



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS A REGIME DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LEDS DE DIFERENTES CORES

Anahy Assad¹, Rodrigo Garófallo Garcia², Kelly Cristina Nunes³, Cinthia Eyng², Irenilza de Alencar Nääs², Nilsa Duarte da Silva Lima³

¹Bolsista de Produtividade em Pesquisa PIBIC/UFGD. email: anahy_assad@hotmail.com

²Professor Adjunto FCA – UFGD, Dourados, MS. C.Postal 533, 79804-970 Dourados- MS e-mail: rodrigogarcia@ufgd.edu.br

³Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFGD, Dourados. email: kcnunes@live.com

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LEDs de diferentes cores no regime de iluminação de codornas japonesas, para avaliação da qualidade dos ovos. O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura da Faculdade de Ciências Agrárias de Dourados – UFGD. Foram utilizadas 240 codornas japonesas, com 42 dias de idade, divididas em quatro tratamentos (LED azul, LED amarelo, LED vermelho e lâmpada PL compacta), com seis repetições de 10 aves cada, em cinco ciclos de 28 dias cada, em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram alocadas em baterias de gaiolas de arame galvanizado possuindo quatro subdivisões de 32 x 33 x 17 cm. O galpão foi dividido verticalmente e transversalmente com placas de compensado preta de uma extremidade a outra para que não houvesse interferência das diferentes cores de lâmpadas LEDs avaliados, formando assim quatro quadrantes, onde cada quadrante correspondeu a um tratamento. As lâmpadas foram dispostas frontalmente as gaiolas de acordo com a necessidade de lux para codornas de postura conforme indica o manual da linhagem. As avaliações de qualidade dos ovos foram mensuradas nos últimos quatro dias de cada ciclo. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional SAS Institute (1996) e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) das variáveis Altura de Albúmen, Altura de Gema, Unidade Haugh, Índice de gema e Gravidade específica, para as diferentes cores de LED avaliadas. Entretanto foram encontrados valores significativos ($p < 0,05$) para peso médio dos ovos, onde as aves expostas à luz fluorescente (PL compacta) apresentaram valores superiores às aves expostas com iluminação LED verde e azul. Conclui-se que lâmpadas fluorescentes proporcionam maior peso médio dos ovos.

Palavras-chave: diodo emissor de luz, estímulo luminoso, unidade haugh

INTRODUÇÃO

A criação de codornas vem crescendo consideravelmente no Brasil desde a sua implantação como atividade avícola. A razão desse sucesso é plenamente justificável pela qualidade excepcional da carne e pelo alto valor nutritivo do ovo, que tem resultado em boa aceitação do mercado consumidor (MURAKAMI & ARAKI, 1998).

Os produtos gerados pela coturnicultura apresentam uma alta demanda interna e os avicultores tradicionais estão descobrindo na criação de codornas uma forma de diversificação na criação e na oferta de ovos e carne no mercado. A codorna é considerada uma ave rústica de fácil adaptação às condições de criação, rápido crescimento, precocidade na maturidade sexual, elevada produção de ovos, baixo consumo de ração e grande resistência a enfermidades.

No Brasil a coturnicultura apresentou um rápido crescimento nos últimos anos, saltando de 5.575.068 codornas em seu rebanho no ano de 2002, para 15.567.634 em 2011 (IBGE, 2011), contabilizando uma produção de ovos em torno de 260.401.000 dúzias (IBGE, 2011). Com o aumento da participação de grandes empresas avícolas, apoiadas em instalações que propiciam fácil manejo de milhares de aves em um mesmo galpão, o que tem tornado a produção mais eficiente e de melhor qualidade para a comercialização.

As codornas possuem necessidades especiais durante as fases iniciais de criação, principalmente de nutrição e manejo visando um desenvolvimento corporal pleno e saudável para que possam expressar o máximo potencial na fase de produção de ovos. Os estudos nas fases de cria e recria de codornas são escassos, e de suma importância para a atividade, uma vez que a produção e a qualidade de ovos são condicionadas ao desenvolvimento das aves durante a recria. O desempenho de codornas de postura depende de vários fatores como, a idade à maturidade sexual. Apesar de muito produtivas, estas aves quando iniciam a produção precocemente limitam o tamanho de seus ovos, resultando em um menor rendimento no processamento dos ovos pela indústria de conservas (MAKIYAMA, 2012).

Algumas ações de manejo podem ser utilizadas visando o retardamento da maturidade sexual das aves, a exemplo da luz que está diretamente envolvida no desenvolvimento reprodutivo das aves, visto que o estímulo luminoso favorece a síntese e secreção dos hormônios reprodutivos. Assim, o programa de iluminação constitui uma importante ferramenta para o controle do desenvolvimento sexual, manutenção da

postura na fase de produção de ovos e influenciando, conseqüentemente, a qualidade dos ovos (MAKIYAMA, 2012).

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). Diante da constante busca por sistemas que apresentem baixo consumo de energia pode-se afirmar com segurança que aqueles equipamentos com baixa eficiência energética estão com seus dias contados.

Visão das Aves

Segundo MENDES et al. (2010) as aves possuem olhos relativamente maiores em comparação com os humanos, composta por dois tipos de células fotorreceptoras na retina do olho, sendo estas, os bastonetes e cones, responsáveis pelas condições de visão normais 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 diencéfalo. Toda informação visual proveniente do meio externo desse tecido é captada e transformada em estímulo elétrico para posterior envio às vias centrais da visão. A retina madura de vertebrados localiza-se na parte posterior do globo ocular, dividida em diversas camadas, nas quais se distribuem sete tipos celulares neurais.

Na porção mais externa da retina, encontra-se a camada nuclear externa (CNE) formada pelos corpos celulares dos fotorreceptores, cones e bastonetes, a camada nuclear seguinte é a camada nuclear interna (CNI), formada pelos corpos celulares das células horizontais, bipolares, amácrinas, ganglionares deslocadas e, em algumas espécies, células interplexiformes. Por fim, na parte mais interna da retina, encontra-se a camada de células ganglionares (CCG) formada pelos corpos celulares das células ganglionares e amácrinas deslocadas. Intercalando estas camadas celulares, encontram-se as camadas plexiforme externa (CPE) e plexiforme interna (CPI), que são na verdade regiões de contatos sinápticos realizados pelos tipos celulares mencionados acima. Os axônios das células ganglionares vão dar origem à camada de fibras ópticas (CFO) que formará o nervo óptico, sendo este o responsável pelo o envio da informação aos núcleos cerebrais da visão.

Predominantemente, na região periférica da retina encontram-se os bastonetes e os cones na região central. Em adição, estas células possuem estruturas contendo pigmentos, compostos pela opsina (uma proteína) e um carotenoide (derivado da

vitamina A). O modo de ação destas estruturas inclui o acúmulo destes pigmentos na borda da membrana celular dos fotorreceptores, sendo que a ação luminosa ocasiona uma modificação em sua conformação o que resulta em uma série de alterações no potencial de membrana, transmitindo o impulso nervoso até as células bipolares, que repassam o estímulo até células ganglionares (BICAS, 1997).

De acordo com SILVA (2010), as células da retina responsáveis pela transdução do estímulo luminoso são os fotorreceptores, que liberam glutamato, o principal neurotransmissor excitatório do sistema nervoso central. Desta forma, o sinal é transmitido às células bipolares e por sua vez, às células ganglionares via liberação de glutamato, caracterizando a via vertical glutamatérgica. O estímulo parte das células ganglionares via nervo óptico até a região do quiasma óptico.

Nesse ponto, há um cruzamento entre parte das fibras do nervo óptico e há uma separação em hemicampos, contemplados por cada hemisfério cerebral, sendo o hemicampo esquerdo contemplado pelo hemisfério direito e vice-versa. A sobreposição do campo de visão dos dois globos oculares é responsável pela visão binocular.

Um somatório de estímulos fornece aos bastonetes uma alta sensibilidade, no máximo de 507nm (luz azul-verde). Estas células, que operam somente abaixo de 4 cd/m², são inaptas a distinguir as cores. Entretanto, o menor número de cones, cada um ligado a uma única fibra nervosa, é responsável por fornecer níveis muito mais significativos de intensidade luminosa (iniciando de 4 até 44 cd/m²), produzindo imagens em alta definição e permitindo a percepção das cores (MENDES et al., 2010). Para GOVARDOVSKII & ZUEVA (1977) e HART et al. (1999), os olhos das aves possuem um tipo adicional de cone na retina, com um pico de sensibilidade por volta de 415 nm e este cone, conforme citam PRESCOTT & WATTES (1999), permite também a percepção de radiações abaixo de 400 nm. Segundo ROCHA (2008), as aves têm recepção de cores e respondem fisiologicamente quando a luz é produzida por raios no final do espectro, como laranja e vermelho (que possuem um poder de penetração transcraniana 1000 vezes maior que as cores do início do espectro e exercem, portanto, nas condições usuais, um poder estimulante mais elevado), produzindo maior quantidade de hormônios reprodutivos. No entanto, ROZENBOIM et al. (1998), ressalta que a produção de ovos pode ser adversamente afetada pela exposição das aves à luz com um comprimento de onda de 880 nm (infravermelho).

Influência do sistema de iluminação na reprodução das aves

O fotoperíodo é essencialmente uma alteração na duração e intensidade luminosa, ligado diretamente à migração, reprodução e muda das aves. A percepção da iluminação pelos animais de produção é composta basicamente pelo tempo de exposição, intensidade e tipo de luz. O fotoperíodo na fase inicial de criação estimula o consumo de ração e determina o período de repouso das aves, na escotofase. Na fase fotossensível, o fotoperíodo pode determinar o peso final das aves no início da postura (MAKIYAMA, 2012).

O sistema reprodutivo é basicamente regulado pelo eixo hipotalâmico-hipofisiário-gonadal. A partir do 13º dia de incubação, ocorre a maturação do eixo hipotalâmico-hipofisiário-gonadal do embrião. Ainda, nos períodos iniciais do desenvolvimento embrionário, este é capaz de sintetizar uma variedade de hormônios esteróides. O cérebro concentra sinais neurais e hormonais de origem endógena e exógena. Esta informação é usada para controlar a pituitária, gônadas e outros órgãos direta ou indiretamente. Várias áreas do cérebro são utilizadas, mas o principal ponto de tradução de sinais neurais no controle hormonal ocorre no hipotálamo, localizado numa região na base do cérebro, próximo da pituitária.

As células neurosecretoras do hipotálamo comunicam diretamente com a pituitária anterior através de um sistema porta. Este transporta hormônios do hipotálamo até a pituitária (RUTZ et al., 2007). Segundo ROCHA (2008) a reprodução das aves não depende somente dos fotorreceptores dos olhos para a percepção da luz. A luz precisa atravessar os ossos do crânio para estimular os fotorreceptores específicos no hipotálamo. 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). As codornas são estimuladas reprodutivamente com o aumento do período de luz, ou seja, por dias longos. No período de escuro, há liberação da melatonina e a redução dos níveis desse hormônio sinaliza para o hipotálamo, que se o eixo reprodutivo estiver maduro, as aves estão prontas para se tornarem maduras sexualmente (APPLEBY et al., 2004).

A melatonina é sintetizada pela glândula pineal, pela retina e pelo trato gastrointestinal, sendo, neste caso, relacionado à periodicidade na ingestão de alimentos. A glândula pineal é o principal órgão de produção deste hormônio (HUANG et al.,

2013). Este hormônio possui ação sobre a síntese e liberação do hormônio inibidor de gonadotropinas (GnIH), que irá atuar na adenohipófise liberando o hormônio luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH), proporcionando o desenvolvimento do sistema reprodutivo das aves (TSUTSUI et al., 2012). Posteriormente a liberação, ambos 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 (ROCHA, 2008). Neste contexto, os dias curtos não são capazes de estimularem a secreção adequada de gonadotrofinas, pois não iluminam toda a fase fotossensível. Desta forma, a produção e liberação de LH ficam comprometidas podendo interferir nas funções reprodutivas, comportamentais e características sexuais secundárias das aves (ETCHES, 1996 & ROCHA, 2008). Diante disso, sistemas artificiais de luz têm sido idealizados para adequar o fotoperíodo ideal e assim aperfeiçoar o ganho de peso, controlar a idade para a maturidade sexual e aumentar a produção de ovos em aves poedeiras e matrizes. Porém, no Brasil, poucos pesquisadores têm dado ênfase ao estudo deste tema (ARAÚJO et al., 2011).

A modificação artificial do fotoperíodo é uma importante ferramenta de manejo disponível para aves reprodutoras. O início da fase de postura pode ser controlado, o horário da ovoposição pode ser sincronizado, a taxa de postura pode ser influenciada, a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho dos ovos podem ser afetados pelo regime luminoso (ETCHES, 1996). De fato, existem relatos que o desempenho produtivo das aves domésticas é dependente do controle adequado de luz, envolvendo quantidade (duração e intensidade), coloração da luz (comprimento de onda) e frequência espectral (GONGRUTTANANUM & GUNTAPA, 2012). Entretanto, ainda existem controvérsias a respeito do espectro luminoso mais indicado para a reprodução das aves e demais funções fisiológicas.

Programas de Luz

O programa de iluminação utilizado na avicultura de postura (poedeiras e codornas) tem por finalidade estimular o aparelho reprodutor das aves e aumentar a produção de ovos (ETCHES, 1996). São classificados de acordo com o fotoperíodo, em hemerais e ahemerais. Programas hemerais são compostos de períodos de 24h, distribuídos em fase clara e fase escura. Em instalações abertas, em que é aproveitada a

luz natural, utilizam-se somente programas hemerais (CAMPOS, 2000). Programas hemerais podem ser classificados em contínuos e intermitentes. Nos programas contínuos, a iluminação artificial é acrescida à natural 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. Esta informação pode ser dada através de um simples flash de luz. A ave irá ignorar períodos intermediários de escuridão (GEWEHR, 2003).

Ciclos ahemerais são utilizados para melhorar a qualidade da casca e aumentar o tamanho do ovo sem diminuir a postura. No entanto, são usados em instalações com ambiente controlado, principalmente na Europa e Estados Unidos (ERNST et al, 1987).

Melo et al. (2006) avaliaram os efeitos dos programas contínuo e intermitente sobre o desempenho de codornas (*Coturnix coturnix*) na fase inicial de postura. Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença significativa no consumo de ração, no entanto a produção de ovos no regime intermitente foi maior que no contínuo. Pesquisas realizadas com programas de iluminação intermitente em codornas e codornas comerciais criadas em galpões abertos apresentam resultados positivos e promissores (GEWEHR et al.,2012). 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 (GEWEHR & FREITAS, 2007).

Diodo emissor de luz na avicultura industrial

Segundo MOREIRA (2009) os LEDs não são nada mais do que diodos semicondutores que quando submetidos a uma corrente elétrica, emitem luz e podem ser utilizados para fototerapia com comprimentos de onda que variam de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho). Segundo ROSA & ARAÚJO (2010), o LED (diodo emissor de luz), foi patentiado em 1961 pelos pesquisadores Robert Biard e Gary Pittman trabalhando na Texas Instruments, descobriram que o Arseneto de Galio (GaAs) emitia

radiação infravermelha quando aplicava-se corrente elétrica, recebendo assim a patente para LED infravermelho. A mesma autora ainda relata que, o primeiro espectro prático visível (vermelho) para um LED foi desenvolvido em 1962, por Nick Holonyak Jr, enquanto trabalhava para a General Electric Company, e com o decorrer dos anos, foram surgindo combinações de cores dos LEDs, LED amarelo e melhoria no brilho de LEDs vermelhos em 1972, por M. George Craford. Em 1976, T.P. Pearsall criou o primeiro LED de alta luminosidade e alta eficiência para fibras ópticas e na década de 70, surgiu o primeiro LED azul de alta luminosidade, que foi demonstrado por Shuji Nakamura da Nichia Corporation, rendendo o prêmio Nobel e Nakamura. Diferentemente das lâmpadas incandescentes, os LEDs podem produzir luz que mudam de cor, intensidade e distribuição, atendendo a várias necessidades de mercado. Com estas fontes de luz reduz-se, também, o consumo de energia em cerca de 50%, em relação às fontes tradicionais.

Além deste benefício, temos ainda redução de lixo e poluição ambiental. Atualmente, os LEDs podem ser encontrados em vários modelos, que emitem cor como o azul, verde, vermelho, laranja, amarela e outras. Combinando intensidades de LEDs, de no mínimo três cores primárias, é possível cobrir toda a gama de cinco cores do espectro visível, inclusive a luz branca, proporcionando soluções otimizadas para qualquer necessidade de iluminação ambiental e de segurança (CERVI, 2005; MOREIRA, 2009).

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). Diante da constante busca por sistemas que apresentem baixo consumo de energia, pode-se afirmar com segurança que aqueles equipamentos com baixa eficiência energética estão com seus dias contados. As lâmpadas tradicionalmente utilizadas para a iluminação de galpões de codornas, poedeiras e frangos de corte apresentam elevado consumo de energia, baixa durabilidade, necessidade de limpeza constante e dificuldades para o correto descarte. Diante dessa realidade, as lâmpadas de LED têm despertado grande interesse, pois, além de ser extremamente econômico, apresenta uma vida útil longa. No entanto, os efeitos dos espectros luminosos emitidos por esse tipo de lâmpada sobre as aves, ainda são praticamente desconhecidos devido à escassez de pesquisas científicas (RIERSON, 2008).

Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas, avaliando as cores de LED no sistema de iluminação artificial na avicultura. BORILLE et al. (2013), ao avaliar cinco cores de LED e lâmpadas incandescentes, obteve resultados de desempenho superiores para cores vermelha, branca e luz incandescente, quando comparadas com as cores verde, amarelo e azul. Tal fato possa estar relacionado segundo LEWIS & MORI (2000), com a penetração da radiação de comprimento de onda vermelho no hipotálamo em que é sexualmente mais estimulante que comprimentos de onda verde ou azul. Ao utilizar três cores de LED comparadas com lâmpadas incandescentes, ER et al. (2007) observaram que a cor verde apresentou melhoria na qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown.

Ao testar cores de LED para frangos de corte, CHEN et al., (2008) observaram que as aves submetidas à luz verde na fase inicial apresentaram melhor desempenho. Na fase final de criação, as aves mantidas em luz azul, tiveram melhor desempenho, comprovando que as cores azul e verde, promovem melhor crescimento e desenvolvimento de fibras musculares (CHEN et al., 2008). PAIXÃO et al. (2011) utilizaram dois tipos de iluminação (lâmpadas fluorescentes compactas e LED brancos) e verificaram que a lâmpada de LED branca apresenta o mesmo efeito da lâmpada fluorescente, no desempenho produtivo de frangos de corte (consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar), tornando-se viável, devido a economia de energia que esta apresenta.

Avaliando o efeito da luz na resposta imune de frangos de corte, XIE et al., (2008) observaram que as aves submetidas ao LED de cor verde, apresentaram aumento na proliferação de linfócitos T no sangue, com 21 dias de idade. Tendo pela frente um mercado cada vez mais exigente e competitivo, atualmente inserido em uma consciência sustentável, justifica-se o emprego de tecnologias, que inserem em seus produtos um menor custo de produção. Levando em conta, que os gastos e desperdícios totais de energia elétrica na produção de aves são exageradamente altos e que já estão disponíveis no mercado, tecnologias que possuem boa eficiência energética, como é o caso dos LEDs que possuem uma eficácia estimada em 100 lm/W, sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm/W) e fluorescentes (80 lm/W) (LIU et al., 2010). Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar os índices qualitativos de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas à iluminação artificial com LEDs de diferentes cores.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no setor de avicultura de postura da Faculdade de Ciências Agrárias de Dourados – UFGD, apresentando latitude de 22°13'18.54" Sul e longitude de 54°48'23.09" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação Köppen pertence ao tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média anual de 22°C. A altitude varia entre 449 m e 477 m.

A instalação em que aves foram alojadas caracteriza-se por um galpão convencional possuindo dimensões de 12 m de comprimento, 6 m de largura e 2,20 m de pé-direito, encontra-se disposto no sentido leste oeste com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes de alvenaria com 3,5 m de pé direito com complemento de tela de arame até o teto.

Os bebedouros utilizados foram do tipo *nipple* 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 fornecida *ad libitum* divididos em dois períodos, correspondendo (manhã e tarde) diariamente. O regime de iluminação utilizado foi o de 17 horas por dia (iluminação natural + artificial).

Foram utilizadas 240 codornas japonesas com 42 dias de idade. As aves foram mantidas em regime de iluminação artificial com diferentes cores de LED a partir do 42º dia de idade.

As análises de qualidade dos ovos foram realizadas quando as aves completaram 42 dias de idade. O período de avaliação da qualidade dos ovos teve duração de 140 dias (cinco ciclos de 28 dias cada).

As aves foram alocadas em baterias de gaiolas de arame galvanizado possuindo quatro subdivisões de 32 x 33 x 17 cm. O galpão foi dividido verticalmente e transversalmente com placas de compensado preta de uma extremidade a outra para que não se tenha interferência das diferentes cores de lâmpadas LEDs avaliados, formando assim quatro quadrantes, onde cada quadrante correspondeu a um tratamento. As lâmpadas foram dispostas frontalmente as gaiolas de acordo com a necessidade de lux para codornas de postura conforme indica o manual da linhagem.

Foram adotadas quatro situações dentro do galpão experimental, onde cada uma correspondeu a um tratamento: T1: Lâmpadas LED verdes, T2: Lâmpadas LED

vermelhas, T3: Lâmpadas Fluorescentes e T4: Lâmpadas LED azuis distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de 10 aves cada, totalizando 24 unidades experimentais.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com a exigência da linhagem, onde os dados de composição química e energética dos alimentos foram baseados segundo Rostagno et al. (2005).

Características Qualitativas dos ovos

As análises para a determinação das características qualitativas dos ovos foram realizadas nos últimos quatro dias de cada ciclo experimental. Foram coletados quatro ovos de cada unidade experimental, sendo estes para avaliações qualitativas.

Determinou-se o peso médio dos ovos, valores de Altura de Albúmen, Unidade Haugh (UH) e índice de gema (IG).

O peso médio dos ovos foi calculado dividindo-se o peso total pelo número de ovos da unidade experimental. Após a realização das pesagens três amostras de cada unidade experimental foram pesados individualmente em balança semi-analítica ($\pm 0,001\text{g}$) e posteriormente quebrados sobre uma placa de vidro lisa aonde com o auxílio de um paquímetro digital foi mensurada a medida da altura do albúmen denso e da gema, em mm. 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 = Unidades Haugh

H = altura do albúmen (mm)

P = peso do ovo (g)

Em seguida, com 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).

Índice de gema = altura da gema / média dos diâmetros da gema

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional ASSISTAT. Em seguida, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à Peso dos Ovos (PMO), Altura de Albúmen (AA), Unidade Haugh (UH) e Índice de gema (IG) de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com LED de diferentes cores estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios de Índices de qualidade de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com LED de diferentes cores

Tratamentos	PMO	AA	UH	IG
T1 - Verde	9,33 ^b	5,38	95,85	0,46
T2 - Vermelho	9,62 ^{ab}	5,25	94,98	0,46
T3 - Fluorescente	9,85 ^a	5,19	94,62	0,45
T4 - Azul	9,30 ^b	5,18	94,99	0,46
CV (%)	3,17	3,22	0,94	2,82

Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes apresentam significância entre si, pelo teste de Tukey 5%.

Para as variáveis Altura de Albúmen, Unidades Haugh e Índice de gema os dados não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$), para as diferentes cores de LED avaliadas. Por outro lado os dados revelaram efeito ($p < 0,05$) para o peso médio dos ovos, onde as aves mantidas em sistema de iluminação artificial com luz fluorescente apresentaram valores superiores às aves expostas com iluminação LED verde e azul. No entanto, as cores verde e azul não apresentaram efeito significativo quando comparado com as lâmpadas vermelhas ($p > 0,05$).

O peso médio dos ovos é altamente depende da ingestão diária de proteína contida na ração. No entanto para ambos os tratamentos avaliados a ração fornecida foi formulada de acordo com Rostagno et al. (2005), e os respectivos índices de consumo de ração para todos os tratamentos avaliados se mantiveram dentro dos padrões (T1: 20,19; T2: 20,93; T3: 20,93; T4: 20,05), mostrando-se assim ingestão de proteína em níveis adequados para produção (PINTO, 1998).

Segundo Mendes et al., (2010) as luzes fluorescentes brancas apresentam um aspecto luminoso azulado, por produzirem comprimentos de ondas mais curtos (próximos ao verde e azul), quando comparado com as lâmpadas incandescentes que possuem um aspecto luminoso mais próximo ao vermelho, por produzirem comprimentos de ondas mais longos. Sabe-se, entretanto, que a cor branca é uma mistura homogênea de todas as cores, e este fato possivelmente possa estar relacionado com a melhor visibilidade da ave, proporcionando assim o acesso freqüente a ração com ingestão em níveis adequados para produção.

De acordo com Jacomé et al., (2012) alguns fatores como composição da ração, tempo de coleta, e período de armazenamentos dos ovos estão relacionados diretamente com a diminuição da altura do albúmen e conseqüentemente com o índice de Unidade Haugh, no entanto, no presente estudo ambos os fatores citados a cima se mostraram dentro dos padrões ideais para os índices qualitativos, sendo assim os diferentes tratamentos avaliados não mostraram resultados negativos, fazendo com que a tecnologia estudada possa ser empregada sem perdas qualitativas. Jácome et al (2012), trabalhando com lâmpadas incandescente 15W e LED de diferentes cores (azul, laranja e branca) encontraram resultados semelhantes, sem afetar o score de Unidade Haugh.

Borille et al. (2013) trabalhando com aves poedeiras também não encontraram diferença significativa para a Unidade haugh dos ovos com as diferentes fontes de iluminação testada.

O índice de gema é um indicativo ao qual ocorre a relativa migração do albúmen para a gema, fazendo com que ocorra o aumento do seu diâmetro com conseqüente diminuição de sua altura. Entretanto para que ocorra a migração do albúmen para a gema, é necessário queda no índice de Unidade Haugh, acontecimento ausente no presente estudo, tal fato pode estar relacionado com a utilização de ovos frescos para as devidas análises.

Fatores como temperatura e tempo de armazenamento estão relacionados diretamente com a diminuição da altura do índice de gema.

Marinho (2011) trabalhando com ovos de codornas armazenados 30 dias em temperatura ambiente e refrigerado, observou redução do índice de gema para ovos mantidos em temperatura ambiente a partir do 3º dia de armazenamento (0,38) em relação àquelas armazenados sob refrigeração (0,46). Baptista (2002) obteve resultados semelhantes, em que analisando ovos do dia zero (0,47) teve uma redução significativa ($p < 0,05$) 0,12 do índice de gema no 27º dia de armazenamento em temperatura

ambiente, já para os ovos armazenados em temperatura refrigerada observou-se que a redução foi mais sutil chegando a 0,44 o índice de gema no 29º dia de armazenamento.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o diodo emissor de luz de diferentes cores (vermelho, azul e verde) pode ser empregado como fonte de iluminação artificial para codornas japonesas.

Lâmpadas fluorescentes apresentam um aumento no peso médio dos ovos de codornas japonesas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C.; GODOY, M.J.S. **Avicultura Industrial**. Revista CFMV, n. 52, 2011.

BAPTISTA, R.F. Avaliação da qualidade interna de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*) em função da criação da temperatura de armazenamento. 2002. 99f.

BICAS, H. E. A. **Morfologia do sistema visual**. Medicina, Ribeirão Preto, v.30, p. 7-15, 1997.

BORILLE, R.; GARCIA, R. G.; ROYER, A. F. B.; SANTANA, M. R 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.

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

CERVI M. Semiconductor Lighting System Controlled Through a Lin Network to Automotive Application. Industry Applications Conference IAS 2005.

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.

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 6 testosterone secretion and myofiber growth**. Journal of Applied Poultry Research, Gainesville, v.17 n.2, p.211-218, 2008.

ER, D.; WANG, Z.; CAO, J.; CHEN, Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. 2007 Poultry Science Association, Inc. **The Journal of Applied Poultry Research**. Winter 2007. vol. 16 no. 4 605-612. 2007.

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.

ETCHES RJ. Reproducción aviar. Zaragoza: Acribia 1996, p.339.

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.; OLIVEIRA, V.; ROSNIECEK, M.; FOLLMANN, D. D.; CEZARO, A. M. **Programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas.** Biotemas, Florianópolis, v.1, n.25, p.151-157, 2012.

GEWEHR, C.E & FREITAS, H.J. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 2007; 6 (1): 54-62.

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.

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.

HUANG, H.; WANG, Z.; WENG, S.J et al. **Neuromodulatory role of melatonin in retinal information processing.** *Progress in Retinal and Eye Research*, Oxford, v.32, p. 64-87, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal (PPM). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000010444810212012482617926711.pdf>. Visualizado em: 02 de agosto 2014.

JÁCOME, I.M.D.T.; BORILLE, R.; ROSSI, L.A.; RIZZOTTO, D.W.; BECKER, J.A.; SAMPAIO, C. DE F.R. desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. *Archivos Zootecnia*. 61 (235): 449-456. 2012.

LEWIS P. D; MORRIS T. R. **Poultry and coloured light.** *World's Poultry Science Journal*, Cambridge, n. 56: p. 189-207, 2000.

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.

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

MARINHO, A. C. Qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. Dissertação (*Magister Science*). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 81f.

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, 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ, 2006.

MENDES, A. S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna. Revista Brasileira Agrociência, 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.

MURAKAMI, A. E. ARAKI, J. Produção de Codornas Japonesas. Jaboticabal: Funep, 1998. 79p.

PAIXÃO, S. J.; MENDES, A. S.; RESTELATTO, R.; MAROSTEGA, J.; SOUZA, C. de.; POSSSENTI, J. C. **Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lâmpadas.** In: I SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E BIOLÓGICAS, V SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 7 CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR – CÂMPUS DOIS VIZINHOS, Anais... Dois Vizinhos: UTFPR, 2011. p. 339.

PINTO, R. 1998. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. Dissertação (Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 64 f.

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.

ROCHA, D. C. C. Características comportamentais de emas em cativeiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho:fêmea, [Tese de Doutorado] Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Viçosa MG. 2008.

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

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.; ROLL, V. F. B.; ROSSI, P. 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 et al. **Gonadotropin-inhibitory hormone (GnRH): discovery, progress and prospect.** General and Comparative Endocrinology, Nova York, v.177, n.3, p.305-314, 2012.

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, College Station, v.87, n.8, p.1535-1539. 2008.