



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES NA
AVICULTURA DE POSTURA**

KELLY CRISTINA NUNES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal

**Dourados/MS
Fevereiro - 2015**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES NA
AVICULTURA DE POSTURA**

KELLY CRISTINA NUNES

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
Co-Orientadora: Irenilza de Alencar Nääs
Co-orientador: Marcio Travassos Duarte Jacome

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal

**Dourados/MS
Fevereiro - 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N972i	<p>Nunes, Kelly Cristina.</p> <p>Iluminação artificial com LED de diferentes cores na avicultura de postura. / Kelly Cristina Nunes. – Dourados, MS : UFGD, 2015.</p> <p>69f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Avicultura. 2. Desempenho produtivo. 3. Diodo emissor de luz. 4. Qualidade. I. Título.</p> <p>CDD – 636.5085</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

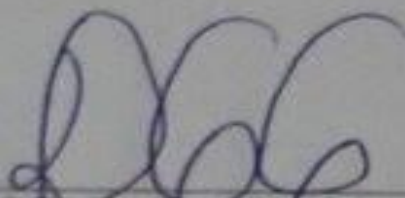
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES NA
AVICULTURA DE POSTURA

por

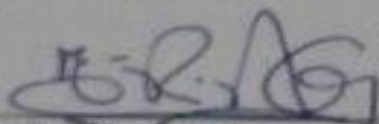
KELLY CRISTINA NUNES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

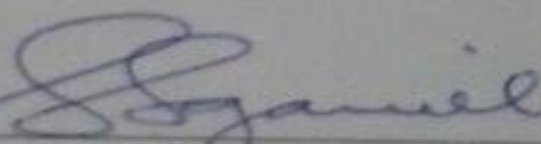
Aprovada em: 27/02/2015



Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
Orientador – UFGD/FCA



Profa. Dra. Elis Regina de Moraes Garcia
UFGD/FCA



Dra. Sarah Sgavioli
UFGD-PNPD/FCA

A Marli Sulzbach Nunes e Elio Nunes

Pelo amor, carinho e confiança,

Por não medirem esforços,

Por sempre me mostrarem o caminho certo,

Por abrirem mão de seus sonhos atendendo os meus,

E por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis

Vocês que são meu tesouro e por quem tenho um amor

eterno Dedico!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar força, fé e coragem para chegar onde cheguei, e sempre me fazer acreditar que um sonho pode se tornar realidade.

“O senhor é meu Pastor e nada me faltará”.

Aos meus pais pelo amor, carinho, apoio, incentivo, e por acreditarem na minha capacidade.

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

A coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida durante o curso de Mestrado.

A Universidade Estadual de Maringá pelo auxílio no experimento.

Ao meu Orientador Professor Dr. Rodrigo Garófallo Garcia pela orientação, amizade, conselhos, incentivo, “puxões de orelha” e pelos conhecimentos transmitidos. Todos estes me fizeram crescer como pessoa e profissionalmente. E obrigada por me fazer viver os meus 99% de Mestrado.

Aos meus co-orientadores Professora Dra. Irenilza de Alencar Nääs e Professor Dr. Ianglio Jácome pela orientação, onde mesmo com a distância não mediram esforços em me ajudar.

A Professora Dra. Cinthia Eyng pelos conhecimentos transmitidos, pela orientação, amizade, risadas, incentivo, apoio, paciência, conselhos, oportunidade e por acreditar em minha capacidade.

A professora Ana Carolina Amorim Orrico e ao professor Marco Antônio P. Orrico Junior por conceder o uso do laboratório de Manejo de Resíduos para a realização das análises.

Aos meus colegas Andréia, Bruna, Everson, Gabriela, Gislaine, Graziéli, Lilian, Lorena, Lucas, Maria, Murilo, Vivian por me ajudarem com todas as atividades durante todo o período experimental, sem vocês nada disso teria acontecido.

A Nilsa e Roselaine pelo apoio, ajuda e contribuição de alguma certa forma durante todo o experimento.

Aos estagiários Ana Paula, Rosana e Victor pelo auxílio nos experimentos e nas análises durante todo o período de estágio.

Aos funcionários da UFGD, em especial ao Cláudio, Carlos e Zé Carlos que não mediram esforços para contribuir com o desenvolvimento do meu experimento.

Aos meus “irmãos” do coração Mateus, Milena e Julio, por aguentarem meu estresse, meu mau humor e por sempre me colocarem pra cima nas horas difíceis.

Aos meus amigos do peito Alice, Aldo, Débora, Luiz, Naty obrigada pelo apoio, incentivo e conselhos, vocês sim! passaram comigo os melhores e os piores momentos.

Aos colegas Alexssandro, Beatriz e Cristina a convivência foi pouca, mas sempre ao meu lado me incentivando e torcendo por mim.

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

A todos, o meu muito Obrigada!

SUMÁRIO

Resumo	12
Abstract	13
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
CAPÍTULO I: Revisão de Literatura	17
Revisão Bibliográfica	18
Influência da iluminação na qualidade dos ovos	18
Visão das aves	19
Importâncias da luz para a avicultura	20
Influência do sistema de iluminação na reprodução das aves	21
Programas de luz aplicados na avicultura	22
Tipos de lâmpadas utilizadas na avicultura industrial	23
Diodo emissor de luz como fonte de luz	24
Referências bibliográficas	26
CAPÍTULO II: Iluminação artificial com LED de diferentes cores na avicultura de postura	31
Resumo	32
Abstract	33
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	39
Conclusão	49
Referências Bibliográficas	49
CAPÍTULO III: Qualidade de ovos de poedeiras comerciais expostas à iluminação artificial com diferentes fontes e cores de luz	53
Resumo	54
Abstract	55
Introdução	56
Material e Métodos	57
Resultados e Discussão	60
Conclusão	64
Referências Bibliográficas	64

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II: Iluminação artificial com LED de diferentes cores na avicultura de postura

- Tabela 1** – Valores médios referentes às variáveis de desempenho de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz. 40
iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 64 dias de idade
- Tabela 2** – Valores médios de índices de qualidade de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz 42
- Tabela 3** - Valores médios referentes à biometria do sistema reprodutor de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 44
57 dias de idade
- Tabela 4** - Valores médios referentes à biometria do sistema reprodutor de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 45
64 dias de idade
- Tabela 5** - Valores médios referentes à biometria do trato gastrintestinal de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 47
57 dias de idade.
- Tabela 6** - Valores médios referentes à biometria do trato gastrintestinal de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 48
64 dias de idade

CAPÍTULO III: Qualidade de ovos de poedeiras comerciais expostas à iluminação artificial com diferentes fontes e cores de luz

Tabela 1 - Valores médios apresentados de consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos/dia (%), conversão alimentar (kg/kg) e conversão alimentar (kg/dz) de galinhas poedeiras expostas a diferentes fontes de luz 62

Tabela 2 - Valores médios de Peso médio dos Ovos, Unidade Haugh, porcentagem de albúmen, gema e de casca de ovos de poedeiras comerciais expostas a diferentes fontes de luz 63

Nunes, Kelly Cristina. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES NA AVICULTURA DE POSTURA. 2015. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2015.

RESUMO: Foram desenvolvidos dois trabalhos, sendo o primeiro realizado com codornas japonesas, e o segundo realizado com poedeiras comerciais Bovans White. Com os seguintes objetivos: experimento 1 – avaliar o desempenho produtivo, biometria do sistema reprodutor, peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal (TGI) e a qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas ao sistema de iluminação artificial com diodo emissor de luz (LED), de diferentes cores em substituição a lâmpada fluorescente. Experimento 2 - avaliar a qualidade de ovos de poedeiras comerciais submetidas ao sistema de iluminação artificial com diodo emissor de luz (LED) vermelho em substituição a lâmpada fluorescente. No primeiro experimento utilizou-se 240 codornas japonesas. Foram adotadas quatro situações: lâmpadas fluorescentes, lâmpadas LEDs verdes, vermelhas e azuis. Determinou-se as características de desempenho, sistema reprodutivo e do TGI e qualidade de ovos. Nas avaliações de desempenho foram avaliados consumo de ração, porcentagem de postura e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz). Para as análises qualitativas foram determinados o peso médio dos ovos, unidade haugh, índice de gema, espessura de casca, porcentagem de albúmen, gema e casca. Os dados mostraram efeito ($P < 0,05$) para consumo de ração para as diferentes fontes avaliadas e para comprimento de oviduto para os diferentes períodos estudados (57 e 64 dias de idade). Observou-se efeito isolado para as diferentes fontes de luz ($P < 0,05$) e para os diferentes períodos avaliados (57 e 64 dias de idade) sobre peso relativo de fígado e intestino delgado. No segundo experimento, foram utilizadas 200 poedeiras comerciais com 30 semanas de idade. Adotou-se um DIC, com 2 tratamentos (lâmpadas fluorescentes e fitas LED vermelhas) de 10 repetições com 10 aves cada. Os índices de desempenho e de qualidade dos ovos não apresentaram efeito ($P > 0,05$) entre as cores avaliadas fontes de luz avaliadas.

Palavras chave: Avicultura, desempenho produtivo, diodo emissor de luz, qualidade

Nunes, Kelly Cristina. ARTIFICIAL LIGHTING WITH LED OF DIFFERENT COLORS IN THE POULTRY. 2015. Dissertation (Master) - College of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dourados, 2015.

ABSTRACT: The work was carried out, the first being conducted with Japanese quail and the second conducted with Bovans White laying hens. With the following objectives: Experiment 1 - evaluate the performance of the reproductive system biometrics, relative weight of the organs of the gastrointestinal (GI) tract and the quality of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to artificial lighting system with LED light (LED) in different colors to replace the fluorescent lamp. Experiment 2 - assess the quality of egg laying hens subjected to artificial lighting system with LED (LED) Red replacing fluorescent lamp. In the first experiment we used 240 Japanese quail. Four situations were adopted: fluorescent lamps, LED lamps green, red and blue. It was determined the performance characteristics, and reproductive system TGI and egg quality. The performance evaluations were evaluated feed intake, egg production and feed conversion (kg/kg and kg dz). For qualitative analysis it was determined the average egg weight, Haugh unit, yolk index, shell thickness, percentage of albumen, yolk and shell. The data showed effect ($P < 0.05$) on feed intake measured for the different sources and oviduct length for two time periods (57 and 64 days of age). Isolated effect was observed for the different light sources ($P < 0.05$) and evaluated for different periods (57 and 64 days of age) on relative weight of the liver and small intestine. In the second experiment, we used 200 laying hens at 30 weeks of age. Adopted a DIC, with 2 treatments (fluorescent lamps and red LED tapes) of 10 repetitions with 10 birds each. The performance indicators and quality of eggs showed no effect ($P > 0.05$) between the colors evaluated evaluated light sources.

Key words: Poultry, productive performance, LED, quality

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A situação atual do Brasil em termos de cortes de energia se tornou preocupação para os avicultores, devido a crise hídrica pela qual o país se encontra, ocorrendo um aumento de 40% da energia, aumento significativo dos custos de produção. No entanto, a cadeia avícola visa redução dos custos de produção e atender o consumidor com um produto de qualidade.

O sistema de iluminação artificial manejado inadequadamente pode afetar não somente a economia avícola, mas também afeta diretamente o desenvolvimento do sistema reprodutivo da ave refletindo assim na produção e qualidade de ovos, contudo, a cadeia avícola busca a redução dos custos de produção, de modo que não comprometa os índices zootécnicos e o bem-estar das aves.

Na avicultura de postura, a adequação do sistema de iluminação artificial é de suma importância, pois, o estímulo luminoso influencia diretamente nas respostas fisiológicas da ave, proporcionando liberação de hormônios reprodutivos atuantes nas gônadas e responsáveis pela liberação dos óvulos (Rocha, 2008).

As aves poedeiras (codornas e galinhas) são animais que possuem sensibilidade à luz (fotossensíveis), ou seja, são responsivas a estímulos luminosos. O hormônio reprodutivo, hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), é liberado via informações nervosas que chegam ao hipotálamo, este atua na glândula pituitária, onde ocorre a liberação do hormônio luteinizante (LH) e do folículo estimulante (FSH), atuando nas gônadas, para maturação e liberação dos folículos ovarianos que por sua vez irão formar o ovo (Rocha, 2008).

Assim a manipulação da luminosidade pode ser uma ferramenta eficaz em todas as fases de criação possibilitando o retardamento da maturidade sexual das aves, controle do desenvolvimento corporal, manutenção da postura na fase de produção de

ovos e influenciando, diretamente sua qualidade (Makiyama, 2012). No entanto, a adequação da luminosidade envolve diversos fatores como envolve a quantidade (duração e intensidade), a qualidade (cor ou comprimento de onda) da luz e o fotoperíodo (Andrews e Zimmerman 1990; Mendes 2010; Gongruttananun, 2011).

Diante disso, a avicultura industrial busca sistemas artificiais de iluminação para melhorar os índices de desempenho, controle da idade para a maturidade sexual e melhora na qualidade dos ovos em codornas, poedeiras e matrizes.

Com a busca da redução de custos nos sistemas de produção avícola, a utilização de iluminação com diodos emissores de luz (LED) ganhou espaço no mercado, e uma nova alternativa implantada são as fitas de diodos emissores de luz, pois, por possuir uma distribuição de lux mais homogêneas, atendem a necessidade de lux que as codornas e poedeiras precisam (20lux).

Apesar de possuírem um maior custo de implantação quando comparadas com as lâmpadas PL compactas fluorescentes e as de vapor de sódio, os LEDs possuem vantagens como menor consumo de energia elétrica, menor custo de criação e maior durabilidade.

Diante disso, este projeto busca elucidar os efeitos da substituição das lâmpadas fluorescentes por diodos emissores de luz.

A dissertação encontra-se dividida em três capítulos. O Capítulo I é composto pela revisão de literatura, onde aborda aspectos relevantes sobre a utilização de iluminação artificial como ferramenta de manejo reprodutivo e produtivo na avicultura de postura e o efeito da utilização de luz de diferentes espectros visíveis (cores) na produção de ovos. O Capítulo II, intitulado ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES NA AVICULTURA DE POSTURA, teve o objetivo inovador de avaliar o desempenho produtivo, biometria do sistema reprodutor e do trato

gastrointestinal e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) submetidas ao sistema de iluminação artificial com LED de diferentes cores em comparação a lâmpada fluorescente. O Capítulo III, intitulado QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS EXPOSTAS À ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM DIFERENTES FONTES E CORES DE LUZ, teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais submetidas ao sistema de iluminação artificial com fitas de LED vermelho em substituição a lâmpada fluorescente.

CAPÍTULO I
(Revisão de Literatura)

REVISÃO DE LITERATURA

Influência da iluminação na qualidade dos ovos

A qualidade do ovo é um método de avaliação ao qual possam ser descritas as diferenças na produção de ovos frescos, devido às características genéticas, nutricionais, sanitárias, manejos e aos fatores ambientais aos quais as poedeiras são submetidas (Pascoal et al., 2008)

Entre os elementos citados acima, os fatores ambientais possuem grande participação na redução da qualidade interna dos ovos, uma vez que submetidos a um longo período de armazenamento e altas temperaturas, perdem parte de seu valor nutricional devido à degradação das proteínas através das trocas gasosas com o meio externo ocorridas pelos poros da casca. Porém estes fatores ocorrem após a ovoposição, onde o manejo incorreto pode causar a minimização da qualidade interna.

O manejo de iluminação incorreto é outro fator que pode afetar diretamente a qualidade interna do ovo, no entanto esta ocorre antes da ovoposição. Considerando que as aves poedeiras são responsivas a estímulos luminosos, os programas de iluminação são empregados a fim de estimular a maior produção de ovos, com o desenvolvimento correto do sistema reprodutivo e com a liberação exata dos folículos. A liberação do folículo é dependente do bom funcionamento do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, uma vez que não estimulado através de estímulos luminosos, ou acelerado o processo estimulatório, reflete diretamente na formação e qualidade do ovo,

Para se atingir a esta estimulação fisiológica, empregam-se normalmente sistemas de iluminação artificiais para o fornecimento de lux necessários, contudo um dos problemas no setor avícola é a utilização do elevado número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência, que são empregados por possuírem menor custo de

implantação, porém causam um elevado custo nos custos de produção final (Borille, 2013).

Considerando os gastos e desperdícios totais de energia elétrica na produção de aves correlacionadas com a situação energética atual do Brasil, alternativas como os LEDs estão sendo disponibilizadas no mercado como alternativa para o menor desperdício de energia.

Visão das Aves

O sistema de iluminação é um fator amplamente utilizado na avicultura de postura com finalidade de manipular o comportamento e melhorar a produção de ovos, assim, o planejamento do programa de iluminação artificial nas avícolas industriais deve obedecer a critérios de produção e legislação para o melhor desempenho e bem-estar das aves (Mendes et al., 2010).

O campo de visão das aves se mostra relativamente mais amplo quando comparado com o campo de visão dos seres humanos. Segundo Mendes et al., (2010) este fato se deve pela presença de dois tipos de células fotorreceptoras localizadas na retina dos olhos, sendo estas os cones e bastonetes, responsáveis pelas condições de visão normal durante o dia. Silva (2010) descreve que a retina é considerada parte integrante do sistema nervoso central (SNC) por derivar de vesículas ópticas originárias do diencefalo. Então, a função das células fotorreceptoras (cones e bastonetes) é transformar toda informação visual proveniente do meio externo em estímulo elétrico para posterior envio às vias centrais da visão.

Segundo alguns autores os olhos das aves possuem um tipo adicional de cone na retina, com um pico de sensibilidade por volta de 415 nm (Govardovskii & Zueva 1977;

Hart et al., 1999). Já Prescott & Watters (1999), relatam que este tipo adicional de cone permite a percepção de radiações abaixo de 400 nm.

Rozenboim et al., (1998) relatam que as aves possuem um campo de visão que alcança a radiação emitida fora do espectro visível, como os raios ultravioletas e infravermelho alcançando até 800 nm, fatores como esses podem estar diretamente ligados ao espectro mais amplo de visão das aves. Entretanto, o amplo espectro visível da ave pode afetar alguns aspectos produtivos segundo estudos realizados por Rozenboim et al. (1998), onde os autores ressaltam que a produção de ovos pode ser adversamente afetada pela exposição das aves à luz com um comprimento de onda de 880 nm (infravermelho).

Importâncias da luz para a avicultura

O principal efeito da luz é alterar a idade em que as aves alcançam a maturidade sexual. Essa diferença não é produzida pela intensidade da luz, e sim pela duração do período de luz, que altera a maturidade sexual das aves, afetando a idade de produção dos primeiros ovos (Avicultura Industrial, 2011).

Por isso existem vários programas de iluminação, uma vez que cada qual tem uma função, seja para o início da fase de postura que pode ser adiantado ou atrasado, o horário da ovoposição que pode ser sincronizado, a taxa de postura pode ser influenciada, além da qualidade da casca, eficiência alimentar e tamanho dos ovos que podem ser afetados pelo regime luminoso (Etches, 1994).

A luz natural, bem como o comprimento do dia, é alterada pelas estações, não produzindo período de luz uniforme durante todo o ano. Assim, a luz artificial se torna o

fator mais importante no cenário da moderna produção avícola (Avicultura Industrial, 2011).

O fornecimento de luz durante o período noturno tem a finalidade de permitir que as aves possam ingerir água e ração, melhorar o crescimento e adaptação ao ambiente nos primeiros dias de vida e durante todo o período de criação.

O uso da iluminação artificial é mais ostensivo em países onde se utilizam sistemas de criação em galpões fechados (países da Europa e Estados Unidos) e em regiões com clima desfavorável, elevando o custo com energia elétrica e afetando diretamente o valor do produto que chega ao mercado consumidor. No Brasil, a grande maioria dos sistemas de criação são os galpões convencionais abertos, necessitando de menor iluminação artificial, porém não a descartando (Gewehr & Freitas, 2007).

Influência do sistema de iluminação na reprodução das aves

O sistema reprodutivo da ave de postura é basicamente regulado pelo eixo hipotalâmico-hipofisiário-gonadal.

No cérebro concentram-se sinais neurais e hormonais de origem endógena e exógena. Estas informações são usadas para controlar principalmente a hipófise, gônadas e outros órgãos direta ou indiretamente. O principal ponto de tradução de sinais neurais no controle hormonal ocorre no hipotálamo, localizado em região na base do cérebro, próximo da hipófise. As células neuro - secretoras do hipotálamo comunicam-se diretamente com a pituitária anterior. Este transporta hormônios do hipotálamo até a pituitária (Rutz et al., 2007).

O sistema reprodutivo das aves poedeiras é estimulado com o aumento do período de luz, em dias longos. Entretanto, os programas de iluminação devem conter o

período de escuro, pois é neste período que ocorre a atividade inibitória do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) através da liberação da melatonina. A melatonina é um hormônio indicativo para o hipotálamo que sinaliza quando as aves estão aptas a se tornarem maduras sexualmente (Appleby et al., 2004). Portanto, quando submetidas há dias longos, ocorre a atuação do hormônio liberador gonadotrofinas (GnRH), que atua na adenohipófise liberando o hormônio luteinizantes (LH) e folículo estimulante (FSH), fazendo com que as aves se tornem apta para maturidade sexual (Tsutsui et al., 2012).

Desta forma, com todo o conhecimento de liberação hormonal Gongruttanum & Guntapa (2012), descrevem que o desempenho produtivo das aves domésticas é dependente do controle adequado de luz, envolvendo quantidade (duração e intensidade), coloração da luz (ou comprimento de onda) e frequência espectral

Programas de luz aplicados na avicultura

Os programas de iluminação aplicados na avicultura de postura, seja para matrizes pesadas, poedeiras ou codornas, têm por finalidade estimular o desenvolvimento regular do aparelho reprodutor das aves aumentando produção de ovos sem interferência na qualidade (Etches, 1996).

Por este motivo os programas de iluminação se tornam importantes dentro da avicultura de postura, uma vez que mal manejado o seu reflexo se liga diretamente ao produto que vai a mesa do consumidor.

Os programas de iluminação são classificados em hemerais e ahemerais e subclassificados contínuos e intermitentes.

Os hemerais são compostos de períodos de 24 horas, divididos em fase clara e fase escura. Estes programas são utilizados em instalações abertas, onde feito o

aproveitamento da luz natural para o menor consumo de energia (Campos, 2000). Entretanto os programas hemerais podem ser subdivididos em contínuos e intermitentes. Onde nos programas contínuos, a iluminação artificial é acrescida à natural ao amanhecer ou entardecer para formar um fotoperíodo longo contínuo, enquanto nos intermitentes há uma combinação alternada de períodos de luz com escuros (Gewehr & Freitas, 2007).

Programas intermitentes são fundamentados na “noção do dia subjetivo”. Esta teoria supõe que uma ave adulta em produção, já anteriormente sensibilizada em um fotoperíodo longo contínuo, necessita apenas da informação de que o seu dia biológico está iniciando ou terminando. As aves ignoram períodos de escuro dentro do intervalo de tempo necessário para estimular a postura. (Gewehr, 2003 & Cotta 2002).

Já os programas ahemerais possuem fotofases e escotofases e são superiores ou inferiores (mas não iguais) há 24 horas. Podem ser planejados de forma contínua ou intermitente (Etches, 1996). São utilizados visando à melhoria da qualidade e buscando aumento do peso médio dos ovos, sem afetar a postura. São usados em instalações com ambiente controlado, principalmente na Europa e Estados Unidos (Ernst et al, 1987).

Segundo Gewehr & Freitas (2007) a iluminação intermitente possibilita a redução do consumo de energia elétrica usada para estimular o aparelho reprodutor em galpões abertos sem redução no desempenho zootécnico e sem afetar a qualidade dos ovos.

Tipos de lâmpadas utilizadas na avicultura industrial

No mercado brasileiro estão presentes vários tipos de lâmpadas, diferindo no custo, durabilidade e eficiência energética. Contudo, a busca por novas fontes e tipos de

iluminação é constante, a medida que novas técnicas para obtenção de luz são descobertas, novas fontes luminosas com diferentes características vão ganhando espaço no mercado (Cervi, 2005).

Segundo Etches (1996) cada lâmpada (fluorescente, incandescente e vapor de sódio) oferece um espectro luminoso diferente, e este fator pode causar influencia sobre a produção e a qualidade dos ovos.

A fonte considerada mais antiga, a lâmpada incandescente foi eliminada do comércio, por ser considerada pouco eficiente e por produzir muito calor e pouca luz (Osram, 2007). Sendo assim, as lâmpadas incandescentes estão sendo substituídas pelas fluorescentes compacta, que apresentam melhor eficiência luminosa e uma redução do custo de energia elétrica de até 70% (Borille, 2013).

Diante dos fatores de redução de gasto de energia, tecnologias como os diodos emissores de luz (LEDs) estão sendo empregadas no setor avícola em substituição as lâmpadas fluorescentes compactas, por apresentarem alta eficiência luminosa e elevada vida útil, (Pinto, 2008), alcançando um tempo de vida útil equivalente há aproximadamente 50.000 horas, enquanto a fluorescente compacta e incandescentes apresentam vida útil de aproximadamente 8.000 e 1.000 horas respectivamente (Osram, 2007 apud Jácome, 2009).

Diodo emissor de luz como fonte de luz

Patentado em 1961 pelos pesquisadores Robert Biard e Gary Pittman, (Rosa & Araújo, 2010) os LEDs não são nada mais do que diodos semicondutores que quando submetidos a uma corrente elétrica emitem luz com comprimentos de onda que variam de 405nm (verde-azul) a 940nm (infravermelho) (Moreira, 2009)

Diferente das lâmpadas incandescentes, os LEDs produzem diferentes cores de luz, diferentes intensidades e distribuição, além destas vantagens reduzem o consumo de energia cerca de 50% em relação às fontes tradicionais. Atualmente, os LEDs podem ser encontrados em vários modelos que emitem cores como o azul, verde, vermelho, laranja, amarela e outras (Cervi, 2005; Moreira, 2009).

As lâmpadas comumente utilizadas na iluminação de galpões de poedeiras, codornas e frangos de corte apresentam elevado consumo de energia, baixa durabilidade, necessidade de limpeza constante. Perante essa realidade os diodos emissores de luz (LED) têm demonstrado grande interesse na cadeia avícola, pois, além de ser extremamente econômico, apresenta uma vida útil longa (Rierson, 2008).

Tendo pela frente um mercado cada vez mais exigente e competitivo, algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas avaliando as diferentes cores de LEDs no sistema de iluminação artificial.

Levando em conta os cortes de luz que estão ocorrendo no Brasil de acordo com a situação atual em termos energéticos, os gastos e desperdícios totais de energia elétrica na produção de aves devem ser minimizados. Contudo, já estão disponíveis no mercado tecnologias para a minimização destes gastos. E dentro do manejo de iluminação artificial avícola tecnologias como os diodos emissores de luz (LEDs) estão ganhando espaço dentro dos setores avícolas, por apresentarem boa eficiência energética, eficácia estimada em 100 lm/W, sendo superior às lâmpadas fluorescentes (80 lm/W) (Liu et al., 2010; Cao et al., 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLEBY, M. C.; MENCH, J. A.; HUGHES, B. O light. In: Poultry behavior and welfare. Cambrige: CABI, p. 227-238, 2004.

AVICULTURA INDUSTRIAL, Programa de Luz na Avicultura Industrial. 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42481/1/Paginas-de-CFMV-52.pdf>. Acesso em: 20 fevereiro 2015.

BORILLE, R. LED DE DIFERENTES CORES COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA ILUMINAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS. Dourados, 2013. 68p. Dissertação (Mestre em Zootecnia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

CAO, J.; WANG, Z.; DONG, Y.; ZHANG, Z.; LI, J.; LI, F.; CHEN, Y. **Effect of combinations of monochromatic lights on growth and productive performance of broilers.** Poultry Science, College Station, v.91, n.12, p.3013-3018, 2012.

CAMPOS, E.J. **O Comportamento das Aves.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.2, n.2, p.93-113, 2000.

CERVI, M. **Rede de iluminação semiconductora para aplicação automotiva.** Santa Maria, 2005. 106p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

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

ETCHES, R. J. Estímulo luminoso da reprodução In: Fundação Apinco de ciência e tecnologia avícolas. **Fisiologia da Reprodução**. Pág 59-75. Campinas, 1994.

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

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

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. Lavras, 2003. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2003.

GEWEHR, C. E.; FREITAS, H. J. **Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos**. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.1, n.6, p. 54-62, 2007.

GONGRUTTANANUN N & GUNTAPA P. Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. **Kasetsart Journal: Natural Science**. 46: 51-63. 2012.

GOVARDOVSKII, V.I.; ZUEVA L.V. **Visual pigments of chicken and pigeon**. Vision Research, Oxford, v.17, n.4, p.537-543, 1977.

HART, N.S.; PARTRIDGE, J.C.; CUTHILL, I.C. **Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (*Meleagris gallopavo*)**. Vision Research, Oxford, v.20, n.39, p.321-3328, 1999.

LIU, W.; WANG, Z.; CHEN, Y. **Effects of monochromatic light on developmental changes in satellite cell population of pectoral muscle in broilers during early posthatch period**. Anatomical Record (Hoboken). v.293, n.8, p.1315-24, 2010.

MENDES, A. S; REFFATI, R; RESTELATTO, R; PAIXÃO, S. J. **Visão e iluminação na avicultura moderna**. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas/ RS, v.1-4, n.16, p. 05-13, 2010.

MOREIRA, M. C. **Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica**. 2009, 190p. Tese (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

OSRAM. OSRAM DO BRASIL, Website. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>> Acesso em: 30 set. 2007. Apud: Jácome IMTD. Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves [Tese de Doutorado] Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas. SP.

ROSA, E. C. A.; ARAUJO, G. F. **Diodo emissor de luz**. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, 2010.

PASCOAL, L.A.F.; BENTO JUNIOR, F.A.; SANTOS, W.S.; SILVA, R.S.;
DOURADO, L.R.B.; BEZERRA, A.P.A. Qualidade de ovos comercializados em
diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. **Revista Brasileira de Saúde
Produção Animal**, v.9, n. 1, p. 150- 157, 2008.

PINTO, R. A. **Projeto e implementação de lâmpadas para iluminação de interiores
empregando diodos emissores de luz (LEDs)**. Santa Maria, 2008. 138p. Dissertação
(Mestre em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria,
2008.

PRESCOTT, N. B.; WATTES, C. M. **Spectral sensitivity of the domestic fowl**. British
Poultry Science, Edinburgh,v.40, n.3, p. 332-339, 1999.

RIERSON, R. D. **Broiler preference for light color and feed form, and the effect of
light on growth and performance of broiler chicks**. Manhattan Kansas, 2011. 71p.
MASTER OF SCIENCE (Department of Animal Sciences and Industry College of
Agriculture), Manhattan Kansas, 2008.

ROZENBOIM, I.; ZILBERMAN, E.; GVARZYAHU, G. New monochromatic light
source for laying hens. **Poultry Science, College Station**, v.77, n.11, p.1695–1698,
1998.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; XAVIER, E. G et al. **Avanços da fisiologia e
desempenho reprodutivo de aves domésticas**. Revista Brasileira de Reprodução
Animal, Belo Horizonte, v.31, n,3, p.307-317, 2007.

SILVA, R. B. **Modulação *in vivo* dos receptores A1 de adenosina em retinas de embrião de galinha.** 2010. 113p. Dissertação (Mestre em neurociências), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

TSUTSUI, K.; UBUKA, T.; BENTLEY, G. E.; KRIEJSFELD, L. J. Gonadotropin-inhibitory hormone (GnRH): discovery, progress and prospect. *General and Comparative Endocrinology*, Nova York, v.177, n.3, p.305-314, 2012.

CAPÍTULO II

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES NA AVICULTURA DE POSTURA

(Artigo dirigido com as normas de acordo com a Revista Brasileira de Ciência Avícola).

Pesquisa integralmente aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais - Número

de protocolo: 031/2014 CEUA/UFGD

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LED DE DIFERENTES CORES PARA CODORNAS DE POSTURA

RESUMO: Duração e intensidade da iluminação no ambiente onde são criadas codornas de postura podem afetar o desempenho e qualidade de ovos das aves. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, qualidade dos ovos, biometria dos órgãos do sistema reprodutor e do trato gastrintestinal de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com diodo emissor de luz (LED) de diferentes cores em comparação a lâmpada fluorescente. Foram utilizadas 240 codornas japonesas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (lâmpada fluorescente, LED verde, vermelho e azul) com seis repetições de 10 aves cada. Foram determinadas as características de desempenho, qualidade de ovos, biometria do sistema reprodutor e do trato gastrintestinal. Os resultados foram submetidos à análise de variância e em caso de efeito significativo a uma probabilidade de 5%, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett, pelo teste Scott Knott. Os dados apresentam diferença ($P < 0,05$) para peso médio dos ovos e espessura de casca, quando comparadas às lâmpadas LED com a fluorescente, o peso dos ovos de aves expostas ao LED vermelho, foi semelhante à lâmpada fluorescente ($P < 0,05$). Houve diferença ($P < 0,05$) para comprimento do oviduto aos 64 dias de idade, com menor comprimento para as aves exposta a iluminação LED verde, quando comparado com as expostas à lâmpada fluorescente. A espessura de casca dos ovos de aves expostas à iluminação com LED vermelho e azul foram maiores quando comparados com o LED verde. Ao se comparar com a lâmpada fluorescente, a espessura da casca dos ovos de aves expostas a LED verde e vermelho foram semelhantes ($P < 0,05$). Ao se comparar os

LED, o comprimento do oviduto das aves expostas ao LED vermelho e azul foi maior, que o das aves expostas ao LED verde. O LED vermelho pode ser empregado em substituição à lâmpada fluorescente por apresentar o mesmo desempenho produtivo, qualidade de ovos e desenvolvimento morfológico de codornas de postura.

Palavras-chave: Aves poedeiras, diodo emissor de luz, qualidade de ovos, unidade haugh

ARTIFICIAL LIGHTING WITH DIFFERENT COLORS LED ON ATTITUDE OF POULTRY

ABSTRACT: Duration and intensity of lighting in the room where laying quails are created can affect the performance and quality of eggs of birds. The objective was to evaluate the productive performance, egg quality, biometry of the reproductive system and the gastrointestinal tract of Japanese quail exposed to artificial lighting with light-emitting diode (LED) of different colors compared to fluorescent lamp. 240 Japanese quail were used, distributed in a completely randomized design with four treatments (fluorescent lamp, LED green, red and blue) with six replicates of 10 birds each. They determined the performance characteristics, quality eggs, biometrics reproductive system and the gastrointestinal tract. The results were submitted to ANOVA and in case of significant effect to a probability of 5%, the averages were compared by the Dunnett test at Scoot Knott test. The data show differences ($P < 0.05$) average egg weight and shell thickness when compared to LED bulbs with fluorescent, the weight of the eggs of birds exposed to the red LED was similar to fluorescent lamp ($P < 0, 05$). There was significant difference ($P < 0.05$) for the oviduct length at 64 days of age with smaller

length for birds exposed to green LED lighting when compared to those exposed to fluorescent lamp. The thick eggshell of birds exposed to lighting with LED red and blue were higher when compared with the green LED. When comparing with the fluorescent lamp, the thickness of the eggshell of birds exposed to green and red LED were similar ($P < 0.05$). Comparing the LED, the oviduct length of birds exposed to the red and blue LED was higher than that of birds exposed to the green LED. The red LED can be used to replace the fluorescent lamp for presenting the same productive performance, egg quality and morphological development of laying quails

.Keywords: laying birds, LED, egg quality, Haugh unit

INTRODUÇÃO

A codorna é uma ave de fácil adaptação às condições climáticas e de criação, possui rápido crescimento, maturidade sexual precoce (42 dias), elevada produção de ovos, baixo consumo de ração e grande resistência a enfermidades (MAKIYAMA, 2012), entretanto, ainda são escassas na literatura informações sobre exigências nutricionais, peso ideal em cada fase, programa de iluminação e manejo (MOLINO et al., 2015).

A iluminação é um fator fundamental na produção de ovos, pois o estímulo luminoso influencia diretamente as respostas fisiológicas da ave, proporcionando liberação de hormônios reprodutivos, podendo acelerar ou retardar a maturação sexual e estimular a postura de ovos (FREITAS et al., 2005).

A tecnologia de iluminação de ambientes teve grande avanço nos últimos anos e a adequação do sistema de iluminação com melhor custo benefício é relevante no momento da escolha da fonte de iluminação na criação de codornas de postura. As lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) apresentam benefícios em relação às lâmpadas

comumente utilizadas (incandescente e fluorescente), como menor gasto energético e maior tempo de vida útil, tornando-se uma alternativa viável para a aplicação na avicultura industrial (GONGRUTTANANUN, 2011; MARTELETO, 2011).

Estudos com poedeiras verificaram que ovos de galinhas expostas à luz branca possuem maior peso e ovos de galinhas expostas à luz verde apresentam melhoria na qualidade da casca (ER et al., 2007). Borille et al. (2013) não encontraram diferença na qualidade de ovos entre as cores de LED utilizadas, portanto fazem-se necessários estudos para verificar o efeito das cores de LED na produção e qualidade de ovos de codornas japonesa (*Coturnix coturnix japônica*), bem como possíveis alterações do tipo (fluorescente e LED) e cor de luz (verde, azul e vermelho) sob o desenvolvimento do aparelho reprodutor e do trato gastrointestinal das aves.

O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho produtivo, qualidade de ovos, sistema reprodutor e trato gastrintestinal de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) expostas a iluminação artificial com diodo emissor de luz (LED) de diferentes cores em comparação à lâmpada fluorescente.

MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA (protocolo n° 031/2014), da Faculdade de Ciências Agrárias de Dourados – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Manejo e instalações experimentais

O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura da Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. O clima da

região, de acordo com a classificação Köppen pertence ao tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco.

Nas fases de cria e recria as aves foram criadas em boxes com cama do tipo maravalha, contendo bebedouros do tipo copo de pressão e comedouros tubulares infantis. O aquecimento inicial das aves foi feito por meio de campânulas com lâmpadas infravermelhas, mantendo a temperatura de 32°C.

Aos 38 dias de idade (pré postura) as aves foram transferidas para as baterias de gaiolas de arame galvanizado possuindo cada andar quatro subdivisões de 32x33x17 cm, equipados com bebedouros tipo *nipple* e comedouros metálicos dispostos frontalmente às gaiolas, correspondendo um comedouro para cada unidade experimental.

Água e ração foram fornecidas à vontade. O fornecimento de ração foi realizado diariamente em dois períodos (manhã e tarde). As rações experimentais foram a base de milho e farelo de soja formuladas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) de acordo com as exigências para codornas de postura.

O programa de iluminação utilizado foi de 17 horas por dia (12 horas de luz natural + 5 horas de luz artificial). Durante a fase de cria, recria e pré postura as aves foram mantidas sob regime de iluminação natural, quando as mesmas completaram 50 dias de idade realizou-se a uniformidade das aves e depois de selecionadas foram submetidas ao regime de iluminação de acordo com os tratamentos.

O galpão foi dividido verticalmente e transversalmente de uma extremidade a outra com placas de compensado na cor preta para que não houvesse interferência e reflexão das diferentes fontes de luz avaliadas. As lâmpadas foram dispostas frontalmente as gaiolas de acordo com a necessidade de lux para codornas de postura

(20 lux). A mensuração da quantidade de lux foi realizada com auxílio de um luxímetro digital disposto a altura da cabeça das aves em diversos pontos das gaiolas.

Delineamento experimental e tratamentos

Foram utilizadas 240 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) com 50 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, constituído por quatro tratamentos: lâmpada fluorescente, LED verde, LED vermelho e LED azul, com seis repetições de 10 aves cada unidade experimental.

Desempenho produtivo

Para avaliação de desempenho foram determinados o consumo de ração, porcentagem de postura, e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz). O experimento foi dividido em quatro ciclos de 21 dias cada, e as avaliações foram realizadas no 21º dia de cada ciclo.

A produção de ovos foi anotada diariamente para determinação da porcentagem de postura de cada unidade experimental. Para a determinação do consumo, a ração fornecida foi pesada no primeiro e último dia de cada ciclo, em cada unidade experimental, e por diferença, determinou-se o consumo de ração do período avaliado.

A conversão alimentar em kg/kg e kg/dz foi calculada dividindo-se a ração consumida (kg) pelo peso total de ovos (kg) e pelo número de ovos produzidos (dz), respectivamente, em cada unidade experimental.

Qualidade dos ovos

As análises de qualidade dos ovos foram realizadas nos três últimos dias de cada ciclo experimental. Foram coletados seis ovos de cada unidade experimental, sendo três

para avaliações qualitativas e três para determinação dos componentes: porcentagem de albúmen, gema e casca em relação ao peso real do ovo.

Foi determinado o peso médio dos ovos, unidade de Haugh, índice de gema, porcentagem de albúmen, gema e casca e espessura de casca. O peso médio dos ovos foi calculado dividindo-se o peso total pelo número de ovos da unidade experimental. Após a realização das pesagens retirou-se aleatoriamente uma amostra de três ovos por unidade experimental, pesados individualmente em balança semi-analítica ($\pm 0,001g$) e posteriormente quebrados sobre uma placa de vidro lisa e com o auxílio de um paquímetro digital foi mensurada a altura do albúmen denso e da gema. Com a medida da altura do albúmen e o peso do ovo foram determinados os valores de unidade Haugh, utilizando a seguinte equação (NESHEIM et al., 1979): $UH = 100 \times \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)$. Em que: UH=unidade Haugh; H=altura do albúmen (mm); P=peso do ovo (g)

Posteriormente, com o auxílio de um paquímetro digital ($\pm 0,01$ mm) determinou-se o diâmetro da gema e com base nos valores obtidos calculou-se o índice de gema (altura/diâmetro).

Para a determinação das porcentagens de albúmen e gema, foram utilizados três ovos de cada unidade experimental. Os ovos foram identificados, quebrados e separados albúmen, gema e casca e em seguida, alocados em recipientes de poliestireno atóxico e pesados para a determinação das porcentagens.

As cascas foram lavadas em água corrente sem a retirada da membrana interna e secas em temperatura ambiente por um período de 48 horas, posteriormente foram pesadas em balança semi-analítica ($\pm 0,001g$) e calculado sua porcentagem em relação ao peso do ovo. A espessura da casca foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital tomando-se três medidas na região central da casca.

Biometria do aparelho reprodutor e do trato gastrintestinal

Uma ave de cada parcela foi selecionada, totalizando seis aves por tratamento, de acordo com o peso médio da parcela, aos 57 e 64 dias de idade. As aves foram insensibilizadas, seguidas de deslocamento cervical e posteriormente a retirada e mensuração dos componentes do sistema reprodutor e determinação do peso relativo dos órgãos do trato gastrintestinal (TGI).

Para biometria do sistema reprodutor foram considerados pesos relativos do ovário, oviduto e comprimento de oviduto. Para peso relativo do TGI foram considerados pesos relativos do proventrículo, moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas, fígado e comprimento do intestino delgado. O peso relativo foi calculado com base no peso vivo das aves antes do abate.

Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, para avaliação do efeito das lâmpadas de LED em comparação a lâmpada fluorescente e posteriormente pelo teste Scoot Knott, para avaliação do efeito entre as diferentes cores de LED utilizando o programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alteração de fatores relacionados com a iluminação como a intensidade, cor e duração, pode influenciar os índices de desempenho, de qualidade de ovos e comportamentais (GONGRUTTANANUN & GUNTAPA, 2012). Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho produtivo, qualidade de ovos, sistema reprodutor e trato gastrintestinal de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) expostas a

iluminação artificial com diodo emissor de luz (LED) de diferentes cores em comparação à lâmpada fluorescente.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis: porcentagem de postura, consumo de ração, conversão alimentar kg/kg e kg/dz (Tabela 1). Estes resultados são semelhantes aos de Jácome et al. (2012) e Huber-Eicher et al. (2013) que não observaram diferença nos resultados de desempenho de codornas e galinhas poedeiras, respectivamente, expostas a diferentes cores de iluminação com LED. Entretanto, Borille et al. (2013) verificaram que galinhas poedeiras apresentam melhores porcentagem de postura quando expostas ao LED vermelho, branco e lâmpada incandescente.

Tabela 1 – Valores médios referentes às variáveis de desempenho de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz.

Tipos de Luz	Porcentagem de postura (%)	Consumo de ração (g/ave/dia)	Conversão alimentar (kg/kg)	Conversão alimentar (kg/dz)
Fluorescente	72,92	20,93	2,000	0,240
LED verde	71,87	20,19	2,010	0,223
LED vermelho	73,91	20,93	2,039	0,238
LED azul	73,54	20,05	1,905	0,209
p-value	0,902	0,448	0,472	0,116
Dunnett				
p-value SK*	0,774	0,452	0,356	0,181
Erro padrão	0,959	0,243	0,031	0,523

Probabilidade de 5%; *SK – Scott Knott.

A produção e o comportamento das aves podem ser afetados por diversos fatores relacionados à iluminação (fotoperíodo, comprimento de onda, intensidade luminosa), porém, essas respostas dependem da fotorrecepção pela retina, pois as respostas reprodutivas são influenciadas pela recepção de luz do hipotálamo. No entanto, como observado no presente trabalho, a produção de ovos parece ser minimamente afetada pelo comprimento de onda (LEWIS e MORRIS, 2000).

De acordo com Blatchford et al. (2012), altas intensidades luminosas tendem a estimular a atividade locomotora das aves, influenciando o desempenho produtivo das aves, devido ao estímulo do consumo de ração. No entanto, no presente estudo a lâmpada fluorescente e as de LED (verde, vermelho e azul), forneceram iluminação suficiente as aves, sem afetar as funções de desempenho.

Para os índices de unidade Haugh, índice de gema, porcentagem de albúmen, gema e casca não foram observados efeitos ($P > 0,05$) para os tipos de luz estudados. Por outro lado, houve diferença ($P < 0,05$) para peso médio dos ovos e espessura de casca, quando comparadas as lâmpadas LED com a fluorescente (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de índices de qualidade de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz

Tipos de Luz	Peso médio dos ovos (g)	Unidade Haugh	Índice gema	Espessura de casca (mm)	Porcentagem de albúmen	Porcentagem de gema	Porcentagem de casca
					(%)		
Fluorescente	9,85	94,62	0,446	0,139	55,23	29,19	15,55
LED verde	9,33*	95,85	0,458	0,138b	56,89	28,82	14,29
LED vermelho	9,61	94,98	0,458	0,143a	55,88	29,47	14,72
LED azul	9,30*	94,99	0,456	0,144a*	56,27	28,29	15,43
p-value Dunnett	0,014	0,141	0,319	0,005	0,055	0,196	0,078
p-value SK	0,157	0,129	0,910	0,001	0,279	0,172	0,152
Erro Padrão	0,074	0,194	0,003	0,001	0,226	0,205	0,203

*Médias diferem estatisticamente ($P < 0,05$), pelo teste de Dunnett, em relação a lâmpada fluorescente; médias na mesma coluna seguidas de letras diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$).

O peso médio dos ovos de aves expostas à iluminação com LED verde e azul foram menores comparados com a lâmpada fluorescente (Tabela 2), no entanto, o peso dos ovos de aves expostas ao LED vermelho foi semelhante à lâmpada fluorescente. Er et al. (2007) verificaram que galinhas poedeiras expostas ao LED vermelho apresentaram peso do ovo inferiores à lâmpada incandescente. Entretanto, Jácome et al. (2012) e Borille et al. (2013) não observaram diferença no peso dos ovos de codornas e poedeiras expostas a diferentes tipos de luz.

Quando as aves têm recepção de cores produzidas por raios no final do espectro, como laranja e vermelho, respondem produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos. Os fótons de maiores comprimentos de onda (no vermelho acima de 700 nm) têm um poder de penetração transcraniana mil vezes maior que os de onda mais curta (400 nm) e exercem um poder estimulante mais elevado, produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos (ROCHA, 2008).

Estas informações sugerem que a qualidade do ovo pode ser influenciada pelo espectro emitido pela fonte de luz, e algumas cores podem ser mais estimulantes do que outras, devido a alteração dos comprimentos de ondas com as diferentes cores emitidas (NICHOLLS et al., 1988) e que o LED vermelho afetou de maneira positiva o peso dos ovos, devido provavelmente às alterações hormonais das aves (liberação de FSH e LH).

A espessura de casca dos ovos (Tabela 2) de aves expostas à iluminação com LED vermelho e azul foram maiores quando comparados com o LED verde. Ao se comparar com a lâmpada fluorescente, a espessura da casca dos ovos de aves expostas a LED verde e vermelho foram semelhantes ($P < 0,05$). Estes dados se diferem dos encontrados por Er et al. (2007) que observaram maior espessura de casca de ovos em galinhas poedeiras submetidas a iluminação artificial com LED verde.

Alguns fatores estão relacionados à espessura da casca de ovos, dentre eles a idade das aves (BROOKS, 1971), temperatura e umidade dentro das instalações. As informações sobre a influência da iluminação artificial sobre a qualidade de casca do ovo são escassas na literatura.

A biometria do sistema reprodutor das codornas aos 57 dias de idade não apresentou diferença ($P>0,05$) entre as diferentes fontes de luz (Tabela 3). Possivelmente não houve efeito do tipo de iluminação devido ao curto tempo de exposição das aves aos tratamentos.

Tabela 3 - Valores médios referentes à biometria do sistema reprodutor de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 57 dias de idade

Tipos de Luz	Peso da ave (g)	Peso oviduto (%)	Peso ovário (%)	Comprimento oviduto (cm)
Fluorescente	156,33	3,547	2,638	26,25
LED verde	151,70	3,729	2,787	26,55
LED vermelho	163,20	5,917	2,574	24,72
LED azul	158,29	4,939	2,610	20,25
p-value Dunnett	0,6491	0,4162	0,9727	0,5756
p-value Scott Knott	0,6491	0,4162	0,9727	0,5756
Erro padrão	3,030	0,351	0,155	0,485

Probabilidade de 5%.

Aos 64 dias de idade houve diferença ($P<0,05$) apenas para comprimento do oviduto. As aves expostas à iluminação com LED verde apresentaram menor comprimento de oviduto quando comparadas com as expostas à lâmpada fluorescente.

Além disto, ao comparar as cores de LED, o comprimento do oviduto das aves expostas ao LED vermelho e azul foi maior que o das aves expostas ao LED verde (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios referentes à biometria do sistema reprodutor de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 64 dias de idade

Tipos de Luz	Peso da ave (g)	Peso oviduto (%)	Peso ovário (%)	Comprimento oviduto (cm)
Fluorescente	160,88	4,020	2,327	31,27
LED verde	151,20	4,672	2,299	24,60b*
LED vermelho	148,53	4,135	3,860	30,60a
LED azul	144,77	4,514	2,792	33,27a
p-value Dunnett	0,3989	0,7599	0,3357	0,0056
p-value Scott Knott	0,3989	0,7599	0,3357	0,0002
Erro padrão	3,351	0,230	0,286	1,047

*Médias diferem estatisticamente ($P < 0,05$), pelo teste de Dunnett, em relação a lâmpada fluorescente; médias na mesma coluna seguidas de letras diferem entre si, pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$).

De acordo com Lewis e Morris (2000) a penetração da radiação do comprimento de onda vermelho no hipotálamo tem estímulo sexualmente maior que comprimentos de onda verde ou azul, o que poderia explicar o maior comprimento do oviduto para aves expostas ao LED vermelho e a lâmpada fluorescente, quando comparado com o LED verde.

Hassan et al. (2013) em estudo com iluminação artificial com diferentes cores de LED (vermelho, azul, verde e branca) observaram que as aves expostas a luz vermelha

tiveram maior peso do ovário. Estes resultados sugerem que o comprimento de onda longo estimula os fotorreceptores da retina, que refletem sobre a glândula pituitária e no cérebro, assim o hormônio liberador de gonadotrofina influencia na maior secreção dos hormônios FSH e LH (hormônio folículo estimulante e luteinizante), alterando assim o desenvolvimento do aparelho reprodutor das aves expostas ao LED vermelho.

No trato gastrintestinal (TGI) cada órgão possui sua determinada função vital, seja de catabolismo, metabolização, digestão e/ou absorção dos nutrientes. Alguns fatores como o melhoramento genético nutrição, manejo e sanidade podem estar relacionados com o desenvolvimento dos órgãos do TGI, no entanto, o fator aplicado no presente estudo, diferentes cores de LED em substituição as lâmpadas fluorescentes não apresentaram diferença ($P>0,05$) para os dados de peso relativo dos órgãos do trato gastrintestinal aos 57 e 64 dias de idade (Tabelas 5 e 6). Não foram encontrados na literatura dados que correlacionem as cores do LED sobre o desenvolvimento do trato gastrintestinal de codornas, tornando os dados do estudo peculiares e de difícil comparação direta.

Semelhante ao presente estudo Rodenburg e Middelkoop (2003) determinaram que a fonte de iluminação não exerce efeito sobre o peso dos órgãos de frangos de corte. Da mesma forma Sagheer et al. (2004) não encontraram diferenças de peso de carcaça, órgãos internos, pesos da cabeça, pescoço, fêmur, asas e deposição de gordura abdominal entre diferentes tipos de iluminação. Em estudo com frangos de corte Ahmad et al. (2014), relatam que as fontes e cores de luz tiveram efeito sobre o peso do fígado, peso do coração, moela e peso do intestino das aves, com maior peso de intestino para as aves expostas ao LED branco, comparado com o peso do intestino das expostas à fluorescente, incandescente e fluorescente compacta.

Tabela 5 - Valores médios referentes à biometria do trato gastrintestinal de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 57 dias de idade

Tipos de Luz	Moela	Pró ventrículo	Fígado	Pâncreas	Intestino delgado	Intestino grosso	Comprimento intestino delgado (cm)
	(%)						
Fluorescente	2,116	0,430	4,357	0,342	2,487	1,018	46,32
LED verde	2,136	0,422	4,155	0,342	3,162	1,195	48,80
LED vermelho	1,976	0,416	2,870	0,308	2,245	1,075	46,80
LED azul	1,927	0,364	5,014	0,292	2,599	0,693	47,80
p-value Dunnett	0,4433	0,2941	0,0990	0,2798	0,4601	0,2188	0,5561
p-value Scott Knott	0,4433	0,2941	0,0990	0,2798	0,4601	0,2188	0,5561
Erro padrão	0,052	0,013	0,171	0,011	0,102	0,059	0,628

Probabilidade de 5%.

Tabela 6 - Valores médios referentes à biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com diferentes tipos de luz aos 64 dias de idade

Tipos de Luz	Moela	Pró ventrículo	Fígado	Pâncreas	Intestino delgado	Intestino grosso	Comprimento intestino delgado
	(%)						(cm)
Fluorescente	1,933	0,375	3,516	0,276	2,006	0,790	49,27
LED verde	2,008	0,387	4,079	0,192	2,435	0,885	45,75
LED vermelho	2,010	0,286	3,550	0,275	2,123	0,678	33,42
LED azul	2,139	0,445	3,786	0,282	2,378	1,016	49,10
p-value Dunnett	0,5754	0,2731	0,347	0,2642	0,1964	0,3683	0,2419
p-value Scott Knott	0,5754	0,2731	0,347	0,2642	0,1964	0,3683	0,2419
Erro padrão	0,050	0,014	0,121	0,007	0,082	0,039	1,069

Ausência de letras, teste de médias submetidas ao Dunnett e Scott Knott não significativas 5%; *SK – Scott Knott.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o desempenho produtivo, qualidade de ovos, sistema reprodutor e trato gastrointestinal de codornas japonesas expostas ao LED vermelho foram semelhantes à lâmpada fluorescente, indicando a possibilidade de substituição dessa fonte de luz visto que o LED é uma alternativa eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLATCHFORD, R.A., G.S. ARCHER; J.A. MENCH. Contrast in light intensity, rather than day length, influences the behavior and health of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 91, p. 1768-1774, 2012.

BORILLE, R.; GARCIA, R.G.; ROYER, A.F.; SANTANA, M.R.; COLET, S.; NAAS, I.A.; CALDARA, F.R.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; ROSA, E.S.; CASTILHO, V.A.R. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas – SP, v. 15, n. 2, p. 135-140, 2013.

BROOKS, R.C. **Egg breakage is costing you Money**. *Poultry Tribune* 1971; 3: 22-36.

ER, D.; WANG, Z.; CAO, J.; CHEN, Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. Poultry Science Association, Inc. **The Journal of Applied Poultry Research**, College Station, v.16, n.4, p. 605- 612, 2007.

FAWWAD AHMAD, AHSAN-UL-HAQ, SULTAN MAHMOOD, SYED ADIL ZAFAR, MUHAMMAD YOUSAF, MUHAMMAD ASHRAF, GHULAM ABBAS, AND RAZIA ABDUL MAJEED QURESHI. Comparative Effect of Light Emitting Diode Versus Traditional Light Source on Performance, Slaughter Characteristics,

Immunity and Gland's Weight of Broiler. Scholar's Advances in Animal and Veterinary Research, 1(1): 14-19. 2014.

FREITAS, H.J.; BARROS COTTA, J. T de.; OLIVEIRA, A. I. G de.; 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. Lavras – MG.

GONGRUTTANANUN, N & GUNTAPA, P. Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. **Kasetsart Journal: Natural Science** 2012; 46: 51 - 63.

GONGRUTTANANUN, N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens. **Poultry Science** 2011; 90 (12): 2855-2863.

HASSAN, M. R.; SULTANA, S.; CHOE, H. S.; RYU, K. S. Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. **Italian Journal of Animal Science**. v. 12. N. 3. 2013.

HUBER-EICHER, B.; SUTER, A.; STÄHLI, P.S. Effects of coloreds light-emitting diode illumination on behavior and performace of laying hens. **Poultry Science**. p. 869-873, 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 Zootecnia**. 61 (235): p. 449-456. 2012.

LEWIS, P. D, e MORRIS. T. R. Poultry and coloured light - **Reviews. World's Poultry Science Journal**. p. 189–207. 2000.

MAKIYAMA, L. Programas de iluminação para codornas japonesas no período de recria e desempenho na fase de postura. 2012. 63 f. Dissertação – (Mestre em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012.

MARTELETO, D.C. Avaliação do diodo emissor de luz (LED) para iluminação de interiores. 2011. 86 f. (Monografia) Departamento de Energia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 86p. 2011.

MOLINO, A.B.; GARCIA, E.A.; SANTOS, G.C.; VIEIRA FILHO, J.A.; BALDO, G.A.A. ALMEIDA PAZ, I.C.L. Photostimulation of Japanese quail. **Poultry Science**, v.94, p.156-161, 2015.

NESHEIM, M.C.; AUSTIC, R.E.; CARD, L.E. **Poultry Science**. Philadelphia: Lea & Febiger., p.339, 1979.

NICHOLLS, T.J.; GOLDSMITH, A.R.; DAWSON, A. Photofractoriness in birds and comparison with mammals. **Physiological Reviews** 1988; 68 (1): 133-176.

NICHOLLS, T.J.; GOLDSMITH, A.R.; DAWSON, A. Photofractoriness in birds and comparison with mammals. **Physiological Reviews** 1988; 68 (1): 133-176.

ROCHA, D.C.C. **Características comportamentais de e mas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho:fêmea.** 2008. 392 f. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia –Viçosa MG. 2008.

RODENBURG, J. VAN HARN AND VAN MIDDELKOOP, J.H. 2003. Effect of coloured light on production- and welfare traits in broilers. Applied Research, Animal Sciences Group, Wageningen UR, P.O.Box 2176, 8203 AD Lelystad, The Netherlands.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 134-141p.

SAGHEER, M., M. N. MAKLED AND M. A.MOHAMMAD, 2004. Effect of different lighting programmes on broiler performance. *Egypt. Poult. Sci. J.* 24:737-750.

SILVA, F.A.S. Assistência Estatística - ASSISTAT (7.7 beta). Campina Grande. Departamento de Engenharia Agrícola Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

CAPÍTULO III

QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS EXPOSTAS À ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM DIFERENTES FONTES E CORES DE LUZ

(Artigo dirigido com as normas de acordo com a Revista Brasileira de Ciência Avícola).

Pesquisa integralmente aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais - Número

de protocolo: 031/2014 CEUA/UFGD

QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS EXPOSTAS À ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM DIFERENTES FONTES E CORES DE LUZ

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da iluminação artificial com fitas LEDs vermelhas em substituição fluorescentes, no regime de iluminação de poedeiras comerciais em fase de produção, para avaliação dos índices zootécnicos e qualidade dos ovos. O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura da Faculdade de Ciências Agrárias de Dourados – UFGD. Foram utilizadas 200 poedeiras comerciais da linhagem Bovans White, com 30 semanas de idade, divididas em duas situações (T1: fitas LED vermelhas e T2: lâmpadas fluorescentes), com 10 repetições de 10 aves cada, em três ciclos de 28 dias, distribuídos em DIC. O galpão foi dividido verticalmente com lona preta de uma extremidade a outra para que não houvesse interferência dos diferentes tratamentos. As avaliações de desempenho e de qualidade dos ovos foram realizadas nos últimos quatro dias de cada ciclo. Os resultados foram analisados no programa estatístico Assistat, em seguida, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett e Scott Knott ($P < 0,05$). Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para desempenho produtivo (consumo de ração, produção de ovos/dia e conversão alimentar kg/kg e kg/dz), para os diferentes tratamentos avaliados e nos diferentes períodos estudados. Os dados obtidos de qualidade dos ovos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). Conclui-se que o diodo emissor de luz da cor vermelha não afeta o desempenho produtivo e qualidade dos ovos, no entanto podem ser empregados na avicultura de postura.

Palavras-chave: Avicultura, desempenho, diodo emissor de luz, lux, unidade haugh

LAYING EGGS QUALITY EXPOSED TO ARTIFICIAL LIGHT COMMERCIAL WITH DIFFERENT SOURCES AND LIGHT COLORS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the effects of replacing incandescent light bulbs with ribbons of red LEDs and fluorescent lamps, in laying hens lighting system into production, to evaluate the performance indexes and egg quality. The experiment was conducted in lay poultry sector of the Faculty of Agricultural Sciences of Dourados - UFGD. 200 laying hens were used as Bovans White lineage, with 30 weeks of age, divided into two situations (T1: Red LED ribbons and T2 fluorescent lights), with 10 repetitions of 10 birds each, in three 28-day cycles, over DIC. The shed was divided vertically with black plastic end to end to avoid interference of the different treatments. Performance appraisals and egg quality were made in the last four days of each cycle. The results were analyzed using the statistical program Assistat then subjected to analysis of variance and means compared by Dunnett's test and Scott Knott ($P < 0.05$). ($P > 0.05$) differences were observed for productive performance (feed intake, egg production / day and feed conversion kg / kg and kg / dz), for different treatments and different periods studied. The data quality of the eggs showed no significant difference ($P > 0.05$). Conclui up the LED red color does not affect the productive performance and egg quality, however can be used in laying poultry.

Keywords: Poultry, performance, LED, lux, Haugh unit

INTRODUÇÃO

A avicultura de postura comercial avançou altos níveis de produção, resultado das inovações tecnológicas, como a automação do setor de produção e pelas mudanças marcantes nas áreas de genética, nutrição manejo e sanidade (Barbosa filho, 2004; Oliveira et al., 2014). O Brasil encontra-se em 7º lugar no ranking mundial de exportação de ovos, com aumento significativo de 61,2% da produção no ano de 2012 em relação ao ano de 2011 (Ubabef, 2013).

Apesar dos números significativos de produção e da grande responsabilidade social como geradora de empregos e fixadora do homem ao campo, a avicultura brasileira ainda apresenta alguns aspectos falho dentro de seu ciclo produção, como o alto desperdício de energia em seus vários processos (Jordan & Tavares, 2005), como utilização de ventiladores, nebulizadores, coletor de ovos, placas evaporativas e o que ganha destaque é o manejo inadequado do sistema de iluminação artificial, porém que são necessários para o bem-estar dos animais e para que possam expressar seu alto potencial genético, no entanto o manejo de iluminação artificial por ser uma implantação de baixo custo, vem gerando grandes gastos, podendo, portanto, gerar desperdícios.

Em aviários modernos, a iluminação artificial pode ser a única fonte de luz fornecida às aves, portanto, a duração, intensidade e qualidade da luz tornam-se importantes fatores ambientais, pois, podem afetar diretamente o desenvolvimento do sistema reprodutivo e produtivo.

Além disso, o estímulo luminoso influencia na atividade biológica das aves (Andrews e Zimmerman, 1990), uma vez que os hormônios liberados através do hipotálamo e da hipófise são os constituintes responsáveis pela formação do ovo, refletindo conseqüentemente na taxa de postura.

O uso da iluminação artificial é mais ostensivo em países onde se utilizam sistemas de criação em galpões fechados (países da Europa e Estados Unidos) e em regiões com clima desfavorável, elevando o custo com energia elétrica e afetando diretamente o valor do produto que chega ao mercado consumidor. No Brasil, a grande maioria dos sistemas de criação consiste em galpões convencionais abertos, com aproveitamento da iluminação natural, reduzindo a necessidade da iluminação artificial, porém não a descartando (Gewehr & Freitas, 2007).

Pesquisas com diferentes fontes de iluminação e diferentes cores, vêm sendo realizadas por apresentarem algumas vantagens, como tempo de vida útil de uma lâmpada de LED (50000 horas), quando comparado a fluorescente compacta (8000 horas) e a incandescente (1000 horas) (Liu et al., 2010) e menor custo com energia elétrica e criação (Gongruttananun., 2011).

Não só o tempo de duração e o menor custo de criação dos LEDs se tornou destaque na cadeia avícola, mas as diferentes cores também vêm recebendo ênfase apresentando melhoria no desenvolvimento reprodutivo e melhoria nos índices de qualidade dos ovos (Borille, et al., 2013; Er et al., (2007).

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais submetidas ao sistema de iluminação artificial com diodo emissor de luz (LED) vermelho em substituição a lâmpada fluorescente.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalações das aves e manejo experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura de Postura da Faculdade de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. A instalação

em que as aves foram alojadas caracteriza-se por um galpão convencional com dimensões de 12 m de comprimento, 6 m de largura e 3,5 m de pé-direito, encontra-se disposto no sentido leste oeste com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto, paredes e muretas de alvenaria com complemento de tela de arame até o teto.

Foram utilizadas 200 galinhas da linhagem Bovans White (poedeiras leves) com 30 semanas de idade. Durante todo o período experimental as aves foram mantidas em regime de iluminação artificial com fitas de diodo emissor de luz (LEDs) de cor vermelha e lâmpadas PL compactas fluorescentes. O regime de iluminação utilizado foi o contínuo de 17 horas por dia (iluminação natural + artificial).

As aves foram alocadas em duas fileiras de gaiolas de arame galvanizado possuindo duas subdivisões de 50 x 40 x 45 cm. O galpão foi dividido verticalmente com lona preta de uma extremidade a outra, para que não houvesse interferência das diferentes fontes de luz avaliadas. As lâmpadas fluorescentes e as fitas de LED vermelhas foram dispostas na gaiola a uma altura ao qual atendesse a necessidade de luz (20 lux) para galinhas poedeiras. A necessidade de lux foi mensurada através do luxímetro digital, onde o mesmo foi alocado à altura da cabeça da ave.

Os bebedouros utilizados foram do tipo copinhos com água dispostas à vontade aos animais. Os comedouros metálicos foram dispostos frontalmente às gaiolas, correspondendo um comedouro para cada unidade experimental.

A ração foi formulada À base de milho e farelo de soja, de forma a atender as exigências nutricionais da linhagem de acordo com o Manual de criação da Linhagem Bovans White.

As aves foram uniformizadas por peso e produção de ovos antes do início do experimento. Os registros referentes as características de desempenho produtivo e parâmetros de qualidade de ovo tiveram início na 30ª semana de idade das aves.

Delineamento e tratamentos experimentais

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos: lâmpadas PL compacta Fluorescentes (controle) e fitas de diodo emissor de luz (LED) da cor vermelha, com 10 repetições de 10 aves cada, totalizando 20 unidades experimentais.

Parâmetros Avaliados

Desempenho Produtivo

As variáveis de desempenho estudadas foram: de consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (%), e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz). As avaliações foram determinadas no 28º dia de cada ciclo experimental. O período total de coleta de dados foi de 84 dias, divididos em três ciclos de 28 dias cada.

Para a determinação do consumo, a ração fornecida foi pesada no primeiro e último dia de cada ciclo, em cada unidade experimental, e por diferença determinou-se o consumo de ração do período avaliado. Para o cálculo do percentual de postura os ovos foram coletados duas vezes ao dia, obtendo ao final do ciclo a produção total de ovos e porcentagem de postura de cada unidade experimental.

A conversão alimentar kg/kg e kg/dz foi calculada pela relação entre a quantidade de ração consumida (kg) e o peso total de ovos (kg) e por dúzias de ovos produzidos (dz), respectivamente, em cada unidade experimental.

Qualidade dos ovos

Ao final de cada intervalo de 28 dias, por três dias consecutivos. Seis ovos de cada unidade experimental foram coletados, sendo destinados às avaliações de

qualidade interna e externa (unidade Haugh, índice de gema, porcentagem de albúmen, porcentagem de gema, espessura e porcentagem de casca).

O peso médio dos ovos foi calculado dividindo-se o peso total pelo número de ovos da unidade experimental. Posteriormente três ovos por unidade experimental foram quebrados sobre uma placa de vidro lisa aonde com o auxílio de um paquímetro digital mensurou-se a medida da altura do albúmen denso e da gema expressas em milímetros (mm). Por meio da medida da altura do albúmen e o peso do ovo (g) foram determinados os valores de unidade Haugh, utilizando a equação proposta por Nesheim et al., 1979: $UH = 100 \times \log (H - 1,7P^{0,37} + 7,57)$; Em que: UH = Unidades Haugh; H = altura do albúmen (mm); P = peso do ovo (g).

Para a determinação dos componentes foram utilizados três ovos de cada unidade experimental. Os ovos foram quebrados e separados albúmen, gema e casca com o auxílio de um separador de gemas. Em seguida, os mesmos foram alocados em recipientes de poliestireno atóxico identificados e pesados em balança semi-analítica ($\pm 0,001g$) para a determinação das porcentagens.

As cascas foram lavadas em água corrente e sem a retirada da membrana interna e secas em temperatura ambiente por um período de 48 horas, posteriormente foram pesadas em balança semi-analítica e calculado sua porcentagem em relação ao peso do ovo.

Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelos testes de Dunnett e Scott Knott ao nível de significância de 5% utilizando o programa estatístico ASSISTAT 7.7 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A iluminação é um dos fatores primordiais dentro da avicultura de postura, tendo como função estimular o desenvolvimento do aparelho reprodutivo, e à atividade locomotora da ave para maior consumo de alimento e água, ou seja, quando submetidas a longos períodos de escuro sua atividade locomotora se torna reduzida, podendo retardar o desenvolvimento corporal (Etches, 1996).

Apesar do amplo espectro visível da ave com variações de 450-780 nm (Mendes et al., 2010; Mobarkey et al., 2010), onde se colocam dentro do espectro o vermelho e o branco com estímulos simultâneos não foram observadas (Tabela 1) diferenças ($P>0,05$) para consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos/dia (%), conversão alimentar kg/kg e kg/dz para as diferentes fontes e cores de luz testadas.

Estes resultados se assemelham aos encontrados por Eicher et al., (2013), que ao trabalhar com aves poedeiras expostas a iluminação LED branca, vermelha e verde não encontraram diferença ($P>0,05$) para consumo de ração e ganho de peso.

Entretanto, os resultados encontrados no presente trabalho se diferem dos reportados Borille, et al. (2013), que ao trabalhar com duas fontes de luz e cinco cores (lâmpadas incandescentes e LEDs vermelha, branca, verde, amarelo e azul), obteve resultados superiores ($P<0,05$) para o desempenho produtivo com as cores vermelha, branca e luz incandescente.

Estudos com frangos de corte também vêm sendo desenvolvidos visando a menor conversão alimentar e o maior consumo de ração. Entretanto, Santana et al (2014), não observou diferença ($P>0,05$) para os dados de desempenho com diferentes fontes e cores de luz avaliadas.

Já Chen et al., (2008) também trabalhando com frangos de corte observaram que as aves submetidas a luz verde na fase inicial apresentaram melhor ($P<0,05$) desempenho produtivo.

Tabela 1 - Valores médios apresentados de consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos/dia (%), conversão alimentar (kg/kg) e conversão alimentar (kg/dz) de galinhas poedeiras expostas a diferentes fontes e cores de luz

Fontes de Luz	¹ CR (g/ave/dia)	² %P (ovos/dia)	³ CA (kg/kg)	⁴ CA (kg/dz)
Controle	0,097±0,001	94,28±0,875	1,69±0,028	1,28±0,020
LED vermelho	0,097±0,002	95,49±1,136	1,74±0,025	1,29±0,015
CV (%)	5,20	3,38	4,85	4,41
p-value Dunnett	0,8458	0,4115	0,2091	0,7679
p-value SK	0,8458	0,4115	0,2091	0,7679

Probabilidade de 5% utilizando os Testes de Dunnett e Scott Knott

¹Consumo de ração (g/ave/dia); ² Porcentagem de postura (ovos/dia); ³ Conversão Alimentar (kg/kg);

⁴Conversão alimentar (kg/dz)

As indústrias avícolas vêm buscando atender o consumidor com produtos de índices qualitativos elevados porém com um menor custo de produção. Entretanto, um aspecto que se mostra falho dentro da cadeia de produção avícola, é o alto desperdício de energia com o manejo inadequado do sistema de iluminação artificial. Contudo, pesquisas com diferentes fontes (lâmpadas) e diferentes cores vêm sendo desenvolvida, visando os índices qualitativos.

No presente estudo, levando em consideração o teste das diferentes fontes de iluminação não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para peso médio do ovo e

unidade Haugh (Tabela 2). Dados semelhantes foram encontrados por Gongruttananun & Guntapa (2012) e Borille et al (2013), onde não encontraram diferença ($P>0,05$) avaliando diferentes fontes e cores de luz.

Pascoal et al.(2008) ainda descrevem que a qualidade do ovo é avaliada para que possam ser descritas diferenças na produção de ovos frescos, devido à características genéticas, nutricionais, sanitárias, manejos e aos fatores ambientais aos quais as poedeiras são submetidas.

Tabela 2 - Valores médios de Peso médio dos Ovos, Unidade Haugh, porcentagem de albúmen, gema e de casca de ovos de poedeiras comerciais expostas a diferentes fontes de luz

Fontes de Luz	¹ PMO (g)	² UH	³ %A	⁴ %G	⁵ %C
Controle	61,85±0,440	94,92±0,367	63,18±0,334	26,46±0,151	12,38±0,134
LED vermelho	63,23±0,474	93,77±0,513	63,40±0,305	26,24±0,179	12,08±0,084
CV (%)	2,31	1,49	1,60	1,98	2,88
p-value Dunnett	0,0465	0,0862	0,6435	0,364	0,0725
p-value SK	0,0465	0,0862	0,6435	0,364	0,0725

Probabilidade de 5% utilizando os Testes de Dunnett e Scott Knott

¹Peso Médio dos Ovos; ²Unidade Haugh; ³Porcentagem de albúmen; ⁴Porcentagem de gema; ⁵Porcentagem de casca; ⁷Gravidade específica.

Para os componentes dos ovos porcentagem de albúmen, gema e casca não foi observado diferença ($P>0,05$) para as diferentes fontes e cores de luz estudadas. Kim et al., (2005) relata que a variação dos percentuais de gema, albúmen e casca são, na maioria das vezes, responsáveis pela variação da unidade Haugh, pois ambos são resultantes das relações entre altura e peso da gema e do albúmen.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o diodo emissor de luz da cor vermelha não afeta o desempenho produtivo e melhora o peso médio dos ovos e, portanto, pode ser uma alternativa as lâmpadas fluorescentes, já que possui maior durabilidade e vida útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrews DK, Zimmerman NG. A comparison of energy efficient broiler house lighting source and photoperiods. **Poultry Science**. p. 1471–1479, 1990.

Barbosa Filho JAD. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 80p. Dissertação (Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Física do Ambiente Agrícola), Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.

Borille R, Garcia RG, Royer AFB, Santana MR et al. The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola/Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.15, p. 135-140, 2013.

Eircher BH, Suter A, Stähli PS. Effects of coloreds light-emitting diode illumination on behavior and performace of laying hens. **Poultry Science**. p. 869-873, 2013.

Etches RJ. **Reproducción aviar**. Zaragoza: Acribia, p. 339. 1996.

Gewehr CE, Freitas HJ. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.1, n.6, p. 54-62, 2007.

Gongruttananun N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens. **Poultry Science**. p. 2855-2863. 2011.

Gongruttananun N & Guntapa P. Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. **Kasetsart Journal: Natural Science**. p. 51 - 63. 2012.

Jordan RA, Tavares MHF. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v.3, n.9, p. 420-423, 2005.

Kim WK, Donalson LM, Herrera P. et al. Comparisons of molting diets on skeletal quality and eggshell parameters in hens at the end of the second egg-laying cycle. **Poultry Science**, v.84, n.4, p. 522-527, 2005.

Liu W, Wang Z, Chen Y. **Effects of monochromatic light on developmental changes in satellite cell population of pectoral muscle in broilers during early posthatch period.** *Anatomical Record (Hoboken)*. v.293, n.8, p.1315-24, 2010.

Mendes AS, Reffati R, Restelatto R, Paixão SJ. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira Agrociência.** p. 05-13. 2010.

Mobarkey N, Avital N, Heiblum R, Rozenboim I. The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens. **Domestic Animal Endocrinology** 2010; 38: 235–243.

Nesheim MC, Austic RE, Card LE. **Poultry Science.** Philadelphia: Lea & Febiger., p. 339, 1979.

Oliveira DL, Nascimento JWB, Camerini NL, Silva RC. et al. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.18, n.11, p.1186–1191, 2014.

Pascoal LAF, Bento Junior FA, Santos WS, Silva RS, Dourado LRB, Bezerra APA. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** v. 9, p. 150-157, 2008.

Santana MR, Garcia RG, Nääs IA, Paz, ICL. et al. Diodo emissor de luz (LED) na iluminação artificial de frangos de corte. **Revista de Engenharia Agrícola**. v. 34. n 3. 2014.

Silva FAS. Assistência Estatística - ASSISTAT (7.7 beta). Campina Grande. Departamento de Engenharia Agrícola Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

Ubabef. Relatório Anual – Ovos in natura e processados, 2013. Disponível em:<<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 20 de setembro de 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados de desenvolvimento do sistema reprodutivo, índices de desempenho e qualidade de ovos em ambos os estudos, as lâmpadas LEDs de cor vermelha não mostram diferença das lâmpadas fluorescentes, podendo ambas as fontes e cores serem empregadas ao setor avícola. Entretanto, as LEDs mostram-se mais viáveis aos produtores de ovos, pelo maior tempo de vida útil e o menor gasto energético. Mesmo na ausência da viabilidade econômica no presente estudo, a literatura nos mostra que o tempo de vida útil do diodo emissor de luz (LED) quando comparada com as lâmpadas fluorescentes são maiores.

Dentre as lâmpadas e fitas LEDs recomenda-se o uso das fitas nas gaiolas, pois a distribuição de lux se mostra mais homogênea quando comparadas com as lâmpadas focadas, e de mais fácil manejo.

Vendo a situação atual energética do Brasil, a ponto de ocorrer racionamento como no ano de 2001, a produção avícola deve começar a adaptar tecnologias visando o menor desperdício de luz e continuar em busca da minimização dos custos de produção para melhor atender o consumidor.

IMPLICAÇÕES

Iluminação artificial com LED de diferentes cores na avicultura de postura

Neste trabalho por ausência de recursos financeiros verificou-se dificuldade na aquisição dos nutrientes para o preparo da ração experimental de acordo com as exigências nutricionais das aves, durante todo o período experimental utilizou-se ração

com exigência e granulometria para galinhas poedeiras, fato que pode ter afetado o baixo consumo de ração das aves.

Foram encontradas dificuldades na obtenção da quantidade de lux adequada para as codornas. As lâmpadas utilizadas possuíam foco reto, e não distribuíam a luminosidade de forma homogênea.

Qualidade de ovos de poedeiras comerciais expostas à iluminação artificial com diferentes fontes e cores de luz

Não foram encontradas dificuldades neste trabalho.