possibilitaram um rápido avanço no conhecimento do ritmo circadiano em animais (REPPERT e WEAVER, 2002).

O “ritmo circadiano” é um ritmo biológico que persiste mesmo sob condições ambientais constantes (luz, temperatura) com um período de duração de aproximadamente 24 horas. A manutenção de ritmicidade em um ambiente constante, como por exemplo, a permanência no escuro contínuo, demonstra que o ritmo é gerado de forma endógena ao invés de uma reação ao ambiente externo (KENNAWAY, 2004). No entanto, estes ritmos são ajustados pelo ambiente, ou seja, apesar de serem mantidos independentes das condições ambientais eles atuam sincronicamente com o ambiente.

Esse sistema temporal permite ao organismo antecipar e se preparar para mudanças físicas no ambiente que estão associadas com a noite e o dia. Assim, o

organismo se adapta tanto comportamentalmente como fisiologicamente para deparar com desafios associados com essas mudanças, resultando em uma sincronização entre o organismo e o ambiente externo (TUREK, 1998).

Nas aves, a capacidade de ovulação obedece a uma hierarquia folicular denominada ciclo ou sequência de ovulação e está na dependência de um mecanismo endógeno extremamente relacionado com fatores externos (ritmo circadiano) como comprimento do fotoperíodo e intensidade luminosa, e essa sincronização permite a ovulação periodicamente no decorrer da vida produtiva da ave (FREITAS, 2003).

Percepção e ação da luz nas aves

A visão é determinada por estímulos elétricos. O mecanismo estimulatório da visão inicia-se na retina, que é composta por cones, bastonetes e fibras nervosas. Nos bastonetes encontra-se o fotorreceptor denominado rodopsina, que é um conjunto formado pela opsina e pelo retinol (vitamina A). Quando a luz incide sobre este conjunto ocorre a separação da opsina do retinol, desencadeando um estímulo elétrico que é conduzido ao hipotálamo pelos neurônios. No hipotálamo, os estímulos são integrados a uma imagem (SILBERNALL & DESPOPOULOS, 1989). Nas aves, ao contrário dos mamíferos, os cones estão em quantidade muito superior em relação aos bastonetes. Isto explica porque as galinhas e codornas são praticamente cegas à noite (GEWEHR, 2003).

Para finalidades de reprodução, entretanto, a percepção da luz não depende dos fotorreceptores do olho. Foi demonstrado através de muitos anos de extensas investigações, que fotorreceptores no hipotálamo são os transformadores biológicos, que convertem a energia do fóton em impulsos neurais. Estes impulsos são, então,

amplificados pelo sistema endócrino, para controlar a função testicular e ovariana (ETCHES, 1994).

De acordo com Cunningham, (1988) as aves usam ritmos circadianos para a percepção da duração do dia a uma fase fotossensível máxima que ocorre entre 11 a 15 horas depois de ligar as luzes. Nesta fase fotossensível ocorre um mecanismo neurohormonal que controla as funções reprodutivas. A luz é percebida pelos fotorreceptores hipotalâmicos que convertem o sinal eletromagnético em uma mensagem hormonal através de seus efeitos nos neurônios hipotalâmicos que secretam o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). O GnRH atua na hipófise produzindo as gonadotrofinas: hormônio luteinizante (LH), e hormônio folículo estimulante (FSH). O LH e o FSH ligam-se aos seus receptores na teca e células granulosas do folículo ovariano, estimulando a produção de andrógenos e estrógenos pelos folículos pequenos e produção de progesterona pelos folículos pré-ovulatórios maiores. Dias curtos não estimulam a secreção adequada de gonadotrofinas porque não iluminam toda a fase fotossensível. Dias mais longos, entretanto, fazem a estimulação, e deste modo a produção de LH é iniciada. Este mecanismo neurohormonal controla as funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias.

Comprimento do fotoperíodo

Também na criação de codornas, assim como na criação de poedeiras comerciais, o uso da iluminação artificial é necessário para estimular a produção de ovos. Dias curtos não são estimulatórios, e considera-se dia longo aquele maior que 12 horas (ETCHES, 1996). Segundo Singh e Narayan (2002), é necessário um fotoperíodo de 14 a 16 horas para estimular a produção de ovos de codornas.

Há muitos anos utiliza-se para poedeiras comerciais um fotoperíodo de aproximadamente 16 horas por dia, visando a maximização da produção de ovos. Desta forma, passou-se a utilizar o mesmo fotoperíodo para codornas, acreditando-se que seu comportamento produtivo seria equivalente ao das galinhas poedeiras. Embora o princípio fisiológico seja semelhante, a sua aplicação direta no manejo de codornas deve ser estudada.

Segundo Rutz et al. (2000) a resposta aos estímulos da luz é periódica e esse período se denomina fase fotossensível. Quando a ave recebe o primeiro estímulo luminoso (natural ou artificial), o relógio circadiano é ativado. A sensibilidade fotoperiódica é máxima entre 10 e 15 horas. Após esse período, a ave se torna fotorefratária, podendo-se concluir que fotoperíodos curtos não atingem a fase fotossensível, enquanto dias longos tem essa capacidade, coordenando, dessa forma, a postura. Como regra geral, o período mínimo de luz que as aves devem receber é de 12 horas, sendo que o máximo não deve ultrapassar 16-17 horas de luz.

Galinhas Leghorn brancas foram criadas por Harrison et al. (1980) recebendo 8 horas de luz por dia. A partir das 15, 18 e 21 semanas de idade receberam 14 horas de luz. A produção de ovos foi avaliada até a 63ª semana de idade e os autores concluíram que a idade de modificação do período luminoso não alterou a produção de ovos, o consumo de alimento e a qualidade da casca.

A comparação entre o fotoperíodo natural e iluminação artificial foi realizada por Freitas et al. (2005) que trabalhando com poedeiras brancas com 51 semanas de idade, compararam fotoperíodo natural em dias de iluminação crescente (entre 12 e 13 horas de luz por dia), ao fornecimento de 15h de luz (natural + artificial) e concluíram que as aves submetidas ao fotoperíodo natural apresentaram melhores resultados de

desempenho. Isto pode ter ocorrido, pois as aves estão tão apuradas geneticamente para produção que se apresentam quase refratárias às mudanças de regime luminoso.

Por outro lado, Lewis, et al. (1997) compararam poedeiras brancas e marrons submetidas à fotoperíodos de 8, 10, 13 e 16h de luz por dia e observaram efeito linear crescente na produção de ovos e no consumo de ração com o aumento do fotoperíodo, e concluíram ainda que, em média, tanto poedeiras brancas quanto marrons, quando submetidas a um aumento de uma hora no fotoperíodo apresentam aumento de 1 % na produção de ovos.

No Brasil, poucos trabalhos enfocam ou relacionam a iluminação artificial e reprodução das aves. 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 maximizar a postura das aves (GEWEHR, 2003).

Intensidade luminosa

A intensidade de iluminação é um fator que pode influenciar tanto a idade de maturidade sexual quanto a produção de ovos na idade adulta. Segundo Etches (1996), a intensidade de luz durante o fotoperíodo (fase de luz) e escotoperíodo (fase de escuro) ajusta o ritmo circadiano que controla o tempo da ovoposição. Campos, (2001), informa que a intensidade da luz baseia-se no seu brilho ao nível dos olhos das aves e não se relaciona com comprimento de onda ou cor de luz.

Ela é medida com o auxílio de um aparelho chamado luxímetro, que mede o brilho da luz incidindo sobre uma superfície. O conceito de intensidade de luz não deve ser confundido com o de duração do fotoperíodo. Uma forte intensidade de luz não

compensa os efeitos de uma pequena duração de período luminoso. O rendimento luminoso depende da natureza da lâmpada, da sua potência e da tensão do setor (COTTA, 1997).

As medidas de intensidade de luz se resumem em fóton, lúmen, lux. O lux é a unidade de iluminação de um lúmen por metro quadrado. Um lúmen é a unidade de fluxo luminoso medido em uma área de um esferoradiano por um emissor de uma candela colocado no seu centro. Uma candela 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 a incidência perpendicular de 1 lúmen em uma superfície de 1 metro quadrado (ARAÚJO et al., 2011).

Igualmente ao comprimento do fotoperíodo, a intensidade luminosa utilizada para codornas é aquela estabelecida para poedeiras comerciais, onde há grande contradição na literatura, já que alguns autores recomendam intensidade de cinco lux, enquanto muitos manuais indicam aproximadamente 22 lux. Nesse sentido, Renema et al. (2001) estimularam poedeiras comerciais de diversas linhagens utilizando intensidades luminosas de 1, 5, 50, e 500 lux e não observaram diferenças significativas entre as linhagens, porém, encontraram efeito significativo da intensidade luminosa na produção de ovos. O fornecimento de 1 lux de intensidade luminosa proporcionou menor produção de ovos se comparado ao fornecimento de 5 ou 50 lux, sendo que 500 lux proporcionou resultados intermediários, não diferindo dos demais.

Também Robinson e Renema (1999) pesquisando os efeitos da intensidade luminosa sobre o desempenho de aves utilizaram fontes luminosas individuais para controlar a variabilidade na intensidade de luz. Os autores estimularam matrizes pesadas com intensidade luminosa de 9 e 92 lux, e não encontraram diferenças significativas

para taxa de produção. Esses mesmos autores trabalharam com intensidade luminosa de 1, 5, 46 e 464 lux para poedeiras melhoradas geneticamente ou não e concluíram que todas as intensidades foram suficientes para iniciar a maturidade sexual, porém, 1 lux não proporcionou desenvolvimento normal de linhagens modernas, reduzindo a produção de ovos e a persistência de postura. Por outro lado, segundo Cotta (2002), para maximizar a produção de ovos de poedeiras comerciais, são necessários 10 lux na altura das gaiolas ou altura da cabeça das aves em galpões abertos.

Tipo de lâmpada

Quanto à escolha do tipo de lâmpada a ser utilizada, existe no mercado uma ampla gama de lâmpadas, cada uma com suas vantagens e desvantagens, entretanto, sabe-se sobretudo que o consumo energético delas é diferente, o que afeta o custo de produção. A escolha do tipo de lâmpada vai depender de inúmeros fatores, tais como custo, durabilidade, necessidade de manutenção e eficiência. A substituição de lâmpadas incandescentes por outras de vapor de sódio, por exemplo, já traria uma economia de cerca de 70% de energia elétrica (COTTA, 2002).

As lâmpadas usualmente empregadas em galpões avícolas são as incandescentes, porém, estas apresentam baixa taxa de conversão de energia elétrica em energia luminosa, além de pequena durabilidade, fato que aumenta os gastos com reposição (JORDAN e TAVARES, 2005). Apesar de apresentar instalação barata, esse tipo de lâmpada necessita de refletores (pratos de plásticos ou metal louçado) a fim de aumentar a eficiência das lâmpadas em 50%. Deve-se utilizar refletor do tipo plano para não direcionar o foco da luz, e assim potencializar a dispersão do foco luminoso. A altura

deve ser baixa devido ao baixo raio de alcance desse tipo de iluminação. Outro inconveniente é a baixa vida útil da lâmpada: 750 a 1.000 horas (ARAÚJO et al., 2011).

Araújo et al. (2011) afirmam que as lâmpadas fluorescentes brancas convencionais não são indicadas, devido a grande variação de intensidade luminosa. Esse tipo de lâmpada apenas tem sua máxima eficiência quando a temperatura do ar esta entre 21° a 27°C. Fora desses patamares, sua eficiência é reduzida. O ideal é a utilização da luz fluorescente eletrônica compacta. A utilização desse tipo de lâmpada implica um maior custo de instalação, no entanto, resulta em menor consumo de energia (70% a menos). Como vantagem tem-se a durabilidade da lâmpada, sendo 8 a 10 vezes maior que a incandescente, porém, não podem ser utilizadas com reostatos (dimer). Devido ao seu maior raio de alcance, essas lâmpadas podem ser instaladas em alturas superiores (1,70 a 2,0 m) sem comprometer a eficácia da iluminação.

A tecnologia para a iluminação de ambientes tem apresentado grandes avanços nos últimos anos. Aos poucos, as tradicionais lâmpadas têm dado lugar aos modernos, econômicos e eficientes diodos emissores de luz (LED). Essas lâmpadas são compostas por material semicondutor, e quando uma corrente elétrica percorre esse diodo, ele é capaz de emitir luz. A vantagem dessas lâmpadas em relação às demais é que consomem cerca de 80% menos energia que as incandescentes, são duas vezes mais eficientes que as fluorescentes e possuem maior vida útil. Entretanto, sua potência e emissão de luz são bastante reduzidas. Assim, seriam necessárias várias lâmpadas instaladas bem próximas às aves, para substituir a iluminação convencional, aumentando bastante os custos de instalação. Estudos sugerem que a conversão completa para a tecnologia LED diminuiria em até 50% as emissões de CO₂, a partir do

uso de energia elétrica para iluminação, em pouco mais de 20 anos (BORILLE et al., 2012).

Alguns estudos, com frangos de corte e poedeiras comerciais foram realizados comparando o tipo de lâmpada (incandescente ou fluorescente) e a cor emitida por elas (amarela ou branca), porém, não há estudos com codornas.

Robinson e Renema (1999) afirmam ainda que ao se comparar luzes incandescentes com fluorescentes a intensidades superiores a cinco lux, as aves são mais ativas sob a luz fluorescente. Apesar da mesma intensidade luminosa, segundo os autores, isto pode ser explicado pelo fato de as aves perceberem uma intensidade luminosa superior quando expostas a luz fluorescente devido ao espectro do olho (olhos mais sensíveis a determinados comprimentos de onda).

Ghuffar et al. (2009) compararam lâmpadas incandescentes e fluorescentes na iluminação de galpões de frango de corte e concluíram não haver diferença no desempenho das aves em nenhuma das fases de criação.

Programas de luz

Segundo Campos (2001), os programas de luz se classificam de acordo com o fotoperíodo em hemerais e aemerais. Os programas hemerais são compostos por períodos de 24 horas distribuídos em fases distintas denominadas fotofase (período de luz) e escotofase (período de escuro). Estes programas são bastante simples e podem ser aplicados em qualquer tipo de instalação. Já os programas aemerais, que consistem em duração superior ou inferior a 24 horas, exigem instalações com ambiente controlado, que são pouco comuns no Brasil.

Os programas hemerais de iluminação ainda podem ser divididos em contínuo ou intermitente. De acordo com Campos (2000), o programa contínuo consiste em aplicação de luz natural e artificial de modo contínuo, tanto ao amanhecer quanto ao entardecer. Os programas intermitentes, segundo Gewehr et al. (2005), podem ser definidos como aqueles formados por mais de um período de luz e de escuro em um ciclo de 24 horas.

Um aspecto interessante da fisiologia das aves produtoras de ovos é que elas não necessitam estar submetidas a dias longos contínuos. Esse fenômeno é denominado de “dia subjetivo”, no qual as aves adultas em produção ignoram períodos de escuro inseridos entre as 14 e 16 horas estimulatórias (GEWEHR, 2003).

Acredita-se que quando um período de luz é dado em certo momento da noite, antes do amanhecer, a ave entende como o início do dia, ignorando o período escuro que se estabelece entre o período de luz e o clarear do dia. O mesmo ocorre após o escurecer, se um período de luz é dado em determinada hora da noite, o período entre o escurecer e o período de luz é ignorado. Esse período que a ave permanece ativa mesmo na obscuridade, se chama dia subjetivo (GEWEHR, et al., 2005). Sobre programas que defendem este conceito de dia subjetivo, Mongin (1980) afirma que o período máximo de atividade das galinhas é de 15 horas e que o período cotidiano de atividade não pode ser prolongado indefinidamente, qualquer que seja o tipo de dia subjetivo utilizado.

Esses programas já foram amplamente estudados e aprovados em aves criadas em galpões fechados (na Europa e Estados Unidos) e visam a reduzir o uso da iluminação artificial, porém, foram pouco testados em galpões abertos, tornando-se importante verificar se a iluminação intermitente poderia ser aplicada em aves criadas nessas

instalações nos períodos em que se usa a luz artificial para compor um dia longo (FREITAS et al., 2005).

Gewehr et al. (2005) trabalhando com codornas japonesas em galpões abertos com programa de luz contínuo de 15h30m de luz e 8h30m de escuro, e dois programas intermitentes: programa 1 com luz das 3h30m às 4h00m, escuro até 5h45m e luz natural até as 18h00m e programa 2 com luz das 4h30m às 5h00m, e escuro até o amanhecer, seguindo luz natural até as 18h00m e novo período de luz das 19h30m às 20h00m, constataram que o programa intermitente 1 reduz o tempo de iluminação artificial sem afetar a produção, o peso e a massa de ovos, melhorando a conversão alimentar por massa de ovos.

Melo et al. (2006) avaliaram os efeitos dos programas contínuo e intermitente, ambos com 17 horas de luz, sobre o desempenho de codornas japonesas. O programa de iluminação intermitente foi composto por três fotofases em 17 horas e um escotoperíodo de sete horas. Às cinco horas da manhã as aves receberam 30 minutos de luz, e posteriormente permaneceram no escuro até o amanhecer. Após o ocaso, as aves permaneceram no escuro até às 21 horas e trinta minutos quando as lâmpadas foram acesas durante 30 minutos e após este período as aves ficaram novamente no escuro até às cinco horas da manhã. As aves submetidas ao fotoperíodo intermitente apresentaram maior produção de ovos. Este resultado difere dos observados em outros trabalhos, os quais indicam haver semelhança entre a produção de ovos de aves criadas em programa contínuo e intermitente. Segundo os autores, há evidências de que a noção do “dia subjetivo” prevalece em codornas criadas em galpões abertos, e desta forma, o programa de iluminação intermitente propicia alto nível de postura.

O programa de iluminação ideal seria aquele que proporcionasse a máxima produção com o mínimo consumo de ração e mínimo gasto de energia elétrica.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a iluminação dos galpões de codornas japonesas quanto a duração do fotoperíodo, intensidade luminosa, tipo de lâmpada e programa de iluminação que proporcionam a melhor produção e qualidade dos ovos, com menor gasto de energia elétrica.

Para tanto, foram realizados quatro estudos, representados pelos capítulos 2, 3, 4 e 5 que se apresentam de acordo com as normas para publicação na revista Poultry Science, sendo que no capítulo 2, denominado **FOTOPERÍODO PARA CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO** objetivou-se buscar o comprimento de fotoperíodo ideal para codornas japonesas durante a fase de produção, que aliasse bom desempenho, qualidade dos ovos e economia de energia elétrica.

No capítulo 3, denominado **INTENSIDADE LUMINOSA NA PRODUÇÃO DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS** objetivou-se buscar a intensidade luminosa da luz artificial, utilizada para complementar o fotoperíodo natural, que aliasse bom desempenho e qualidade dos ovos à economia de energia elétrica.

No capítulo 4, denominado **TIPOS DE LÂMPADAS NA ILUMINAÇÃO DE GALPÕES DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO** objetivou-se comparar a utilização de quatro tipos de lâmpadas utilizadas na iluminação dos galpões de codornas japonesas quanto ao desempenho e a qualidade dos ovos, visando aumentar a economia de energia elétrica.

No capítulo 5, denominado **PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS CRIADAS EM GALPÕES ABERTOS** objetivou-se comparar os resultados de desempenho e

qualidade dos ovos de codornas japonesas criadas em galpões abertos e submetidas a programas de iluminação contínuo ou intermitentes durante a fase de produção, buscando assim o programa de iluminação que proporcione os melhores resultados de desempenho e qualidade dos ovos, com maior economia de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, n. 52, p. 58-65, 2011.

BONI, I. J.; PAES, A. O. S. Programa de luz para matrizes: machos e fêmeas. In: SIMPÓSIO TÉCNICO SOBRE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE, 2., 1999, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Embrapa, 1999. p.17-39.

BORILLE, R.; GARCIA, R.G.G.; ROYER, A.F.B.; PAZ, I.C.L.A.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; JÁCOME, I.M.D.T. LED: uma nova luz para a avicultura moderna. **Revista do ovo**. Campinas/SP, n. 7, p. 14-18, 2012.

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000.

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

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. **CEMIG**. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br>>. Acesso em: 3 maio 2010.

COTTA, J. T. B. **Galinha**: produção de ovos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 260 p.

CUNNINGHAM, F. J. Control of luteinizing hormone secretion in the domestic fowl. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS. 17, 1988, Nagoya. **Proceedings...** Nagoya: Jp. Poultry Association, 1988. p. 295-298.

ERNST, R. A.; MILLAM, J. R.; MATTHER, F. B. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 43, n. 1. p. 44-55, 1987.

ETCHES, R. J. Estímulo luminoso na reprodução In: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: FACTA, 1994, p.59-76.

ETCHES, R. J. **Reproducción aviaria**. Zaragoza: Acribia, 1996. 339 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados - SISVAR**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.

FREITAS, H. J.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; GEWHER, C. E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.424-428, 2005.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 93 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, H. J. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.857-865, 2005.

GHUFFAR, A.; RAHMAN, K.; SIDDIQUE, M.; AHMAD, F.; KHAN, M. A. Impact of various lighting source (incandescent, fluorescent, metal halide and high pressure sodium) on the production performance of chicken broilers. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 46, n.1, p. 40-45, 2009.

HARRISON, P. et al. Sexual maturity and subsequent reproductive performance of white leghorn chickens subjected to different parts of the light spectrum. **Poultry Science**, v.48, p. 878-883, 1980.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.9, n.3, p.420-423, 2005.

KENNAWAY, D. J. The role of circadian rhythmicity in reproduction. **Human Reproduction Update**, v. 11, p. 91-101, 2004.

LEWIS, P. D.; PERRY G. C.; MORRIS T. R. Effect of size and timing of photoperiod increase on age at first egg and subsequent performance of two breeds of laying hen. **British Poultry Science**. v. 38, n. 2, p. 142-150, 1997.

MELO, L. M.; MURGAS, L. D. S.; OLIVEIRA, B. L.; ZANGERÔNIMO, M. G. Utilização de programas de iluminação contínuo e intermitente em codornas (*Coturnix coturnix*). IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2006.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; VERCESE, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 8., 2010, São Pedro, **Anais...** São Pedro, 2010. CD ROM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 10. ed. Washington, 1994. 155 p.

- RENEMA, R. A.; ROBINSON, F. E.; FEDDES, J.J.R ; FASENKO, G. M.;ZUIDHOFF, M. J.;. Effects of Light Intensity from Photostimulation in Four Strains of Commercial Egg Layers: 2. Egg Production Parameters. **Poultry Science**. v. 80, p.1121-1131, 2001.
- REPPERT, S. M.; WEAVER, D. R. Coordination of circadian timing in mammals. **Nature**, v. 418, p. 935-941, 2002.
- ROBINSON, F. E. ; RENEMA, R. A. Principles of photoperiod management in female broiler breeders. **Quarterly Publication of Cobb-Vantress, Incorporated**. Arkansas. v.7 n.1, 1999.
- RUTZ F.; ROLL, V. F. B.; XAVIER, E. G. Manejo de luz para frangos de corte e reprodutoras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 18., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000. v.1, p.211-240.
- SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **Animal Production**, Edinburgh, v. 9, n. 1, p. 25-34, 1996.
- SILBERNALL, S.; DESPOPOULOS, A. **Atlas de poche de physiologie**. 5.ed. Paris: Flammarion Médecine Science, 1989. 359 p.
- SINGH, R. V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 27-35.
- SOUSA, C. E. C.; CRUZ-MACHADO, S. S; TAMURA, E. K. Os ritmos circadianos e a reprodução em mamíferos. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**. Juiz de Fora, v. 27 , (n. 1/2), p. 15-20, 2008.
- TUCKER, S.A; CHARLES, D.R. Light intensity, intermittent light and feeding regimens during rearing as affecting egg production and egg quality. **British Poultry Science**, Madson, v. 34, p. 255-266, 1993.
- TUREK, F.W. Circadian rhythms. **Hormone Research in Paediatrics**. v. 49, p. 109-113, 1998.
- WALDORF, E.C. Ten eggs per week per hen and how it was done. In: CURTIS, G.M. **Use of Artificial Light to Increase Winter Egg Production**. Reliable Poultry Journal, Quincy, Illinois, p. 19–20, 1920.

CAPÍTULO 2

FOTOPERÍODO PARA CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO

RESUMO

Sabe-se que o uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva de aves de postura, e fotoperíodos longos estimulam a produção de ovos. Há muitos anos utiliza-se para codornas japonesas as mesmas recomendações feitas para poedeiras comerciais quanto ao uso da iluminação, havendo necessidade de novas pesquisas específicas para codornas. Além disso, há uma pressão dos movimentos preservacionistas e também uma preocupação crescente da população com relação à disponibilidade de recursos naturais, sendo um dos principais problemas o aumento da geração de energia, fazendo com que haja necessidade de todos os setores de produção se adequarem ao programa de economia de energia elétrica. Desta forma, a fim de estabelecer o comprimento de fotoperíodo, que maximize a produção e a qualidade dos ovos de codornas japonesas e proporcione economia de energia elétrica, foi realizado um experimento onde se avaliou a duração do fotoperíodo utilizando-se quatro comprimentos de fotoperíodo de modo contínuo. Os tratamentos foram: T1: 14 horas de luz/dia, T2: 15 horas de luz/dia, T3: 16 horas de luz/dia e T4: 17 horas de luz/dia). A intensidade luminosa adotada foi a mesma recomendada para poedeiras comerciais de 22 lux, fornecida com a utilização de lâmpadas incandescentes. Foram utilizadas 1296 codornas japonesas com 15 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 12 repetições de 27 aves cada. Foram avaliadas as características de desempenho das aves e qualidade interna e externa dos ovos. Houve efeito de tratamento apenas na percentagem de postura, onde as aves submetidas ao fotoperíodo de 14 horas produziram menor quantidade de ovos que as demais. Não houve influência dos tratamentos sobre a qualidade dos ovos. O fornecimento de 15 horas de luz por dia para codornas japonesas durante a fase de produção é suficiente para promover bons resultados tanto de desempenho quanto de qualidade dos ovos, proporcionando também maior economia de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: iluminação, produção de ovos, qualidade dos ovos.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a criação de codornas vem crescendo, de maneira considerável, desde a sua implantação como atividade avícola econômica. A razão deste sucesso é plenamente justificável pela qualidade excepcional de sua carne e pelo alto valor nutritivo e agradável sabor de seu ovo, o que tem resultado em boa aceitação no mercado consumidor. Contudo, essa expansão tem encontrado barreiras que por vezes dificultam a exploração econômica (MARTINS, 2002). Uma dessas barreiras é a falta de pesquisas com relação ao manejo adequado e ao ambiente, o que leva os produtores a adotarem técnicas recomendadas para poedeiras comerciais.

Em quase todas as espécies de aves, a atividade reprodutiva é sazonal, sendo que a duração do fotoperíodo desempenha um papel fundamental (DAWSON et al, 2001). Tanto em galinhas comerciais quanto em codornas japonesas, a longa duração do dia é gonado-estimulante e a curta duração é gonado-inibitória (SRIVASTAVA et al., 2007).

Sendo assim, o uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva dessas aves. A iluminação pode ser utilizada para retardar a idade de maturidade sexual e, também, para estimular e sincronizar a postura. Fotoperíodos longos estimulam a função sexual de poedeiras e otimizam a produção de ovos (FREITAS et al., 2005).

Várias hipóteses tentam explicar a relação do ciclo de reprodução das aves com o fotoperíodo. Segundo Sauveur (1996), muitas delas não podem ser aceitas atualmente. Entretanto, Rowland (1985) destaca que há duas teorias que podem representar esta relação nas aves comerciais. A primeira, denominada de fotoindutiva, supõe a existência de um ritmo endógeno (relógio biológico) em que um ciclo dura em torno de um dia, denominado de ritmo circadiano. A variação natural do fotoperíodo diário age como um fator de condicionamento desse relógio, exercendo um papel sincronizador. A segunda,

denominada de teoria fotosensitiva, admite a existência de um modelo de coincidência externa. Ciclos de luz e escuridão treinam o período de produção endógena de hormônios ligados à resposta reprodutiva da ave à luz. Ela tenta demonstrar que a sensibilidade à luz não é constante durante o dia, estando no seu máximo no período de 10 a 15 horas após a aurora. Assim, apenas dias longos podem ser fotoestimulantes (SAUVEUR, 1996).

Além da importância do comprimento do fotoperíodo na reprodução das aves, é preciso levar em consideração os custos da energia elétrica gasta para iluminar os galpões, bem como a necessidade de economia de energia, a fim de preservar os recursos naturais.

O aumento da população, estimado em 1 a 2% ao ano, aliado ao crescimento econômico, faz aumentar o consumo de energia elétrica. Neste aspecto, a capacidade limitada de investimento do setor energético, a pressão dos movimentos preservacionistas e também a preocupação crescente da população com relação a disponibilidade de recursos naturais, são os principais problemas encontrados para o aumento da geração de energia. Isto contribui para a elevação do custo da energia elétrica, fazendo com que o setor consumidor crie alternativas para diminuir ou limitar o consumo. Entretanto, na avicultura, a adoção de novas técnicas que visem a redução no consumo de energia não pode reduzir o desempenho das aves (GEWEHR, 2003).

Assim, diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi buscar o comprimento de fotoperíodo ideal para codornas japonesas durante a fase de produção, que aliasse bom desempenho, qualidade dos ovos e economia de energia elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no setor de avicultura.

O experimento foi realizado em galpão aberto, dotado de forração, medindo 70 x 10m que foi dividido em oito ambientes, com lona de plástico preta de forma a evitar a passagem de luz de um ambiente para os outros.

As aves foram alojadas em baterias, sendo uma para cada ambiente. Cada bateria era composta por seis gaiolas metálicas com as seguintes dimensões: 96 cm de comprimento x 38 cm de profundidade e 16 cm de altura, divididas em três compartimentos internos de 32 cm cada, dispostas em três andares, em formato de pirâmide. Foram alojadas nove aves por compartimento, totalizando 27 aves por gaiola submetidas a uma taxa de lotação de 135,1 cm²/ave, de acordo com as recomendações de Molino et al. (2010). Os comedouros eram lineares e colocados frontalmente à gaiola (um para cada gaiola) e os bebedouros tipo “nipple”.

Foram utilizadas 1296 codornas japonesas no período pós pico de produção com 15 semanas de idade no início do experimento que foram submetidas a um delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos, com 12 repetições de 27 aves cada.

O período experimental teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias. Durante o período experimental a duração do fotoperíodo natural variou de 13h30min para 11h30min, sendo que a luz artificial fornecida em cada tratamento foi dividida igualmente entre o período da manhã e da tarde.

Antes do início do experimento, foi efetuada a seleção do lote, sendo eliminadas as aves improdutivas. Durante a fase pré-experimental todas as aves foram submetidas a 14 horas de luz de luz por dia. Tanto na fase pré-experimental quanto na fase experimental, a intensidade luminosa da luz artificial utilizada para complementar o fotoperíodo natural foi 22 lux. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes e programa de iluminação contínuo.

A ração foi formulada a base de milho e farelo de soja, de acordo com o programa de alimentação proposto pelo NRC (1994). A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram submetidas a quatro tratamentos, que consistiam na duração do fotoperíodo, sendo eles: T1- 14 horas de luz e 10 horas de escuro (14L:10E), T2- 15 horas de luz e 9 horas de escuro (15L:9E), T3- 16 horas de luz e 8 horas de escuro (16L:8E) e T4- 17 horas de luz e 7 horas de escuro (17L:7E).

Diariamente foram anotados os dados de mortalidade e número de ovos inteiros e quebrados. Semanalmente foram pesadas as sobras de ração de cada gaiola para a estimativa do consumo médio por ave alojada.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, percentagem de postura, percentagem de ovos inteiros, peso dos ovos, massa de ovos, conversões alimentares por dúzia e por massa de ovos, e viabilidade.

A cada período de 28 dias foram coletados e analisados dois ovos de cada parcela por três dias consecutivos (totalizando 24 ovos por tratamento em cada análise).

As características de qualidade dos ovos avaliadas foram: gravidade específica, que foi efetuada de acordo com as recomendações de Moreng e Avens (1990); resistência da casca do ovo à quebra, efetuada através de um texturômetro, TA.XT plus

Texture analyser utilizando-se sonda de ruptura de 75 mm (P/75), velocidade de teste de 1mm/segundo; percentagem de casca, gema e albúmen, espessura de casca e peso da casca por superfície de área, determinado através da fórmula: PCSA= (peso da casca / 3,9782 x (peso do ovo)^{0,7056}) x 1000 e expresso em mg/cm².

Para análise dos resultados foi utilizada a análise de variância e para comparação das médias o teste de Tukey (P<0,05). O pacote computacional utilizado foi o Sisvar[®] (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados de desempenho das aves submetidas aos tratamentos experimentais.

Tabela 1 Desempenho de codornas japonesas submetidas a quatro comprimentos de fotoperíodo.

Trat	CR	Post	PO	MO	CA/dz	CA/kg	Int	Viab
14L:10E	29,83	89,16 B	11,17	9,97	0,40	3,01	98,84	100,00
15L:9E	28,89	92,18 A	11,19	10,31	0,38	2,81	99,43	99,74
16L:8E	28,68	91,59 A	11,16	10,23	0,37	2,81	99,20	99,73
17L:7E	29,11	92,71 A	11,26	10,44	0,38	2,79	99,31	99,87
CV (%)	3,45	3,51	1,63	4,45	4,40	5,23	0,84	0,21

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

CR: consumo de ração (g/ave/dia); Post: percentagem de postura (%); PO: peso de ovo (g); MO: massa de ovos (g/ave/dia); CA/dz: conversão alimentar por dúzia de ovos; CA/kg: conversão alimentar por quilograma de ovos; Int: percentagem de ovos inteiros (%); Viab: viabilidade (%).

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que houve diferença significativa apenas para percentagem de postura, sendo que as aves submetidas a 14 horas de luz por dia apresentaram produção de ovos inferior às demais. Embora na maioria dos casos, em estudos realizados com poedeiras comerciais, os melhores resultados ocorram com fotoperíodos entre 16 e 17 horas de luz por dia, os resultados do presente estudo

mostram que para codornas japonesas, 15 horas de luz por dia promovem os mesmos resultados que o fornecimento de 17 horas de luz.

Gewehr et al. (2005), obtiveram resultado semelhante ao trabalharem com 15h30m de luz para codornas japonesas. Por outro lado, Freitas et al. (2010) trabalhando com poedeiras brancas com 51 semanas de idade, compararam fotoperíodo natural em dias de iluminação crescente (totalizando 13h de luz por dia), ao fornecimento de 15h de luz (natural + artificial) e concluíram que as aves submetidas ao fotoperíodo natural apresentaram melhores resultados de desempenho, o que vem a ressaltar que galinhas e codornas podem apresentar respostas divergentes quando submetidas ao mesmo fotoperíodo.

Charles e Tucker (1993) acreditam que respostas cada vez mais divergentes com relação ao comprimento do fotoperíodo para poedeiras comerciais, podem estar relacionadas com o melhoramento genético. Os autores afirmam que estas aves sofreram tanta seleção para o aumento da produção de ovos, que as respostas quanto ao estímulo luminoso podem ter sido reduzidas, o que explicaria o fato de alguns autores observarem melhores resultados mesmo para aves submetidas a um curto fotoperíodo.

É importante ressaltar que essas afirmações referem-se às poedeiras comerciais, entretanto, no Brasil os programas de melhoramento genético de codornas são raros, e geralmente desenvolvidos de forma empírica por produtores, havendo necessidade de estudos mais aprofundados e com embasamento científico, para que se possa conseguir um melhoramento genético tão eficiente quanto das galinhas ou frangos de corte. A prática corrente tem sido a reprodução do material genético disponível que, pela deficiência de controle e falta de programa de seleção adequado, sofre problemas pela consanguinidade resultando em redução da taxa de postura. Diante desta realidade e

com os resultados observados na Tabela 1, fica claro que é imprescindível realizar estudos de manejo e ambiência com codornas, pois a utilização das recomendações feitas para poedeiras comerciais não tem proporcionado as mesmas respostas.

Além do bom desempenho observado no presente estudo, é importante salientar a economia de energia elétrica ao se reduzir o fotoperíodo de 17 horas, atualmente utilizado, para 15 horas. Esta redução equivale a 60 horas de luz a menos por mês, que além de economizar energia elétrica, reduz os gastos dos produtores.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de qualidade dos ovos das aves submetidas aos tratamentos experimentais.

Tabela 2 Qualidade dos ovos de codornas japonesas submetidas a quatro comprimentos de fotoperíodo

Trat	GE (g/cm³)	Resist (gf)	Casca (%)	Gema (%)	Albúmen (%)	Espes (mm)	PCSA (mg/cm²)
14L:10E	1,076	1283	8,13	30,57	61,29	0,22	41,74
15L:9E	1,077	1294	8,19	29,91	61,90	0,22	41,87
16L:8E	1,077	1333	8,23	30,05	61,72	0,22	41,98
17L:7E	1,076	1265	7,99	30,12	61,89	0,22	40,82
CV (%)	0,17	8,03	2,89	2,95	1,49	2,31	2,66

GE: gravidade específica; Resist: resistência da casca à quebra; Casca: percentagem de casca; Gema: percentagem de gema; Albúmen: percentagem de albúmen; Espes: espessura da casca; PCSA: peso de casca por superfície de área.

De acordo com a Tabela 2 pode-se observar que não houve influência dos tratamentos sobre a qualidade dos ovos, tendo em vista a ausência de efeito significativo em todas as características avaliadas.

Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Farmer (1982), que trabalhando com poedeiras comerciais submetidas a programas luminosos variando de 15 a 18 horas de luz diárias não detectou melhora nas características de qualidade de ovos.

Da mesma forma, Freitas et al. (2010), trabalhando com poedeiras semi-pesadas, não observaram diferenças significativas para qualidade dos ovos ao utilizarem

fotoperíodo de 15 horas de luz comparado a aves submetidas a programa de luz natural em dias de luminosidade crescente variando de 12h05min a 13h31min de luz diárias.

A ausência de efeitos significativos do comprimento do fotoperíodo sobre a qualidade dos ovos, mostra que a variação na quantidade de luz fornecida apresenta maior influência na produção de ovos, tanto de poedeiras comerciais quanto de codornas, não influenciando a qualidade interna e externa dos ovos.

Ressalta-se ainda que os resultados obtidos no presente estudo com relação à qualidade dos ovos eram esperados, tendo em vista que não houve diferenças significativas no consumo de ração e peso dos ovos, pressupondo que em todos os tratamentos as aves consumiram as mesmas quantidades de nutrientes, não influenciando assim a qualidade dos ovos.

Devido à grande escassez de literatura com relação à influência da duração do fotoperíodo em codornas japonesas, fez-se necessário efetuar a discussão dos resultados da presente pesquisa com dados obtidos por outros autores em experimentos realizados com poedeiras comerciais.

CONCLUSÕES

O fornecimento de 15 horas de luz por dia é o mais indicado na iluminação dos galpões de codornas japonesas durante a fase de produção, pois promove maior economia de energia elétrica com manutenção do desempenho e da qualidade dos ovos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

DAWSON, A., KING, V.M., BENTLEY, G.E., BALL, G.F. Photoperiodic control of seasonality in birds. **Journal of Biological Rhythms**. v. 16, p. 366–381, 2001.

FARMER, M.; ROLAND, D. A.; MCGUIRE, J. A. The Influence of Dietary Ingredients, Photoperiod, and Cage Density on Egg Shell Pimpling. **Poultry Science**, v.61, p.495-502, 1982.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados - SISVAR**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.

FREITAS, H. J; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; GEWHER, C. E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.424-428, 2005.

FREITAS, H. J.; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A. I.; MURGAS, L.D.S.; GEWEHR, C.E. Efeito de Diferentes Programas de Iluminação para Poedeiras Semi-Pesadas Criadas em Galpões Abertos. **Revista Biotemas**, p. 157-162, 2010.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 93 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, H. J. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.857-865, 2005.

MARTINS, E.N. Perspectivas do melhoramento genético de codornas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.204-208.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; VERCESE, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 8., 2010, São Pedro, **Anais...** São Pedro, 2010. CD ROM.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 10. ed. Washington, 1994. 155 p.

ROWLAND, K.W. Intermittent lighting for laying fowls: a review. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v.41, n.1, p.5-20, 1985.

SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **Animal Production**, Edinburgh, v. 9, n. 1, p. 25-34, 1996.

SRIVASTAVA, R.; CORNETT, L. E.; CHATURVEDI, C. M. Effect of photoperiod and estrogen on expression of arginine vasotocin and its oxytocic-like receptor in the shell gland of the Japanese quail. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 148, p. 451–457, 2007.

STALDEMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and Technology**. Food Products Press, New York, 1990. 37p.

CAPÍTULO 3

INTENSIDADE LUMINOSA NA PRODUÇÃO DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

Sabe-se que o uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva de aves de postura, e a intensidade luminosa influencia a produção de ovos. Há muitos anos utiliza-se para codornas japonesas as mesmas recomendações feitas para poedeiras comerciais quanto ao uso da iluminação, havendo necessidade de novas pesquisas específicas para codornas. Além disso, há uma pressão dos movimentos preservacionistas e também uma preocupação crescente da população com relação à disponibilidade de recursos naturais, sendo um dos principais problemas o aumento da geração de energia, fazendo com que haja necessidade de todos os setores de produção se adequarem ao programa de economia de energia elétrica. Desta forma, a fim de estabelecer a intensidade luminosa da luz artificial (necessária para suplementação da luz natural), que maximize a produção e a qualidade dos ovos de codornas japonesas e proporcione economia de energia elétrica, foi realizado um experimento onde se utilizou quatro intensidades luminosas: T1: 5 lux, T2: 10 lux, T3: 15 lux e T4: 22 lux. A duração do fotoperíodo foi de 15 horas por dia, fornecido de modo contínuo e utilizaram-se lâmpadas incandescentes. Foram utilizadas 1296 codornas japonesas com 15 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 12 repetições de 27 aves cada. Avaliaram-se as características de desempenho das aves e qualidade interna e externa dos ovos. Não houve efeito de tratamento no desempenho e na qualidade dos ovos. O fornecimento de cinco lux de intensidade luminosa da luz artificial utilizada na complementação do fotoperíodo natural para iluminação de galpões abertos, promove bons resultados de desempenho e qualidade dos ovos, com maior economia de energia elétrica na produção de codornas japonesas.

PALAVRAS-CHAVE: iluminação, produção de ovos, qualidade dos ovos.

INTRODUÇÃO

A coturnicultura brasileira é uma atividade que tem se expandido muito nos últimos anos. Existem vários fatores que tem contribuído para o aumento da criação de codornas no país, entre eles se destacam: rápido crescimento, precocidade na maturidade sexual (35 a 42 dias), alta produtividade (média de 300 ovos/ano), pequenos espaços para grandes populações, grande longevidade em alta produção (14 a 18 meses), baixo investimento e, conseqüentemente, rápido retorno financeiro (PINTO et al., 2002).

Para Ariki (1996) o produtor deve concentrar-se nas melhorias das práticas de nutrição e sanidade. Porém, é importante ressaltar que se não for efetuado o manejo correto, todos os esforços na melhoria das demais práticas serão em vão. Apesar disto, as pesquisas com relação ao manejo de codornas são escassas, o que leva os produtores a adotarem as mesmas recomendações encontradas na literatura para poedeiras comerciais, mas embora o princípio fisiológico seja semelhante, sua aplicação direta no manejo de codornas deve ser avaliada.

A iluminação artificial na avicultura comercial é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para o produtor avícola, pois o início da postura pode ser antecipado ou retardado, a taxa de postura pode ser influenciada e seu intervalo alterado, a qualidade da casca pode ser melhorada, o tamanho do ovo pode ser otimizado e a eficiência alimentar pode ser maximizada pelo fornecimento apropriado de um regime luminoso (ETCHES, 1996).

Além disso, a intensidade de iluminação é um fator que pode influenciar tanto a idade de maturidade sexual quanto a produção de ovos. Segundo Etches (1996), a intensidade de luz durante o fotoperíodo (fase de luz) e escotoperíodo (fase de escuro) ajusta o ritmo circadiano que controla o tempo da ovoposição. Campos, (2000),

informa que a intensidade da luz baseia-se no seu brilho ao nível dos olhos das aves e não se relaciona com comprimento de onda ou cor de luz.

A intensidade luminosa é medida com o auxílio de um aparelho chamado luxímetro, que mede o brilho da luz incidindo sobre uma superfície. O conceito de intensidade de luz não deve ser confundido com o de duração do fotoperíodo, que está relacionado à quantidade de horas de luz. Uma forte intensidade luminosa não compensa os efeitos deletérios de uma pequena duração de fotoperíodo (FREITAS, 2003).

Há grande contradição na literatura quanto a intensidade luminosa ideal para maximizar a produção de ovos, já que alguns autores recomendam intensidade de 5 lux, enquanto muitos manuais indicam 30 lux, como, por exemplo, o Guia de Manejo da Hy-Line (2009). Nesse sentido, Renema et al. (2001) estimularam poedeiras comerciais de diversas linhagens utilizando intensidades luminosas de 1, 5, 50, e 500 lux e encontraram efeito significativo na produção de ovos em todas as linhagens. O fornecimento de um lux de intensidade luminosa proporcionou menor produção de ovos se comparado ao fornecimento de 5 ou 50 lux, sendo que 500 lux proporcionou resultados intermediários, não diferindo dos demais.

Aliado ao fato de haver necessidade de mais estudos com relação à iluminação para codornas japonesas, é importante salientar que a modernização tecnológica ocorrida na avicultura industrial nas últimas décadas não levou em consideração a limitação quanto ao uso de energia elétrica. O racionamento realizado em 2001 levou à adoção de medidas de emergência que foram aplicadas para diminuir o consumo e aumentar a geração e distribuição e, por isso, diversos setores produtivos precisaram se ajustar a essas medidas (CEMIG, 2001).

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi buscar a intensidade luminosa da luz artificial, utilizada para complementar o fotoperíodo natural, que aliasse bom desempenho e qualidade dos ovos à economia de energia elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no setor de avicultura.

O experimento foi realizado em galpão aberto, dotado de forração, medindo 70 x 10m que foi dividido em oito ambientes, com lona de plástico preta de forma a evitar a passagem de luz de um ambiente para os outros.

As aves foram alojadas em baterias, sendo uma para cada ambiente. Cada bateria era composta por seis gaiolas metálicas com as seguintes dimensões: 96 cm de comprimento x 38 cm de profundidade e 16 cm de altura, divididas em três compartimentos internos de 32 cm cada, dispostas em três andares, em formato de pirâmide. Foram alojadas nove aves por compartimento, totalizando 27 aves por gaiola submetidas a uma taxa de lotação de 135,1 cm²/ave, de acordo com as recomendações de Molino et al. (2010). Os comedouros eram lineares e colocados frontalmente à gaiola (um para cada gaiola) e os bebedouros tipo “nipple”.

Foram utilizadas 1296 codornas japonesas no período pós pico de produção com 15 semanas de idade no início do experimento que foram submetidas a um delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos, com 12 repetições de 27 aves cada.

Antes do início do experimento, foi efetuada a seleção do lote, sendo eliminadas as aves improdutivas. Na fase pré-experimental todas as aves foram submetidas a 15 horas de luz de luz por dia e a intensidade luminosa da luz artificial utilizada para complementar o fotoperíodo natural foi 22 lux. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes e programa de iluminação contínuo.

A ração foi formulada a base de milho e farelo de soja, de acordo com o programa de alimentação proposto pelo NRC (1994). A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram submetidas a quatro tratamentos, que consistiam na intensidade luminosa utilizada para complementar o fotoperíodo natural. Todos os tratamentos consistiram de fotoperíodo contínuo, sendo eles: T1- 5 lux, T2- 10 lux, T3- 15 lux e T4- 22 lux (controle). A medição da intensidade luminosa de cada tratamento foi efetuada através de um luxímetro colocado na altura da cabeça das aves. Durante o período experimental a duração do fotoperíodo natural variou de 10h45m para 11h45m, sendo que a quantidade de horas de luz artificial fornecida em cada tratamento foi dividida igualmente entre o período da manhã e da tarde a fim de completar 15 horas de luz por dia, que foi o melhor resultado obtido em experimento realizado anteriormente. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes em todos os tratamentos. O período experimental teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias.

Diariamente foram anotados os dados de mortalidade e número de ovos inteiros e quebrados. Semanalmente foram pesadas as sobras de ração de cada gaiola para a estimativa do consumo médio por ave alojada.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, percentagem de postura, percentagem de ovos inteiros, peso dos ovos, massa de ovos, conversões alimentares por dúzia e massa de ovos e viabilidade.

A cada período de 28 dias foram coletados e analisados dois ovos de cada parcela por três dias consecutivos (totalizando 24 ovos por tratamento em cada análise).

As características de qualidade dos ovos avaliadas foram: gravidade específica, que foi efetuada de acordo com as recomendações de Moreng e Avens (1990); resistência da casca do ovo à quebra, efetuada através de um texturômetro, TA.XT plus Texture analyser utilizando-se sonda de ruptura de 75 mm (P/75), velocidade de teste de 1mm/segundo; percentagem de casca, gema e albúmen, espessura de casca e peso da casca por superfície de área, determinado através da fórmula: $PCSA = (\text{peso da casca} / 3,9782 \times (\text{peso do ovo})^{0,7056}) \times 1000$ e expresso em mg/cm².

Para análise dos resultados foi utilizada a análise de variância e para comparação das médias o teste de Tukey (P<0,05). O pacote computacional utilizado foi o Sisvar[®] (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados de desempenho das aves submetidas a quatro intensidades luminosas.

Tabela 1 Desempenho de codornas japonesas submetidas aos tratamentos experimentais.

Trat	CR	Post	PO	MO	CA/dz	CA/kg	Int	Viab
5 lux	31,39	92,77	11,16	10,35	0,41	3,04	99,51	100,00
10 lux	30,97	91,18	11,09	10,12	0,41	3,09	99,43	99,85
15 lux	30,40	92,35	11,12	10,27	0,40	2,97	99,61	99,84
22 lux	31,24	93,13	11,07	10,31	0,40	3,04	99,75	100,00
CV (%)	2,48	3,62	1,63	4,37	3,99	4,48	0,92	0,17

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

CR: consumo de ração (g/ave/dia); Post: percentagem de postura (%); PO: peso de ovo (g); MO: massa de ovos (g/ave/dia); CA/dz: conversão alimentar por dúzia de ovos; CA/kg: conversão alimentar por quilograma de ovos; Int: percentagem de ovos inteiros (%); Viab: viabilidade (%).

De acordo com a Tabela 1, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para nenhuma das características avaliadas.

Robinson e Renema (1999) afirmam que as aves precisam de uma diferença de dez vezes na intensidade luminosa entre o dia e a noite para distingui-los corretamente. Os autores acreditam que, se a ave conseguir distinguir o dia da noite, a diferença na intensidade da luz artificial em relação à intensidade da luz natural não irá afetá-la. Os mesmos autores afirmam ainda que 0,47 lux não são suficientes para estimular matrizes pesadas, havendo necessidade de pelo menos cinco lux para estas aves se tornarem ativas, conseguindo distinguir a noite do dia.

Esta hipótese se confirmou também com codornas japonesas através do presente estudo, pois ao se utilizar apenas cinco lux de intensidade luminosa da luz artificial utilizada para complementar o fotoperíodo natural, os resultados de desempenho mostram que codornas também se tornam ativas com apenas cinco lux de intensidade luminosa. Ressalta-se que este fato é de suma importância pois menores intensidades luminosas geram maior economia de energia elétrica.

É importante salientar que a maioria das recomendações de iluminação de galpões adotadas no Brasil, é proveniente de estudos realizados em outros países, onde a maioria

dos galpões é fechada. Renema et al. (2001), por exemplo, recomendam intensidades luminosas entre 5 e 50 lux para maximização da produção de ovos.

Por outro lado, ao se trabalhar em galpões abertos, Cotta (2002) afirma que para maximizar a produção de ovos de poedeiras comerciais, são necessários 10 lux na altura das gaiolas ou altura da cabeça das aves, porém, através dos resultados do presente estudo, pode-se notar que para codornas japonesas, o fornecimento de cinco lux é suficiente para proporcionar os mesmos resultados que aquelas submetidas aos 22 lux recomendados na literatura para poedeiras comerciais.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de qualidade dos ovos das aves submetidas a quatro intensidades luminosas.

Tabela 2 Qualidade dos ovos de codornas japonesas submetidas aos tratamentos experimentais

Trat	GE (g/cm³)	Resist (gf)	Casca (%)	Gema (%)	Alb (%)	Espes (mm)	PCSA (mg/cm²)
5 lux	1,0747	1.350	8,09	30,73	61,18	0,221	41,27
10 lux	1,0750	1.344	8,08	30,69	61,22	0,219	41,42
15 lux	1,0742	1.242	8,07	30,94	60,99	0,218	41,28
22 lux	1,0751	1.310	8,03	30,48	61,49	0,219	41,44
CV (%)	0,14	8,89	3,34	2,25	1,22	2,49	3,35

GE: gravidade específica; Resist: resistência da casca à quebra; Casca: percentagem de casca; Gema: percentagem de gema; Alb: percentagem de albúmen; Espes: espessura da casca; PCSA: peso de casca por superfície de área.

De acordo com a Tabela 2 observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a qualidade dos ovos.

Renema et al. (2001) em um estudo sobre os efeitos da variação da intensidade luminosa (1, 5, 50 e 500 lux) na produção e qualidade dos ovos de quatro linhagens de poedeiras comerciais (duas brancas e duas marrons), não observaram interação significativa entre linhagem e intensidade luminosa, porém, observaram que as aves submetidas a um lux de intensidade luminosa, apesar de terem produzido ovos mais pesados, produziram menor quantidade de ovos, sendo que essas aves e as aves

submetidas a 500 lux de intensidade de luz apresentaram menor massa de ovos. Com relação à qualidade dos ovos, aves submetidas à intensidade luminosa de um lux produziram ovos com melhor gravidade específica se comparadas às aves submetidas a 5 e 500 lux e o peso da casca foi maior apenas se comparadas aos ovos das aves que receberam 500 lux de intensidade luminosa. Os autores não encontraram efeito dos tratamentos tanto para percentagem de gema quanto de casca.

Nota-se que os resultados obtidos por esses autores são bastante inconsistentes, tendo em vista que características com alta correlação tiveram comportamentos totalmente divergentes como é o caso do peso dos ovos e qualidade da casca dos mesmos.

Por outro lado, Tucker e Charles (1993) não relataram respostas significativas para intensidades de luz variando de 0,5 a 15 lux, o que levou os autores a sugerirem que as linhagens mais modernas de galinhas poedeiras (se comparadas a estudos anteriores) eram mais tolerantes às intensidades luminosas mais baixas que as linhagens anteriores. Um suporte adicional a esta hipótese foi fornecido por Morris (1994), que sugeriu que as linhagens de poedeiras comerciais de 1980 foram menos sensíveis à intensidade da luz do que as de 1960.

Uma pesquisa realizada por Hill et al. (1988) em galpões fechados, também com galinhas poedeiras, não indicou efeito de tratamento tanto na produção quanto na qualidade dos ovos ao fornecer intensidades luminosas variando de 2 a 45 lux. Os pesquisadores sugeriram que a variação utilizada pode não ter sido suficiente para produzir uma resposta clara.

No presente estudo, a variação na intensidade luminosa também foi pequena (5 a 22 lux), pois é comum utilizar na coturnicultura brasileira a recomendação existente

para poedeiras comerciais, além de estar trabalhando em galpão aberto (que é o mais utilizado no Brasil). O intuito desta pesquisa foi manter o desempenho e a qualidade dos ovos com economia de energia elétrica, desta forma, a ausência de efeito significativo da intensidade luminosa sobre o desempenho e qualidade dos ovos pode ser considerada positiva, pois permitiu a manutenção dos índices zootécnicos com economia de energia elétrica.

CONCLUSÕES

O fornecimento de cinco lux de intensidade luminosa da luz artificial utilizada na complementação do fotoperíodo natural para iluminação de galpões abertos, promove bons resultados de desempenho e qualidade dos ovos, com maior economia de energia elétrica na produção de codornas japonesas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIKI, J.; MURATA L.S.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ARAÚJO, W.A.; YABUTA, S.S.; MORAES, V.M.B; SAKOMURA, N.K. Comparação entre rações processadas no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza, CE, **Anais...**, Fortaleza, CE. Brasil: SBZ; 1996. p.31-34.

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000.

COTTA, J. T. B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 260 p.

ETCHES, R. J. **Reproducción aviaria**. Zaragoza: Acribia, 1996. 339 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados - SISVAR**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.

HILL, J. A., CHARLES, D. R. SPECHTER, H. H. BAILEY, R. A. BALLANTYNE, A. J. Effects of multiple environmental and nutritional factors on laying hens. **British Poultry Science**, v: 29 p. 499–511, 1988.

HY-LINE. **Guia de manejo** – Hy-Line variedade W36. 2009, 42 p. Disponível em: <<http://www.hylinedobrasil.com.br/>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; VERCESE, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: Congresso de Produção, Comercialização e Consumo de Ovos, 8, 2010, São Pedro, **Anais...** São Pedro, 2010. CD ROM.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

MORRIS, T. R. Lighting for layers: What we know and what we need to know. **World's Poultry Science Journal**, v. 50, p. 283–287, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 10. ed. Washington, 1994. 155 p.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1761-1770, 2002.

RENEMA, R. A.; ROBINSON, F. E.; OOSTERHOFF, H. H.; FEDDES, J.J.R ; WILSON, J. L. Effects of photostimulatory light intensity on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in modern and antique egg-type pullets. **Poultry Science**, v. 80, p. 47–56, 2001.

ROBINSON, F. E.; RENEMA, R. A. Principles of photoperiod management in female broiler breeders. **Quarterly Publication of Cobb-Vantress, Incorporated**. Arkansas. v.7 n.1, 1999.

STALDEMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and Technology**. Food Products Prees, New York, 1990. 37p. 3th Edition.

TUCKER, S.A; CHARLES, D.R. Light intensity, intermittent light and feeding regimens during rearing as affecting egg production and egg quality. **British Poultry Science**. Madson, v. 34, p. 255-266, 1993.

CAPÍTULO 4

TIPO DE LÂMPADA NA ILUMINAÇÃO DE GALPÕES DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE PRODUÇÃO

RESUMO

Sabe-se que o uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva de aves de postura, e acredita-se que o tipo de lâmpada possa influenciar a produção de ovos. Há muitos anos utiliza-se para codornas japonesas as mesmas recomendações feitas para poedeiras comerciais quanto ao uso da iluminação, havendo necessidade de novas pesquisas específicas para codornas. Além disso, há uma pressão dos movimentos preservacionistas e também uma preocupação crescente da população com relação à disponibilidade de recursos naturais, sendo um dos principais problemas o aumento da geração de energia, fazendo com que haja necessidade de todos os setores de produção se adequarem ao programa de economia de energia elétrica. Desta forma, a fim de avaliar o tipo de lâmpada utilizada para fornecer a luz artificial necessária para suplementação da luz natural, que maximize a produção e a qualidade dos ovos de codornas japonesas e proporcione economia de energia elétrica, foi realizado um experimento onde se utilizou quatro tipos de lâmpada. Os tratamentos adotados foram: T1: lâmpada fluorescente compacta branca (temperatura de cor: 6500K), T2: lâmpada fluorescente compacta amarela (temperatura de cor: 2700K), T3: lâmpada incandescente e T4: LED amarelo (temperatura de cor: 2700K). A duração do fotoperíodo foi de 15 horas por dia, fornecido de modo contínuo e a intensidade luminosa foi de cinco lux. Foram utilizadas 1296 codornas japonesas com 15 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 12 repetições de 27 aves cada. Avaliaram-se as características de desempenho das aves e qualidade interna e externa dos ovos. Não houve efeito de tratamento no desempenho e na qualidade dos ovos. A utilização de lâmpadas fluorescentes (brancas ou amarelas) ou lâmpadas de LED para o fornecimento da luz artificial necessária à complementação da luz natural na iluminação de galpões abertos, promove bons resultados de desempenho e qualidade dos ovos com maior economia de energia elétrica comparativamente às lâmpadas incandescentes.

PALAVRAS-CHAVE: coturnicultura, luz, produção de ovos, qualidade dos ovos

INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade relativamente nova no cenário pecuário brasileiro o que leva a uma adaptação de técnicas e manejo praticados na criação de poedeiras comerciais. Sabe-se que para as aves a luz é de extrema relevância, pois afeta diretamente a produção hormonal e, conseqüentemente, a produção de ovos.

Desta forma, é comum na avicultura de postura a adoção de dias longos, com comprimento de fotoperíodo de 16 a 17 horas por dia (luz natural suplementada com luz artificial) para maximizar a produção de ovos. Porém, a iluminação dos galpões pode gerar grandes gastos, pois geralmente é composta por um elevado número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência (incandescentes). Assim como o comprimento do fotoperíodo, o tipo de lâmpada utilizado também é um fator importante, pois pode influenciar a produção de ovos (Gewehr, 2003) e aumentar o consumo de energia elétrica. Segundo Cotta (2002) a escolha do tipo de lâmpada vai depender de inúmeros fatores, tais como custo, durabilidade, manutenção e eficiência.

As lâmpadas usualmente empregadas são as incandescentes, que apresentam baixa taxa de conversão de energia elétrica em energia luminosa, além de pequena durabilidade (vida média de 1000 h), fato que aumenta os gastos com reposição (JORDAN e TAVARES, 2005).

Araújo et al. (2011) afirmam que a utilização de lâmpadas fluorescentes compactas implica um maior custo de instalação, no entanto, resulta em menor consumo de energia (70% a menos). Como vantagem tem-se a durabilidade da lâmpada, sendo 8 a 10 vezes maior que a incandescente, porém, não podem ser utilizadas com reostatos (dimer). Devido ao seu maior raio de alcance, essas lâmpadas podem ser instaladas em

alturas superiores às lâmpadas fluorescentes convencionais (1,70 a 2,0 m) sem comprometer a eficácia da iluminação.

A tecnologia para a iluminação de ambientes tem apresentado grandes avanços nos últimos anos. Aos poucos, as tradicionais lâmpadas têm dado lugar aos diodos emissores de luz (LED). Estes são compostos por material semicondutor, e quando uma corrente elétrica percorre esse diodo, ele é capaz de emitir luz. A vantagem dos LEDs em relação às demais é que consomem cerca de 80% menos energia que as incandescentes, são duas vezes mais eficientes que as fluorescentes e possuem maior vida útil. Entretanto, sua potência e ângulo de emissão de luz são bastante reduzidos. Assim, seriam necessárias várias lâmpadas instaladas bem próximas às aves, para substituir a iluminação convencional, aumentando bastante os custos de instalação. Estudos sugerem que a conversão completa para a tecnologia LED diminuiria em até 50% as emissões de CO₂, a partir do uso de energia elétrica para iluminação, em pouco mais de 20 anos (ARAÚJO et al., 2011).

Alguns estudos com frangos de corte e poedeiras comerciais foram realizados comparando tipos de lâmpada (incandescente, fluorescente ou LED) e a cor emitida por elas (vermelha, laranja, verde, azul, amarela ou branca). Desta forma, Er et al. (2007) que trabalharam com poedeiras comerciais e utilizaram LEDs azuis, verdes e vermelhos em comparação à utilização de lâmpadas incandescentes para a iluminação do galpão. Os autores observaram que a percentagem de postura não foi afetada pelo tipo de lâmpada, porém, o peso dos ovos foi maior quando as aves foram submetidas à iluminação através de lâmpadas incandescentes comparado às aves submetidas à iluminação através do LED vermelho, sendo que os LEDs azuis e verdes não proporcionaram diferenças no peso dos ovos se comparados aos demais tratamentos.

Em um estudo para avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte submetidos à iluminação através de dois tipos de lâmpada, Paixão et al. (2011) realizaram um experimento utilizando LEDs brancos em comparação às lâmpadas fluorescentes compactas. Os autores afirmam não haver nenhuma diferença no desempenho das aves ao serem submetidas aos dois tipos de lâmpada testados.

Robinson e Renema (1999) afirmam que ao se comparar luzes incandescentes com fluorescentes a intensidades superiores a cinco lux, as aves são mais ativas sob a luz fluorescente. Apesar da mesma intensidade luminosa, segundo os autores, isto pode ser explicado pelo fato de as aves perceberem uma intensidade luminosa superior quando expostas a luz fluorescente devido ao espectro do olho (olhos mais sensíveis a determinados comprimentos de onda).

Widowski et al. (1992), ofereceram para poedeiras comerciais dois ambientes, um iluminado com lâmpadas fluorescentes compactas e outro com lâmpadas incandescentes e avaliaram a preferência das aves através do tempo de permanência em cada ambiente. Os autores concluíram que a uma intensidade luminosa de 12 lux, as aves permaneceram mais tempo no ambiente com iluminação através de lâmpadas fluorescentes compactas, donde os autores concluíram que essa iluminação proporciona maior bem estar às aves, promovendo ainda maior economia de energia elétrica.

O desempenho e a qualidade dos ovos das aves submetidas à iluminação com LED ou com lâmpada fluorescente compacta são considerados positivos quando este for igual ou superior ao desempenho obtido com a utilização das lâmpadas incandescentes, que são as mais utilizadas atualmente. O grande diferencial é a economia que o LED e a lâmpada fluorescente trarão ao produtor avícola devido sua longa vida útil, facilidade de manejo e baixo consumo de energia elétrica.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar a utilização de quatro tipos de lâmpadas utilizadas na iluminação dos galpões de codornas japonesas quanto ao desempenho e a qualidade dos ovos, visando aumentar a economia de energia elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no setor de avicultura.

O experimento foi realizado em galpão aberto, dotado de forração, medindo 70 x 10m que foi dividido em oito ambientes, com lona de plástico preta de forma a evitar a passagem de luz de um ambiente para os outros.

As aves foram alojadas em baterias, sendo uma para cada ambiente. Cada bateria era composta por seis gaiolas metálicas com as seguintes dimensões: 96 cm de comprimento x 38 cm de profundidade e 16 cm de altura, divididas em três compartimentos internos de 32 cm cada, dispostas em três andares, em formato de pirâmide. Foram alojadas nove aves por compartimento, totalizando 27 aves por gaiola submetidas a uma taxa de lotação de 135,1 cm²/ave, de acordo com as recomendações de Molino et al. (2010). Os comedouros eram lineares e colocados frontalmente à gaiola (um para cada gaiola) e os bebedouros tipo “nipple”.

Foram utilizadas 1296 codornas japonesas no período pós pico de produção com 15 semanas de idade no início do experimento que foram submetidas a um delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos, com 12 repetições de 27 aves cada.

Antes do início do experimento, foi efetuada a seleção do lote, sendo eliminadas as aves improdutivas. Na fase pré-experimental todas as aves foram submetidas a 15 horas de luz de luz por dia, sendo que a intensidade luminosa da luz artificial utilizada para complementar o fotoperíodo natural foi 22 lux. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes e programa de iluminação contínuo.

A ração foi formulada a base de milho e farelo de soja, de acordo com o programa de alimentação proposto pelo NRC (1994). A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram submetidas a quatro tratamentos, que consistiam nos tipos de lâmpadas utilizadas no galpão, sendo eles: T1- lâmpada fluorescente compacta branca (temperatura de cor: 6500K), T2- lâmpada fluorescente compacta amarela (temperatura de cor: 2700K), T3- lâmpada incandescente e T4- LED amarelo (temperatura de cor: 2700K). De acordo com os fabricantes a temperatura de cor expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte de luz e sua unidade de medida é o Kelvin (K). Quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade de cor da luz, ou seja, uma lâmpada de temperatura de cor de 2.700 K tem tonalidade suave (amarelada) e uma lâmpada de temperatura de cor de 6.500 K tem tonalidade clara (branca).

O período experimental teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias. Durante o período experimental a duração do fotoperíodo natural variou de 12h45m para 11h45m, sendo que a luz artificial fornecida em cada tratamento foi dividida igualmente entre o período da manhã e da tarde por meio de fotoperíodo contínuo, a fim de completar 15 horas de luz por dia, que foi o melhor resultado obtido em experimento realizado anteriormente. A intensidade luminosa da luz artificial foi de

cinco lux na altura dos olhos das aves, que também foi o melhor resultado de experimentos anteriores.

Diariamente foram anotados os dados de mortalidade e número de ovos inteiros e quebrados. Semanalmente foram pesadas as sobras de ração de cada gaiola para a estimativa do consumo médio por ave alojada.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, percentagem de postura, percentagem de ovos inteiros, peso dos ovos, massa de ovos, conversões alimentares por dúzia e massa de ovos e viabilidade.

A cada período de 28 dias foram coletados e analisados dois ovos de cada parcela por três dias consecutivos (totalizando 24 ovos por tratamento em cada análise).

As características de qualidade dos ovos avaliadas foram: gravidade específica, que foi efetuada de acordo com as recomendações de Moreng e Avens (1990); resistência da casca do ovo à quebra, efetuada através de um texturômetro, TA.XT plus Texture analyser utilizando-se sonda de ruptura de 75 mm (P/75), velocidade de teste de 1mm/segundo; percentagem de casca, gema e albúmen, espessura de casca e peso da casca por superfície de área, determinado através da fórmula: $PCSA = (\text{peso da casca} / 3,9782 \times (\text{peso do ovo})^{0,7056}) \times 1000$ e expresso em mg/cm².

Para análise dos resultados foi utilizada a análise de variância e para comparação das médias o teste de Tukey (P<0,05). O pacote computacional utilizado foi o Sisvar[®] (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados de desempenho das aves submetidas aos quatro tipos de lâmpada.

Tabela 1 Desempenho de codornas japonesas submetidas aos tratamentos experimentais.

Trat	CR	Post	PO	MO	CA/dz	CA/kg	Int	Viab
Flu Bca	29,84	93,35	10,98	10,25	0,39	2,96	98,74	99,84
Flu Ama	28,85	91,28	11,13	10,17	0,38	2,89	99,50	99,84
Incand	29,63	92,78	11,13	10,33	0,39	2,92	99,52	99,75
LED	29,95	93,85	11,09	10,41	0,39	2,92	99,31	99,84
CV (%)	3,69	3,19	1,80	3,90	5,32	5,13	0,78	0,25

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Flu Bca: lâmpada fluorescente compacta branca; Flu Ama: lâmpada fluorescente compacta amarela; Incand: lâmpada incandescente; LED: diodo emissor de luz.

CR: consumo de ração (g/ave/dia); Post: percentagem de postura (%); PO: peso de ovo (g); MO: massa de ovos (g/ave/dia); CA/dz: conversão alimentar por dúzia de ovos; CA/kg: conversão alimentar por quilograma de ovos; Int: percentagem de ovos inteiros (%); Viab: viabilidade (%).

De acordo com a Tabela 1, é possível notar que não houve diferença significativa no desempenho das aves, entre os tipos de lâmpadas utilizadas.

Assim como no presente estudo, Gewher, (2003) não observou diferenças na produção e na qualidade dos ovos de codornas japonesas ao utilizar lâmpadas fluorescentes ou incandescentes. Também Jácome et al., (2012) compararam a utilização de LEDs coloridos (branco, laranja ou azul) à utilização de lâmpadas incandescentes e concluíram que independentemente da cor, não houve diferenças significativas entre os tipos de lâmpada no desempenho produtivo de codornas japonesas.

Ao contrário do que foi observado no presente estudo, Ahmad et al. (2010) trabalharam com poedeiras comerciais e obtiveram conversão alimentar de aves mantidas sob lâmpadas incandescentes significativamente melhor do que das aves mantidas sob lâmpadas fluorescentes (compactas e comuns). No entanto, os autores afirmam que a economia no custo global de produção de aves mantidas sob lâmpadas fluorescentes compactas foi menor do que os outros dois grupos. Da mesma forma, Fitzsimmons e Newcombe (1990) obtiveram maior taxa de postura de poedeiras

comerciais submetidas à iluminação através de lâmpadas fluorescentes (compactas ou comuns), se comparadas às aves expostas à iluminação através de lâmpadas incandescentes.

De modo análogo ao ocorrido na presente pesquisa com codornas japonesas, em frangos de corte, o tipo de lâmpada (incandescente, fluorescente ou LED) parece não influenciar o desempenho. Assim, Ghuffar et al. (2009) afirmaram não haver diferença no desempenho de frangos de corte em nenhuma das fases de criação ao se utilizar lâmpadas incandescentes ou fluorescentes na iluminação dos galpões e Paixão et al. (2011) também não encontraram efeito da iluminação no desempenho produtivo de frangos de corte, machos e fêmeas, ao utilizarem lâmpadas de LED branco ou lâmpadas fluorescentes compactas.

Desta forma, é possível notar uma divergência de resultados ao se trabalhar com poedeiras comerciais, frangos de corte ou codornas japonesas, o que reafirma a importância de se estudar técnicas de criação específicas para cada espécie, pois as aves podem responder de forma diferente, mesmo sendo submetidas às mesmas condições.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de qualidade dos ovos das aves submetidas a quatro tipos de lâmpada.

Tabela 2 Qualidade dos ovos de codornas japonesas submetidas aos tratamentos experimentais

Trat	GE (g/cm³)	Resis (gf)	Casca (%)	Gema (%)	Álbum (%)	Espes (mm)	PCSA (mg/cm²)
Flu Bca	1,077	1.347	7,94	30,73	61,45	0,211	41,54
Flu Ama	1,076	1.212	7,82	30,69	61,94	0,211	40,61
Incand	1,078	1.315	8,01	30,94	61,42	0,209	41,87
LED	1,076	1.202	7,76	30,48	61,69	0,208	40,13
CV (%)	0,44	11,16	4,39	2,25	3,34	3,56	7,09

Flu Bca: lâmpada fluorescente compacta branca; Flu Ama: lâmpada fluorescente compacta amarela; Incand: lâmpada incandescente; LED: diodo emissor de luz.

GE: gravidade específica; Resist: resistência da casca à quebra; Casca: percentagem de casca; Gema: percentagem de gema; Albúmen: percentagem de albúmen; Espes: espessura da casca; PCSA: peso de casca por superfície de área.

De acordo com a Tabela 2 observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a qualidade dos ovos.

Sabe-se que fatores ambientais como temperatura e umidade relativa do ar podem influenciar a qualidade dos ovos, pois temperaturas elevadas, por exemplo, pioram significativamente a qualidade interna dos mesmos; porém, não há estudos que comprovem que o tipo de lâmpada exerça alguma influência direta na qualidade dos ovos e como o consumo de ração, a percentagem de postura e o peso dos ovos (que poderiam ter sido afetados pelo tipo lâmpada) foram semelhantes, era de se esperar que a qualidade também não sofresse efeito de tratamento.

No trabalho de Jácome, et al., (2012) com codornas japonesas e utilização de LEDs coloridos (branco, laranja ou azul) ou lâmpadas incandescentes também não houve efeito dos tratamentos sobre a qualidade dos ovos. Por outro lado, Er et al. (2007) utilizaram LEDs azuis, verdes e vermelhos em comparação às lâmpadas incandescentes para a iluminação do galpão de poedeiras comerciais e observaram que LEDs verdes proporcionaram maior espessura de casca e resistência da casca à quebra se comparados às lâmpadas incandescentes e aos LEDs azuis, sendo que os LEDs vermelhos

proporcionaram valores semelhantes à todos os tratamentos. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de as aves que apresentaram pior qualidade da casca dos ovos foram as mesmas que apresentaram ovos mais pesados.

A literatura atual a respeito das fontes de iluminação para a avicultura de postura é escassa, sendo a maioria dos trabalhos realizados há mais de 45 anos, o que dificulta a discussão dos resultados da presente pesquisa, tendo em vista que as lâmpadas utilizadas naquela época se tornaram obsoletas na avicultura moderna. Deve-se lembrar que esses estudos foram realizados com poedeiras comerciais e essas aves sofreram grande melhoramento genético sendo selecionadas para produção de ovos, e as aves modernas apresentam respostas diferentes com relação ao fornecimento de luz, o que pode não ocorrer com as codornas japonesas, já que o melhoramento genético dessas aves está se desenvolvendo em bases científicas há poucos anos. Desta forma, há necessidade de mais estudos com a utilização de codornas japonesas, bem como de novas tecnologias para iluminação que vem surgindo atualmente.

A ausência de efeitos do tipo de lâmpada obtida no presente estudo, mostra que ao se fornecer a quantidade e intensidade de luz suficientes, o tipo de lâmpada utilizado não altera os resultados de desempenho e qualidade dos ovos, podendo ter influência apenas no consumo de energia elétrica, já que as lâmpadas de LED são duas vezes mais econômicas que as fluorescentes compactas e estas por sua vez são 70% mais econômicas que as incandescentes (BORILLE et al., 2012). É importante salientar que mais pesquisas são necessárias quanto ao bem estar das aves, a fim de avaliar se há influência do tipo de lâmpada sobre o comportamento das mesmas, para que, por fim, seja possível aliar desempenho, economia de energia elétrica e bem estar animal.

CONCLUSÕES

A utilização de lâmpadas fluorescentes (brancas ou amarelas) ou lâmpadas de LED para o fornecimento da luz artificial necessária à complementação da luz natural na iluminação de galpões abertos, promove bons resultados de desempenho e qualidade dos ovos com maior economia de energia elétrica comparativamente às lâmpadas incandescentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, F.; HAQ, A.; ASHRAF, M.; HUSSAIN, J.; SIDDIQUI, M. Z. Production performance of white leghorn hens under different lighting regimes. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 30, n. 1, p. 21-24, 2010.
- 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, n. 52, p. 58-65, 2011.
- BORILLE, R.; GARCIA, R.G.G.; ROYER, A.F.B.; PAZ, I.C.L.A.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; JÁCOME, I.M.D.T. LED: uma nova luz para a avicultura moderna. **Revista do ovo**. Campinas/SP, n. 7, p. 14-18, 2012.
- BOSHOUWERS, F.M.G.; NICAISE, E. Artificial light sources and their influence on physical activity and energy expenditure of laying hens. **British Poultry Science**, Madson, v.34, p. 11-19, 1993.
- CHEN, Y.; CAO, J.; LIU, W.; WANG, Z.; XIE, D.; JIA, L. Green and blue monochromatic lights promote growth and development of broilers via stimulating testosterone secretion and myofiber growth. Poultry Science Association, inc.. **Journal of Applied Poultry Research**. vol. 17 no. 2 211-218. 2008.
- COTTA, J. T. B. **Galinha: Produção de ovos**. Aprenda Fácil, Viçosa, Brasil, 260p. 2002.
- ER, D.; WANG, Z.; CAO, J.; CHEN, Y. Effect of Monochromatic Light on the Egg Quality of Laying Hens. **Journal Applied Poultry Research**, v. 16, p. 605-612, 2007.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados - SISVAR**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.
- FITZSIMMONS R. C.; NEWCOMBE M. The Effects of Fluorescent Light Sources on the Performance of White Leghorn Hens. **Poultry Science**, v. 69, p. 1455-1460, 1990.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 93 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

GHUFFAR, A.; RAHMAN, K.; SIDDIQUE, M.; AHMAD, F.; KHAN, M. A. Impact of various lighting source (incandescent, fluorescent, metal halide and high pressure sodium) on the production performance of chicken broilers. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 46, n.1, p. 40-45, 2009.

HY-LINE. **Guia de manejo** – Hy-Line variedade W36. 2009, 42p. Disponível em: <<http://www.hylinedobrasil.com.br/>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

JÁCOME, I.M.D.T.; BORILLE, R.; ROSSI, L.A.; RIZZOTTO, D.W.; BECKER, J.A.; SAMPAIO, C. F.R. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 235, p. 449-456, 2012.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.9, n.3, p.420-423, 2005.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; VERCESE, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 8., 2010, São Pedro, **Anais...** São Pedro, 2010. CD ROM.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 10. ed. Washington, 1994. 155 p.

PAIXÃO, S. F.; MENDES, S.A.; RESTELATTO, R.; MAROSTEGA, J.; SOUZA, C.; POSSENTI, J.C., Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lâmpadas. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR – CÂMPUS DOIS VIZINHOS, 1., SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 5., SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E BIOLÓGICAS, 1., 2011, Dois Vizinhos, **Anais...**, Dois Vizinhos, PR: UTFPR, 2011. CD ROM.

ROBINSON, F. E. ; RENEMA, R. A. Principles of photoperiod management in female broiler breeders. **Quarterly Publication of Cobb-Vantress, Incorporated**. Arkansas. v.7 n.1, 1999.

XIE, D.; WANG, Z. X.; DONG, Y. L.; CAO, J.; WANG, J. F.; CHEN, J. L.; CHEN, Y. X. Effects of Monochromatic Light on Immune Response of Broilers. **Poultry Science**. vol. 87 no. 8 1535-1539. August 2008.

WIDOWSKI, T.M.; KEELING, L.J.; DUNCAN, I.L.H. The preferences of hens for compact fluorescent over incandescent lighting, **Canadian Journal of Animal Science**. v. 72, p. 203-211, 1992.

CAPÍTULO 5

PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS CRIADAS EM GALPÕES ABERTOS

RESUMO

Sabe-se que o uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva de aves de postura, e acredita-se que o programa de luz possa influenciar a produção de ovos. Há muitos anos utiliza-se para codornas japonesas as mesmas recomendações feitas para poedeiras comerciais quanto ao uso da iluminação, havendo necessidade de novas pesquisas específicas para codornas. Além disso, há uma pressão dos movimentos preservacionistas e também uma preocupação crescente da população com relação à disponibilidade de recursos naturais, sendo um dos principais problemas o aumento da geração de energia, fazendo com que haja necessidade de todos os setores de produção se adequarem ao programa de economia de energia elétrica. Desta forma, a fim de avaliar o programa de luz que maximize a produção e a qualidade dos ovos de codornas japonesas e proporcione economia de energia elétrica, foi realizado um experimento onde se utilizou quatro programas de luz: T1: contínuo, T2: intermitente 1 (fornecida uma hora de luz, após uma hora do ocaso), T3: intermitente 2 (uma hora de luz iniciando duas horas antes do amanhecer) e T4: intermitente 3 (meia hora de luz após uma hora do ocaso e meia hora de luz iniciando uma hora e meia antes de amanhecer). Todos os tratamentos tiveram o mesmo comprimento de fotoperíodo de 15 horas (considerando que nos programas intermitentes as aves ignoraram os períodos de escuro inseridos antes de amanhecer ou após o ocaso), intensidade luminosa de cinco lux e lâmpadas fluorescentes compactas amarelas. Foram utilizadas 1296 codornas japonesas com 15 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 12 repetições de 27 aves cada. Avaliaram-se as características de desempenho das aves e qualidade interna e externa dos ovos. Houve efeito de tratamento na produção, massa de ovos e espessura da casca dos ovos, sendo que os programas contínuo e intermitente 2 (meia hora de luz duas horas antes do amanhecer) promoveram os melhores resultados se comparados ao programa intermitente 3 (15 minutos de luz duas horas antes do amanhecer e uma hora após o ocaso). O programa intermitente 1 (meia hora de luz uma hora após o ocaso) promoveu resultados intermediários, não diferindo dos demais. Através de um programa de iluminação intermitente, com meia hora de luz artificial duas horas antes do amanhecer, é possível manter ótimos índices de desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas criadas em galpões abertos, promovendo assim maior economia de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: luz, produção de ovos, qualidade dos ovos

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de ovos de codorna apresentou um rápido crescimento nos últimos anos, saltando de 192 milhões de dúzias em 2009 para 260 milhões de dúzias produzidas no ano de 2011 (IBGE, 2012). Para acompanhar este crescimento, há um aumento da participação de grandes empresas avícolas, utilizando instalações que propiciam fácil manejo de milhares de aves em um mesmo galpão, tornando a produção mais eficiente e de melhor qualidade para a comercialização.

As codornas apresentam características fisiológicas muito semelhantes às das galinhas, e por isso geralmente são submetidas às mesmas práticas de manejo, obtendo-se bons resultados. A iluminação artificial é uma ferramenta importante para otimizar o desempenho zootécnico das poedeiras e codornas, e vários podem ser os programas utilizados pelos avicultores (FREITAS, 2002).

Os programas de iluminação podem ser divididos em contínuo ou intermitente. De acordo com Campos (2000), o programa contínuo consiste em aplicação de luz natural e artificial de modo contínuo, tanto ao amanhecer quanto ao entardecer. Os programas intermitentes, segundo Gewehr et al. (2005), podem ser definidos como aqueles formados por mais de um período de luz e de escuro em um ciclo de 24 horas.

Quando se utiliza a iluminação artificial para compor um fotoperíodo longo em galpões abertos, pode-se introduzir um programa de iluminação intermitente. Este manejo luminoso pode contribuir para a redução do consumo de energia elétrica em criações intensivas para produção de ovos. Esta hipótese havia sido veiculada por Cotta (1997, 2002). Embora não houvesse nenhum trabalho conclusivo, o autor já mencionava a noção do dia subjetivo. Através deste conceito, poderiam ser adotados programas

intermitentes, como uma alternativa viável para a manutenção da produção e redução de custos na criação de poedeiras.

O “dia subjetivo” é um conceito em que diversos autores afirmam que as aves em produção ignoram períodos de escuro inseridos entre as 14 e 16 horas estimulatórias (GEWEHR, 2003). Acredita-se que quando se fornece um pequeno período de luz em certo momento da noite, antes do amanhecer, a ave entende como o início do dia, ignorando o período escuro que se estabelece entre o período de luz e o clarear do dia. O mesmo ocorre após o escurecer, se um período de luz é dado em determinada hora da noite, o período entre o escurecer e o período de luz é ignorado. Esse período que a ave permanece ativa mesmo na obscuridade, se chama dia subjetivo (GEWEHR, et al., 2005).

Os programas intermitentes já foram amplamente estudados e aprovados em aves criadas em galpões fechados (na Europa e Estados Unidos) e visam reduzir o uso da iluminação artificial, porém, foram pouco testados em galpões abertos, tornando-se importante verificar se a iluminação intermitente poderia ser aplicada em aves criadas nessas instalações nos períodos em que se usa a luz artificial para compor um dia longo (FREITAS et al., 2005).

Gewehr (2003) avaliou a influência do fotoperíodo contínuo e intermitente, ambos com duração de 15h30m, no desempenho das aves e na qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix*), não encontrando diferença na produção, peso e massa de ovos, e também não observou efeito dos programas de luz sobre a gravidade específica.

Em outro trabalho, Freitas et al. (2003) avaliaram os horários de maior concentração de postura de poedeiras leves sob fotoperíodos contínuo e intermitente não

encontrando diferença entre os tratamentos. Estes autores concluíram que os programas intermitentes não alteram os processos fisiológicos que envolvem a formação do ovo, ovulação, ovoposição e ciclo ovulatório. Uma vez introduzidos nas criações intensivas, não será necessário alterar o horário de coleta dos ovos, conseqüentemente, as tarefas diárias relacionadas à mão-de-obra e ao manejo serão semelhantes aos programas convencionais.

Um outro aspecto também de extrema importância a ser avaliado, é que a energia elétrica é oriunda de recursos naturais, os quais estão se tornando cada vez mais escassos. Neste contexto, todo estudo que vise racionalizar o uso da energia nos sistemas de produção merece atenção especial, pois a preservação dos recursos naturais é de grande relevância no sentido de se buscar um desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo comparar os resultados de desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas criadas em galpões abertos e submetidas a programas de iluminação contínuo ou intermitentes durante a fase de produção, buscando assim o programa de iluminação que proporcione os melhores resultados de desempenho e qualidade dos ovos, com maior economia de energia elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no setor de avicultura.

O experimento foi realizado em galpão aberto, dotado de forração, medindo 70 x 10m que foi dividido em oito ambientes, com lona de plástico preta de forma a evitar a passagem de luz de um ambiente para os outros.

As aves foram alojadas em baterias, sendo uma para cada ambiente. Cada bateria era composta por seis gaiolas metálicas com as seguintes dimensões: 96 cm de comprimento x 38 cm de profundidade e 16 cm de altura, divididas em três compartimentos internos de 32 cm cada, dispostas em três andares, em formato de pirâmide. Foram alojadas nove aves por compartimento, totalizando 27 aves por gaiola submetidas a uma taxa de lotação de 135,1 cm²/ave, de acordo com as recomendações de Molino et al. (2010). Os comedouros eram lineares e colocados frontalmente à gaiola (um para cada gaiola) e os bebedouros tipo “nipple”.

Foram utilizadas 1296 codornas japonesas no período pós pico de produção com 15 semanas de idade no início do experimento que foram submetidas a um delineamento experimental inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos, com 12 repetições de 27 aves cada.

Antes do início do experimento, foi efetuada a seleção do lote, sendo eliminadas as aves improdutivas. Na fase pré-experimental todas as aves foram submetidas a 15 horas de luz por dia, a intensidade luminosa da luz artificial utilizada para complementar o fotoperíodo natural foi 22 lux. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes e programa de iluminação contínuo.

A ração foi formulada a base de milho e farelo de soja, de acordo com o programa de alimentação proposto pelo NRC (1994). A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O período experimental teve duração de 112 dias, dividido em quatro ciclos de 28 dias. Durante o período experimental a duração do fotoperíodo natural variou de 12h45m para 11h45m. Foram utilizadas lâmpadas fluorescentes compactas brancas e a intensidade luminosa da luz artificial foi de cinco lux na altura dos olhos das aves.

As aves foram submetidas a quatro tratamentos, que consistiam em programas de iluminação. O primeiro tratamento consistiu em programa contínuo (controle), em que foi fornecido um único fotoperíodo com duração de 15 horas e um único escotoperíodo com duração de nove horas. No segundo tratamento, denominado programa intermitente 1, foram fornecidos dois fotoperíodos e dois escotoperíodos, fornecendo-se uma hora de luz, após uma hora do ocaso. No terceiro tratamento, denominado programa intermitente 2, foram fornecidos dois fotoperíodos e dois escotoperíodos, fornecendo-se uma hora de luz, iniciando duas horas antes do amanhecer. No quarto tratamento, denominado programa intermitente 3, foram fornecidos três fotoperíodos e três escotoperíodos, fornecendo-se meia hora de luz, após uma hora do ocaso e meia hora de luz, iniciando uma hora e meia antes do amanhecer. Considerando-se a noção de “dia subjetivo” descrita por Sauveur (1996), todos os programas de luz intermitentes apresentaram fotoperíodo de 15 horas por dia. Os tratamentos estão ilustrados nas Figuras 1 e 2.

Durante o período experimental houve variação no fotoperíodo natural e foi necessário ajustar os horários de acender e apagar as lâmpadas para manter os tratamentos, porém, nas Figuras 1 e 2 não foram ilustradas essas variações para facilitar o entendimento.

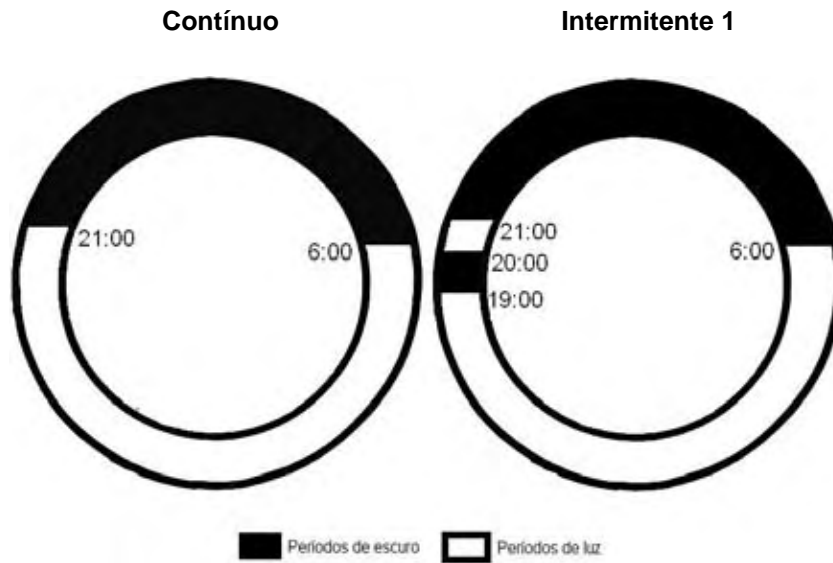


Figura 1 Ilustração dos programas de luz contínuo (fornecimento de luz natural + artificial das 6h00m às 21h00m) e intermitente 1 (uma hora de luz, após uma hora do ocaso).

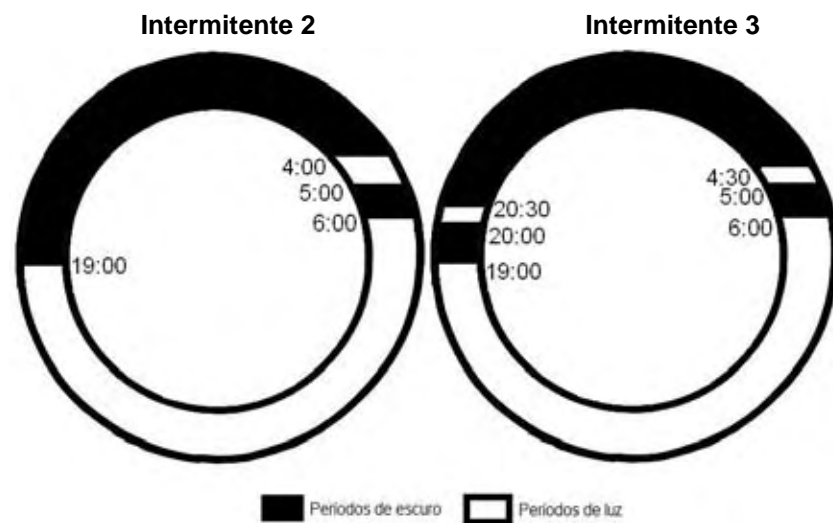


Figura 2 Ilustração dos programas de luz intermitente 2 (uma hora de luz, iniciando duas horas antes do amanhecer) e intermitente 3 (meia hora de luz, após uma hora do ocaso e meia hora de luz, iniciando uma hora e meia antes do amanhecer)

Diariamente foram anotados os dados de mortalidade e número de ovos inteiros e quebrados. Semanalmente foram pesadas as sobras de ração de cada gaiola para a estimativa do consumo médio por ave alojada.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, percentagem de postura, percentagem de ovos inteiros, peso dos ovos, massa de ovos, conversões alimentares por dúzia e massa de ovos e viabilidade.

A cada período de 28 dias foram coletados e analisados dois ovos de cada parcela por três dias consecutivos (totalizando 24 ovos por tratamento em cada análise).

As características de qualidade dos ovos avaliadas foram: gravidade específica, que foi efetuada de acordo com as recomendações de Moreng e Avens (1990); resistência da casca do ovo à quebra, efetuada através de um texturômetro, TA.XT plus Texture analyser utilizando-se sonda de ruptura de 75 mm (P/75), velocidade de teste de 1mm/segundo; percentagem de casca, gema e albúmen, espessura de casca e peso da casca por superfície de área, determinado através da fórmula: $PCSA = (\text{peso da casca} / 3,9782 \times (\text{peso do ovo})^{0,7056}) \times 1000$ e expresso em mg/cm².

Para análise dos resultados foi utilizada a análise de variância e para comparação das médias o teste de Tukey (P<0,05). O pacote computacional utilizado foi o Sisvar[®] (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados de desempenho das aves submetidas aos quatro programas de iluminação.

Tabela 1 Desempenho de codornas japonesas submetidas aos tratamentos experimentais.

Trat	CR	Post	PO	MO	CA/dz	CA/kg	Int	Viab
Cont.	28,87	89,97A	10,41	9,36A	0,39	3,11	99,13	99,23
Inter 1	27,48	85,53AB	10,35	8,85AB	0,39	3,14	99,26	99,01
Inter 2	27,94	88,18A	10,23	9,02A	0,39	3,15	98,81	99,03
Inter 3	27,69	84,09B	10,39	8,74B	0,40	3,21	98,73	99,60
CV(%)	5,26	3,85	1,79	4,19	4,83	4,29	0,83	0,84

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Cont.: Contínuo; Inter 1: uma hora de luz após uma hora do ocaso; Inter 2: uma hora de luz iniciando duas horas antes de amanhecer; Inter 3: 30 minutos após uma hora do ocaso e 30 minutos iniciando uma hora e meia antes de amanhecer.

CR: consumo de ração (g/ave/dia); Post: percentagem de postura (%); PO: peso de ovo (g); MO: massa de ovos (g/ave/dia); CA/dz: conversão alimentar por dúzia de ovos; CA/kg: conversão alimentar por quilograma de ovos; Int: percentagem de ovos inteiros (%); Viab: viabilidade (%).

De acordo com a Tabela 1, nota-se que houve diferença significativa apenas para percentagem de postura e massa de ovos, sendo que os programas contínuo e intermitente 2 (uma hora de luz duas horas antes do amanhecer) promoveram os melhores resultados se comparados ao programa intermitente 3 (30 minutos de luz, uma hora após o ocaso e 30 minutos de luz iniciando uma hora e meia antes do amanhecer). O programa intermitente 1 (uma hora de luz uma hora após o ocaso) promoveu resultados intermediários, não diferindo dos demais.

Desta forma, nota-se que os programas intermitentes em que se utilizam intervalos de luz após o ocaso não apresentaram resultados tão satisfatórios quanto os programas intermitentes com fornecimento de intervalos de luz antes do amanhecer. Talvez a ave, após o ocaso, torne-se pouco ativa rapidamente ao passar de uma intensidade luminosa alta (iluminação natural) para a escuridão completa, e os intervalos de luz fornecidos nesse período podem não ser suficientes para torná-la ativa novamente. Por outro lado, antes de amanhecer, há um longo período de escuro (noite principal) e ao ser submetida a um período de luz antes da aurora, a ave interpreta como início do dia e torna-se ativa, ignorando o período de escuro inserido entre o período de luz e o amanhecer.

Ao contrário do observado no presente estudo, Gewher et al. (2005) não observaram diferenças significativas na produção e na massa de ovos de codornas ao compararem um programa de iluminação contínuo a dois programas intermitentes, sendo um com meia hora de luz duas horas antes do amanhecer e outro com meia hora de luz uma hora antes de amanhecer e mais meia hora de luz após o ocaso, todos totalizando 15h30m de luz/dia. Provavelmente a ausência de efeitos observada por esses autores se deva ao fato de que durante o período experimental, houve grande variação do fotoperíodo natural, havendo necessidade de mudanças nos horários de acender e apagar as luzes, sendo que ao final do experimento, o período de luz chegou a ser fornecido quatro horas depois do anoitecer, podendo ter sido ignorado pelas aves já que estas ficaram um longo período no escuro. No presente estudo, a variação do fotoperíodo foi de apenas uma hora.

Com relação à massa de ovos, Freitas et al. (2010) também obtiveram resultados diferentes aos obtidos na presente pesquisa, porém, trabalhando com poedeiras semi-pesadas. Os autores não observaram diferenças significativas na massa de ovos ao utilizarem fotoperíodo de 15 horas de luz de forma contínua se comparado ao mesmo fotoperíodo fornecido de forma intermitente (um *flash* de luz com duração de 15 segundos com intensidade luminosa de 10 lux, duas horas antes de amanhecer e outro *flash* de 15 segundos também com intensidade luminosa de 10 lux, 40 minutos após o ocaso). Vale chamar a atenção ao fato de que, de acordo com as datas de realização do trabalho desses autores, o segundo *flash* de luz foi fornecido antes do sol se por completamente, ou seja, enquanto ainda havia luminosidade natural e como o *flash* foi de apenas 15 segundos e com intensidade luminosa de 10 lux, provavelmente nem foi percebido pelas aves.

Rowland (1985) e Ernst et al. (1987) afirmam que há redução de 1 a 1,5% no peso do ovo quando as aves são submetidas a programas intermitentes; o Manual Técnico da Hy Line (2009) também referencia este percentual. No entanto, neste experimento não foi verificada esta redução no peso dos ovos.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de qualidade dos ovos das aves submetidas a quatro tipos de lâmpada.

Tabela 2 Qualidade dos ovos de codornas japonesas submetidas aos tratamentos experimentais

Trat	GE (g/cm³)	Resis (gf)	Casca (%)	Gema (%)	Albu (%)	Espes (mm)	PCSA (mg/cm²)
Cont	1,074	1.492	8,19	30,84	60,98	0,226 A	41,25
Inter 1	1,075	1.514	8,12	31,33	60,55	0,215 AB	41,19
Inter 2	1,074	1.421	8,07	31,17	60,76	0,225 A	41,15
Inter 3	1,074	1.494	8,01	31,55	60,43	0,208 B	40,99
CV(%)	0,66	12,92	4,49	3,56	3,78	4,64	8,03

Médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Cont.: Contínuo; Inter 1: uma hora de luz após uma hora do ocaso; Inter 2: uma hora de luz iniciando duas horas antes de amanhecer; Inter 3: 30 minutos após uma hora do ocaso e 30 minutos iniciando uma hora e meia antes de amanhecer.

GE: gravidade específica; Resist: resistência da casca à quebra; Casca: percentagem de casca; Gema: percentagem de gema; Albúmen: percentagem de albúmen; Espes: espessura da casca; PCSA: peso de casca por superfície de área.

De acordo com a Tabela 2 os programas de iluminação influenciaram significativamente apenas a espessura da casca, sendo que os programas contínuo e intermitente 2 (uma hora de luz duas horas antes do amanhecer) promoveram melhores resultados se comparados ao programa intermitente 3 (30 minutos de luz, uma hora após o ocaso e 30 minutos de luz iniciando uma hora e meia antes do amanhecer). O programa intermitente 1 (uma hora de luz uma hora após o ocaso) não diferiu dos demais. A diferença na espessura da casca dos ovos pode ter ocorrido devido à diferença obtida tanto na produção quanto na massa de ovos, já que as aves que

produziram mais e com maior massa foram as que apresentaram ovos com maior espessura de casca.

Sabe-se que a síntese da casca do ovo depende da interação endócrina entre determinados órgãos. Desta forma, inúmeros fatores podem influenciar a espessura da casca. Além da redução da produção de estrogênio e de 1,25 dihidroxicolicalciferol com a idade, a espessura também é influenciada pela ação da paratireóide (síntese do paratormônio), pela taxa de absorção de cálcio, pelo equilíbrio ácido-básico, balanço entre íons, atividade respiratória, níveis nutricionais da dieta, nível de fósforo circulante, tamanho, peso do ovo e temperatura ambiental (Lesson e Summers, 1997).

Assim como no presente trabalho, Gewher et al. (2005) também observaram diferenças significativas na espessura da casca dos ovos de codornas ao comparar um programa de iluminação contínuo a dois programas intermitentes, sendo o programa 1 meia hora de luz duas horas antes do amanhecer e o programa 2 meia hora de luz uma hora antes de amanhecer e mais meia hora de luz após o ocaso, todos totalizando 15h30m de luz/dia. O programa 2 proporcionou aumento na espessura da casca se comparado ao programa contínuo, e o programa intermitente 1 não diferiu dos demais.

Ainda não se sabe ao certo qual o fator fisiológico responsável pela melhora da espessura da casca quando as aves são expostas a determinados programas de luz. Para Sauveur e Mongin (1983) o benefício é possível devido ao efeito da ingestão de alimentos, onde há melhor aproveitamento do cálcio da dieta, porém, no presente estudo não houve influência do programa de iluminação sobre o consumo de ração.

Charles e Tucker (1993) observaram que os programas intermitentes melhoram a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais e, em consequência, diminuem a perda de ovos, porém, na presente pesquisa os programas intermitentes proporcionaram

espessura de casca semelhantes ao programa contínuo ou pioraram a espessura da casca dos ovos. Essa melhora na qualidade da casca observada por esses autores, provavelmente se deu pelo fato de terem alternado 3 horas de luz com 3 horas de escuro durante toda a madrugada, estimulando a alimentação das aves durante a noite, fazendo assim com que ingerissem maior quantidade de cálcio no período de formação da casca do ovo. Isso explicaria a divergência de resultados ao se comparar com a presente pesquisa, pois os autores trabalharam com poedeiras comerciais que possuem a maior concentração da postura no período da manhã (e a maior parte da formação da casca do ovo se dá à noite) e no presente trabalho foram utilizadas codornas japonesas, que possuem maior concentração da postura no final da tarde.

CONCLUSÕES

Através de um programa de iluminação intermitente, com uma hora de luz artificial duas horas antes do amanhecer, é possível manter ótimos índices de desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas criadas em galpões abertos, promovendo assim maior economia de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000.

CHARLES, D.R. TUCKER, S.A; Light intensity, intermittent light and feeding regimens during rearing as affecting egg production and egg quality. **British Poultry Science**. Madson, v. 34, p. 255-266, 1993.

COTTA, J.T.B. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 311p.

COTTA, J. T. B. **Galinha: Produção de ovos**. Aprenda Fácil, Viçosa, Brasil, 260p. 2002.

ERNST, R. A.; MILLAM, J. R.; MATTHEW, F. B. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 43, n. 1. p. 44-55, 1987.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados - SISVAR**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.

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.; GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B. Concentração de postura de poedeiras brancas sob fotoperíodos contínuos e intermitente. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 12., Lavras. **Anais...** Lavras. 2003.

FREITAS, H. J.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; GEWEHR, C. E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.424-428, 2005.

FREITAS, H. J.; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A. I.; MURGAS, L.D.S.; GEWEHR, C.E. Efeito de Diferentes Programas de Iluminação para Poedeiras Semi-Pesadas Criadas em Galpões Abertos. **Revista Biotemas**, p. 157-162, 2010.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 93 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, H. J. Efeitos de programas de iluminação na produção de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.857-865, 2005.

HY-LINE. **Guia de manejo** – Hy-Line variedade W36. 2012, 42p. Disponível em: <<http://www.hylinedobrasil.com.br/>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) 2012**. Disponível em: <[\(http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2ez=teo=23eu1=1eu2=1eu3=1eu4=1eu5=1eu6=1eu7=1\)](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2ez=teo=23eu1=1eu2=1eu3=1eu4=1eu5=1eu6=1eu7=1)>(sidra). Acesso em 16/02/2013.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D. 1997. **Commercial poultry nutrition**. Univerty Books Guelph, Canada, 117p.

MOLINO, A. B.; GARCIA, E. A.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P.; FAITARONE, A. B. G.; VERCESE, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 8., 2010, São Pedro, **Anais...** São Pedro, 2010. CD ROM.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 10. ed. Washington, 1994. 155 p.

ROWLAND, K. W. Intermittent lighting for laying fowls: A review. **World's Poultry Science Journal**, v. 41, p. 5-12, 1985.

SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **Animal Production**, Edinburgh, v. 9, n. 1, p. 25-34, 1996.

SAUVEUR, B., MONGIN, P. Performance of laying reared and/or kept under different 6-hour light/dark cycles. **British Poultry Science**, v.24, n.2, p.405-416, 1983.

STALDEMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and Technology**. Food Products Prees, New York, 1990. 37p.

CAPÍTULO 6

IMPLICAÇÕES

A utilização de 15 horas diárias de fotoperíodo, cinco lux de intensidade luminosa, lâmpadas fluorescentes compactas ou LEDs e iluminação intermitente com fornecimento de uma hora de luz iniciando duas horas antes do amanhecer tem se mostrado altamente eficiente e viável na criação de codornas japonesas. Trata-se de uma importante ferramenta para ser aplicada no manejo de codornas de postura, principalmente em países de clima tropical que fazem uso de instalações abertas, possibilitando a redução do consumo de energia elétrica utilizada para estimular o aparelho reprodutor das aves, sem redução no desempenho zootécnico e sem afetar a qualidade dos ovos.