



**MARCELO ESPÓSITO**

**TIPOS DE LÂMPADAS E COR DA LUZ PARA  
CODORNAS JAPONESAS NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA  
FASE DE PRODUÇÃO**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**MARCELO ESPÓSITO**

**TIPOS DE LÂMPADAS E COR DA LUZ PARA CODORNAS  
JAPONESAS NAS FASES DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA  
FASE DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador  
Dr. Édison José Fassani

**LAVRAS – MG  
2015**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo (a) próprio (a) autor (a).

Espósito, Marcelo.

Tipos de lâmpadas e cor da luz para codomas japonesas nas  
fases de crescimento e seus efeitos na fase de produção / Marcelo  
Espósito. – Lavras: UFLA, 2015.

58 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de  
Lavras, 2015.

Orientador (a): Édison José Fassani.

Bibliografia.

1. Coturnicultura. 2. Cor de luz. 3. LED's (Diodo emissor de  
luz). 4. Comprimento de onda. I. Universidade Federal de Lavras.  
II. Título.

**MARCELO ESPÓSITO**

**TIPOS DE LÂMPADAS E COR DA LUZ PARA CODORNAS  
JAPONESAS NAS FASES DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA  
FASE DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2015.

Dr. Adriano Geraldo	IFMG
Dra. Jaqueline De Oliveira Castro	UFLA
Dr. Paulo Borges Rodrigues	UFLA
Dr. Tadayuki Yanagi Junior	UFLA

Dr. Édison José Fassani  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2015**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do DZO/UFLA, pela oportunidade de cursar o mestrado nesta reconhecida instituição, à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e à FAPEMIG pelo apoio financeiro na execução do projeto.

Ao grande professor e amigo orientador Dr. Édison José Fassani pela capacidade de ensino e pesquisa, sendo sempre exemplo a ser seguido.

Aos professores Dr. Adriano Geraldo; Dra. Jaqueline De Oliveira Castro; Dr. Paulo Borges Rodrigues; Dr. Tadayuki Yanagi Junior, pela ajuda na coleta de dados, orientação no desenvolvimento da dissertação e por aceitarem o convite em participar da banca avaliadora.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia (DZO/UFLA) em especial Luiz Carlos de Oliveira “Borginho”, e a toda equipe do Prof. Édison, sem os quais a condução do experimento não seria possível, em especial aos amigos Alisson Clemente, Pâmela Lacombe, Letícia Makiyama, Danusa Gebin, Danúbia L. de Barros, Dayana Naves, Maraisa dos Santos, Rodolfo Lanza, Verônica Gabriela, Vitor Vecchiatti e Frederico Bustamante.

Aos estudantes do NECTA (Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola), pela amizade, pelas brincadeiras, brigas e muitas risadas.

Aos amigos de república Cesar A. P. Garbossa, Lermen Forigua A. e Rafael Betarelli pela amizade, pelas comemorações e desentendimentos que contribuíram muito para meu crescimento pessoal e profissional, e claro pela paciência em me apoiar.

E claro agradecer às pessoas mais importantes para mim, minha família. Meus pais, Fernando Espósito & Dona Elvia Silva Pacheco Espósito, meus irmãos: Fernando Espósito Filho, Marina Espósito e Fabiana Espósito, meus queridos tios e primos, em especial tia Elisa Silva Pacheco e Elza Silva Pacheco

Lopes. Aos meus avós Edil Morais Pacheco (*in memoriam*) e Elza Silva Pacheco pela grande sabedoria de vida e ensinamentos. E aos avós Anna Santinha Mazzoni Espósito (*in memoriam*) e Mário Espósito (*in memoriam*) em especial a avó pelos ensinamentos de vida que pude vivenciar.

Muito obrigado!

## RESUMO

A coturnicultura é uma atividade avícola que vem se destacando no Brasil. As codornas durante a fase de crescimento possuem necessidades especiais, principalmente em nutrição e manejo. Algumas ações de manejo podem ser utilizadas visando à maximização do potencial produtivo, a exemplo da luz que está diretamente envolvida no desenvolvimento reprodutivo desta espécie. De baixo custo, com bons resultados e de fácil uso, as lâmpadas se tornaram grande sucesso e ainda é o método popular de iluminação. Lâmpadas incandescentes liberam a maior parte de sua energia sob a forma de fótons de luz infravermelho carregados de calor, apenas 10% da luz produzida alcançam o espectro visível e isso desperdiça muita eletricidade. Fontes de luz fria como lâmpadas fluorescentes e LED's (*Light Emitting Diode*) não desperdiçam tanta energia gerando calor, emitindo assim muito mais luz visível. Objetivou-se no presente estudo avaliar o impacto da aplicação de diferentes tipos de luz nas fases de cria e recria sobre o desempenho produtivo, biometria de vísceras e qualidade de ovos em codornas japonesas. O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizadas 1554 codornas japonesas fêmeas com um dia de idade e os tratamentos experimentais foram constituídos por seis diferentes comprimentos de ondas emitidos por três tipos de lâmpadas, a citar: Incandescente amarela, Fluorescente compacta branca e LED's (azul, verde, vermelha e branca). As aves foram submetidas aos tratamentos durante a fase de crescimento (1 a 35 dias de idade), sendo avaliado nessa fase o desempenho zootécnico, o crescimento de vísceras e a viabilidade do lote. Aos 35 dias de idade as aves foram transferidas para o galpão de postura onde foi registrado o desempenho zootécnico, evolução da produção de ovos, qualidade interna e externa dos ovos e viabilidade das aves. Nas fases de crescimento utilizou-se sete repetições, sendo a parcela experimental constituída por 37 aves. No momento da transferência de instalações foram selecionadas 20 aves em cada unidade experimental, com o peso vivo próximo à média da parcela, sendo alojadas 10 aves por gaiola na fase de produção, totalizando 14 repetições com seis tratamentos para verificação do efeito residual. As médias foram submetidas à análise de variância utilizando o pacote computacional SAS, e quando significativa, os diferentes comprimento de onda, foram comparados entre si pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ). Conclui-se que comprimentos de ondas específicos, usados nas fases de cria e recria, influenciam o desempenho produtivo de codorna japonesa, sendo o comprimento de onda branco o que se mostrou mais eficiente.

Palavras-chave: Coturnicultura. LED's (Diodo emissor de luz). Cor de luz. Comprimento de onda.

## ABSTRACT

The quail production is a poultry activity that has been increasing in Brazil. During quails' growth stage, this phase have special needs, especially regarding nutrition and handling. Some handling actions can be used in order to maximize the productive potential, as example, the light is directly involved in the reproductive development of this species. Bulbs have become very successful and are still popular lighting method, because it is low cost, easy to use and bring good results. Incandescent bulbs release most of their energy in the form of infrared light photons loaded with heat, and only 10% of light output reaches the visible spectrum and this waste a lot of electricity. Cold light sources such as fluorescent lamps and LED's (*Light Emitting Diode*) do not spend so much energy generating heat, consequently emitting more visible light. In this study aimed to evaluate the impact of the application of different light types in development phase on productive performance, biometric viscera and egg quality in Japanese quail. The experiment was conducted at the Animal Science Department of Federal University of Lavras. It was used 1554 Japanese female quails with one day of age. The experimental treatments consisted of six different wavelengths emitted for three bulbs types, such as: Yellow Incandescent, White compact Fluorescent and LED's (blue, green, red and white). The quails were submitted the treatments during the growth phase (1 to 35 days of age), this stage being evaluated zootechnical performance, viscera growth and batch viability. At 35 days of age the quails were transferred to the laying house where it was registered the zootechnical performance, evolution of egg production, internal and external egg quality, and quails viability. In the growth phase seven replicates were used and the experimental group had 37 quails. At the time of installations' transfer, 20 quails were selected in each experimental unit with live weight close to the parcel average; 10 quails were housing per cage in the production phase, totaling 14 repetitions with six treatments to verify the residual effect. The averages were submitted to variance analysis using the SAS computer package, and when significant, the different wavelength were compared with each other by SNK test ( $P < 0.05$ ). It was concluded that specific wavelengths used in the development phases influence the productive performance of Japanese quail. The white wavelength was considered the most efficient.

Keywords: Quail production. LED's (Light Emitting Diode). Light color. Wavelength.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPITULO 1

Tabela 1	Quadro comparativo das lâmpadas Incandescente, Fluorescente compacta e LED's.....	22
----------	-----------------------------------------------------------------------------------	----

### CAPITULO 2

Tabela 1	Desempenho de codornas japonesas submetidas nas fases de cria e recria (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas.....	38
Tabela 2	Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas submetidas, nas fases de cria e recria (um a 35 dias de idade), a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme idade avaliada.....	40
Tabela 3	Peso relativo, em porcentagem, de órgãos de codornas japonesas submetidas, nas fases de cria e recria (um a 35 dias de idade), a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme idade avaliada.....	42
Tabela 4	Porcentagem de postura e perda de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes comprimentos de ondas (Cor de luz).....	43
Tabela 5	Peso médio e massa de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.....	44
Tabela 6	Consumo de ração e conversão alimentar de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.....	45
Tabela 7	Espessura e peso relativo de casca de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.....	51

Tabela 8	Índice de gema e de forma de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.....	52
Tabela 9	Unidade <i>Haugh</i> e peso específico de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.....	53
Tabela 10	Peso relativo de gema e albúmen de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.....	54

## **CAPITULO 2**

Figura 1	Idade em dias ao primeiro ovo, aos 5, 50 e 90% de produção de ovos de codornas japonesas submetidas a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade).....	48
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>CAPITULO 1</b> .....	12
<b>REVISÃO DA LITERATURA: TIPOS DE LAMPADAS E COR DA LUZ PARA CODORNAS JAPONESAS NAS FASES DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA FASE DE PRODUÇÃO...</b>	13
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1 Manejo da criação</b> .....	15
<b>2.2 Manejo luminoso</b> .....	15
<b>2.3 Efeito da luz sobre as aves</b> .....	16
<b>2.4 Programas de luz (duração)</b> .....	17
<b>2.5 Intensidade luminosa</b> .....	18
<b>2.6 Comprimento de onda (cores)</b> .....	19
<b>2.7 Tipos de lâmpadas e sua influência na avicultura</b> .....	21
<b>3 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24
<b>CAPITULO 2</b> .....	28
<b>ARTIGO: DESEMPENHO PRODUTIVO DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS A DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDAS DURANTE A FASE DE CRESCIMENTO</b> .....	28
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	31
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
<b>CONCLUSÃO</b> .....	55
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	55
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	61
<b>ANEXO</b> .....	61

## **CAPÍTULO 1**

### **REVISÃO DA LITERATURA** **TIPOS DE LÂMPADAS E COR DA LUZ PARA CODORNAS** **JAPONESAS NAS FASES DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA** **FASE DE PRODUÇÃO**

## 1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem se destacado na atividade avícola brasileira pelo aumento do consumo de ovos de codorna. Segundo dados apresentados por Bertechini (2013) no período de onze anos (2002 a 2013) a coturnicultura registrou aumento de 357% na produção de ovos, passando de 5,6 milhões de aves alojadas para aproximadamente 20 milhões de aves, comprovando ser uma atividade inserida na avicultura industrial.

O aumento na produção de ovos pode ser atribuído não somente pelo aumento no número de aves alojadas, mas também ao uso de novas tecnologias na atividade, que incluem as tecnologias para a iluminação. Normalmente os programas de iluminação utilizados são compostos por um grande número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência, elevando o custo de produção. Atualmente, estão disponíveis no mercado tecnologias que possuem boa eficiência energética, como é o caso dos diodos emissores de luz (LED), os quais poderiam substituir as lâmpadas convencionais, necessitando, no entanto, estudos voltados para a coturnicultura, sendo de suma importância o conhecimento nas fases de crescimento dessas aves, uma vez que a produção e a qualidade dos ovos são condicionadas pela obtenção de bons lotes de codornas para reposição.

Além da duração e intensidade, devem-se considerar os comprimentos de ondas (cores) que são importantes componentes dos programas de iluminação. Estes também podem estimular o comportamento e o desenvolvimento reprodutivo das codornas. A fase de crescimento é considerada a fase fotossensível para essas aves, no qual a iluminação influencia a liberação dos hormônios gonadotrópicos, na estimulação do crescimento, no desenvolvimento corporal e evita a morte por amontoamento. A exposição das aves a programas de luz é fundamental para o desenvolvimento de vísceras, visto que, o

aproveitamento dos nutrientes da ração é de suma importância para que essas aves possam expressar o máximo potencial na fase de produção de ovos.

Apesar de muito resistentes e produtivas, as codornas, quando iniciam a produção de ovos, sem o desenvolvimento corporal pleno, podem ter como consequência a redução do tamanho de seus ovos, resultando em menor rendimento no processamento pelas indústrias de ovos em conservas.

Algumas ações de manejo podem ser utilizadas visando ao retardamento da maturidade sexual dessas aves, a fim de que essas obtenham melhores resultados zootécnicos. A luz é um exemplo e está diretamente envolvida no crescimento das aves, visto que o estímulo luminoso favorece a síntese e secreção de hormônios. Assim, um programa de iluminação adequado é importante para o controle do desenvolvimento corporal e manutenção da produção, podendo influenciar na qualidade dos ovos produzidos.

Diante do exposto objetivou-se avaliar o impacto da aplicação de diferentes tipos de lâmpadas e cor de luz em programa de iluminação contínuo, durante as fases de cria e recria, sobre o desempenho zootécnico e qualidade dos ovos em codornas japonesas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Manejo da criação**

O manejo adequado na criação de codornas japonesas é importante, pois complementa as práticas sanitárias e de alimentação, interferindo diretamente nos índices zootécnicos, especialmente na viabilidade, ritmo de crescimento, eficiência das rações e produção final (OLIVEIRA, 2004). A fase de crescimento das codornas pode ser dividida em cria e recria, e ambas possuem práticas específicas de manejo cujos erros e acertos refletirão na fase de produção de ovos. A fase de cria compreende do primeiro ao 14º dia de idade e a recria do 15º ao 35º dias de idade, onde então as codornas são transferidas para as gaiolas de postura.

Dentro das diversas práticas de manejo aplicadas na produção animal pode-se citar algumas mais importantes dentro da cadeia avícola, são elas: temperatura do ambiente de criação, densidade de criação, debicagem e o manejo luminoso, entre outros.

### **2.2 Manejo luminoso**

O manejo luminoso para as aves, nas fases de crescimento, tem o objetivo de permitir melhor adaptação, permitindo ingestão de ração e água em quantidades satisfatórias pelas mesmas, estimulando o crescimento. Por sua vez, na fase de produção de ovos, o manejo luminoso tem efeito decisivo sobre a maturidade sexual, produção, persistência, peso dos ovos, e prolapsos de oviduto (PADOVAN, 2009).

Ao analisarmos o manejo luminoso, devemos nos atentar a três variáveis, são elas: duração (fotoperíodo), intensidade (lux) e o comprimento de onda (cor) a que as aves são submetidas, pois esses interferem no comportamento e desempenho das aves (MENDES et al., 2013).

### 2.3 Efeito da luz sobre as aves

As vias de percepção da luz nas aves estão localizadas em três regiões principais: nos olhos (retina), na glândula pineal e nos tecidos cerebrais (hipotálamo) (MOBARKEY et al., 2010). As codornas são estimuladas reprodutivamente com o aumento do período de luz. No período de escuro há liberação da melatonina, ou seja, em dias longos a redução dos níveis deste hormônio sinaliza para o hipotálamo, se o sistema neuroendócrino estiver maduro, que as aves estão prontas para se tornarem maduras sexualmente (APPLEBY; MENCH; HUGHES, 2004).

Quando o sistema neuroendócrino das aves percebe que a duração do fotoperíodo é suficiente para iniciar o processo reprodutivo, ocorre a estimulação do hipotálamo para secreção do hormônio liberador das gonadotropinas (GnRH) que estimulará a adeno-hipófise a produzir os hormônios gonadotróficos, que agirão nas gônadas estimulando sua reprodução (GEWEHR, 2003). Nas poedeiras o hormônio luteinizante (LH) e o folículo estimulante (FSH) promovem o desenvolvimento ovariano e controlam a hierarquia folicular, assim a quantidade de luz diária influencia na maturidade sexual das aves e na taxa de produção de ovos (PADOVAN, 2009).

Os olhos das aves são responsivos a luz, diurna e noturna, devido a duas células presentes na retina, são elas os cones e os bastonetes. Estas células recebem a energia contida nos fótons, através de pigmentos fotossensíveis e os transformam em sinal biológico que são enviados pelos neurônios até o cérebro (BICAS, 1997; JÁCOME, 2009).

Os cones são responsáveis pela percepção do dia, para Govardovskii e Zueva (1977), Hart, Partridge e Cuthill (1999) e Jácome (2010), os olhos das aves têm um tipo adicional de cone na retina, com um pico de sensibilidade ao comprimento de onda por volta de 415 nm e este cone, conforme citam Prescott e Wathes (1999), permite também a percepção de radiações abaixo de 400 nm,

comprovando a maior capacidade das aves em enxergar um espectro visível mais amplo, quando comparados aos humanos.

Os mecanismos neuroendócrinos que controlam principalmente as funções reprodutivas nas aves são os estímulos luminosos proporcionados para os receptores extrarretinais, logo para que ocorra o estímulo neuroendócrino a reprodução, a energia contida nos fótons precisa atravessar os ossos do crânio (ROCHA, 2008). Este sinal eletromagnético é percebido pelos fotorreceptores da glândula pineal e do hipotálamo, sendo convertido em uma mensagem hormonal.

#### **2.4 Programas de luz (duração)**

O programa de luz é a tecnologia que controla a iluminação utilizada na avicultura, cujo objetivo é ajustar a maturidade sexual e propiciar a maximização da produção. O sistema consiste na melhor distribuição e duração do fotoperíodo através da combinação do fornecimento de luz natural e artificial. Os programas de luz são classificados de acordo com o fotoperíodo em Hemeral e Ahemeral. O programa Hemeral é aquele em que o fotoperíodo é de 24 horas, enquanto no Ahemeral, representa períodos distintos de 24 horas, sendo necessário o controle completo da luminosidade do ambiente de criação (PADOVAN, 2009).

O uso de programas de iluminação permite a maximização da produção em qualquer época do ano, evitando-se problemas de safra e entressafra de ovos ocasionados pela variação natural do fotoperíodo (GARCIA; MOLINO, 2010).

As codornas japonesas são aves altamente produtivas e consideradas precoces, visto que a produção de ovos pode-se iniciar por volta dos 35 dias de idade. Os requerimentos de luz para essas aves são diferentes em cada fase de criação. A iluminação nas primeiras semanas de vida é imprescindível para favorecer a alimentação e ainda evitar mortes por amontoamentos (OLIVEIRA,

2004). Alguns autores recomendam para fase de cria 24 horas de luz por dia (MURAKAMI; ARIKI, 1998).

Na fase de recria o total de luz natural e artificial não deve ultrapassar 12 horas, podendo ficar constante ou decrescente com a idade, a luz não pode ser crescente para evitar a maturidade sexual precoce (MURAKAMI; ARIKI, 1998). Comumente se deixa que as codornas recebam apenas luz natural nesta fase, pois esta não excederá o recomendado (MURAKAMI; ARIKI, 1998; OLIVEIRA, 2002).

Na fase de postura as codornas requerem de 16 a 17 horas de luz total, a iluminação contínua por 24 horas deve ser evitada, pois provoca grande desgaste das codornas, aumentando a ocorrência de prolapso do oviduto e ovos de casca mole (ARIKI, 2000). Oliveira (2004) recomenda que seja usado inicialmente 15 horas de luz, com aumentos de 30 minutos por semana até completar 17 horas de luz total (natural + artificial).

## **2.5 Intensidade luminosa**

Além do período de iluminação é importante uma boa distribuição das lâmpadas, evitando assim áreas de sombreamento, sendo indicado manter a intensidade em 10 lux em galpões abertos (JORDAN; TAVARES, 2005; OLIVEIRA, 2004). As aves tendem a perceber a luz de vários tipos de lâmpada, com uma intensidade diferente dos seres humanos por serem mais sensíveis (LEWIS; MORRIS, 2000). No entanto pesquisas em intensidade de luz para codornas nas fases de cria e recria e até mesmo para a fase de postura são pouco exploradas. As recomendações de intensidade de luz para codornas baseiam-se nas utilizadas para poedeiras fazendo-se necessárias pesquisas que visem à determinação do requerimento deste importante componente da iluminação para essas aves.

Segundo Jácome (2010) é importante observar a linhagem e o avanço na genética quando estimamos a quantidade de lux desejável para as aves comerciais, uma vez que em suas pesquisas codornas japonesas responderam bem quando submetidas a 3 lux.

## **2.6 Comprimento de onda (cores)**

A luz exerce papel importante sobre a produção de ovos, tem sido comprovado que o fator comprimento de onda afeta o comportamento das aves (LEWIS; MORRIS, 2000). Assim, além da intensidade luminosa, fatores como a cor da luz emitida pelas lâmpadas interferem na atividade das aves, podendo causar estresse levando a comportamentos agressivos.

O comprimento de onda, que define a cor da luz emitida pelas lâmpadas, tem o efeito indiscutível na produção e comportamento das aves (LEWIS; MORRIS, 2000). Respostas de crescimento e comportamento dependem principalmente, da fotorrecepção na retina através das células chamadas “Cones”, enquanto que as respostas reprodutivas são influenciadas principalmente pela recepção de luz diretamente recebida no hipotálamo (LEWIS; MORRIS, 2000). Características de produção de ovos parecem ser minimamente afetadas por comprimento de onda (LEWIS; MORRIS, 2000; JÁCOME et al., 2012), no entanto, quando se trata de aves em crescimento, diversos trabalhos vieram comprovando sua influência como os propostos por Kim et al. (2013) e Taylor, Sluckin e Hewitt (1969), em que as aves submetidas aos comprimentos de ondas curtos, azul, verde e amarelo, apresentaram melhor conversão alimentar, podendo afirmar preferência pelo comprimento de onda específico da luz pelas aves.

Olanrewaju et al. (2008) trabalhando com frangos observaram que, durante o período de crescimento, comprimentos de ondas curtos (azul-verde) aumentam o desempenho, no entanto, quando a ave se aproxima da maturação

sexual, os comprimentos de onda longos (vermelho-alaranjado) aumentam o crescimento e são eficazes na estimulação sexual por meio dos hormônios, concordando com trabalho de Hakan e Ali (2005) no qual afirmaram que o azul, verde e amarelo, comprimentos de onda curtos, têm efeitos positivos, enquanto laranja e vermelho, comprimentos de onda longos, têm efeitos negativos sobre o desempenho de frangos nas fases de crescimento.

Sarica (1996) estudando o efeito da cor e programa de luz para codornas de corte sobre o crescimento e características de carcaça utilizando luz nas cores branca, vermelha e verde, observou que a luz verde promoveu maior peso vivo, eficiência alimentar e maior rendimento da carcaça das aves.

Estudos conduzidos por Hakan e Ali (2005), Olanrewaju et al. (2008) e Rocha (2008) demonstraram que as aves têm percepção de cores e respondem aos comprimentos de ondas longos de forma diferenciada quando confrontado aos comprimentos de ondas curtos. Estes mesmos autores observaram que os raios no final do espectro, como laranja e vermelho, que possuem poder de penetração transcraniana 1000 vezes maior que as cores do início do espectro, exercem um poder excitante maior, estimulando mais a produção de hormônios reprodutivos.

Segundo Yague (1992), a luz quente (amarela) é melhor que a radiação fria (branca), pois reduz o canibalismo e proporciona melhores condições de bem-estar nas poedeiras. Segundo Marques et al. (2010), as codornas sob condições de estresse podem apresentar comportamentos indesejáveis, como bicagem das penas, agressão, desvio social e a depressão, afetando assim o desenvolvimento e a produção, seja de carne ou de ovos.

Borille (2010) utilizando lâmpadas LED's nas cores branco, laranja, azul, e lâmpadas incandescentes em codornas japonesas iniciando o programa de luz aos 35 dias de idade com 13 horas diárias de luz, com aumentos sucessivos por semana até que fosse atingido 17 horas diárias de luz, não apresentaram diferenças significativas no peso dos ovos, produção, consumo de ração,

espessura de casca, gravidade específica, unidade *Haugh*, percentagem de casca e percentagem dos componentes de ovos com a utilização dos diferentes tipos de iluminação artificial. No entanto, foi observado que as aves submetidas a lâmpadas incandescentes apresentaram menor frequência de ida ao comedouro em 24% em relação às aves tratadas com lâmpadas LED's laranja. Ao comparar somente lâmpadas LED's, as cores azul e branca apresentaram redução na frequência de ida ao comedouro em 10 e 8%, respectivamente em relação à lâmpada de cor laranja.

Com o surgimento de novas tecnologias para a iluminação de galpões, como as lâmpadas LED's, que emitem comprimentos de ondas distintos, faz-se necessários novos estudos relacionados aos seus efeitos sobre os parâmetros de desempenho zootécnico em codornas japonesas.

## **2.7 Tipos de lâmpadas e sua influência na avicultura**

O uso da iluminação artificial é prática rotineira na criação intensiva de poedeiras. Algumas granjas ainda utilizam em seu sistema de iluminação lâmpada incandescente, que apresenta baixa taxa de conversão lúmens/Watt<sup>-1</sup> (lm W<sup>-1</sup>), da ordem de 15 lm W<sup>-1</sup>, além de pequena durabilidade, vida média de 1000 horas, fato que aumenta os gastos com reposição (JORDAN; TAVARES, 2005).

A lâmpada mais utilizada atualmente é a luz fluorescente compacta, sendo seu custo de instalação maior que o custo das lâmpadas incandescentes, porém possui consumo de energia reduzido em 70% com o tempo de vida de 8 a 10 vezes maior que as incandescentes (ARAÚJO et al., 2011; PEREIRA et al., 2012).

Devido à tecnologia que se renova cada vez mais se estendendo a várias aplicações, surgiu o LED (Diodo Emissor de Luz) que é um diodo semiconductor que emite luz visível quando energizado. A luz é monocromática consistindo de uma banda espectral estreita, emitindo um único comprimento de onda, sendo produzida pelas interações energéticas do elétron. De acordo com Jácome (2009)

e Jácome et al. (2012), as lâmpadas LED possuem diversas vantagens, sendo a principal a eficiência energética, pois estas lâmpadas geram pouco calor, além de serem muito mais duráveis por não possuírem filamento.

A necessidade de inovação tecnológica no mercado de lâmpadas vem sendo apreciada há algum tempo (CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS - CEMIG, 1996), a seguir está representado na (Tabela 1) com as principais comparações entre as lâmpadas usadas na produção animal.

**Tabela 1** Quadro comparativo das lâmpadas Incandescente, Fluorescente compacta e LED's

Variáveis	Tipo de Lâmpada			Autores (ano)
	LED's	Incandescentes	Fluorescentes	
Eficiência luminosa	100 lm/W <sup>-1</sup>	15 lm/W <sup>-1</sup>	80 lm/W <sup>-1</sup>	Liu, Wang e Chen (2010), Cao et al. (2012), Osram (2015), Luxeon (2008),
Vida útil	50.000	1.000	8.000	Liu, Wang e Chen (2010) Osram (2015),
Economia energética*	80 %	--	70 %	Araújo et al. (2011) e Cotta (2002)

\*Economia de energia comparada a lâmpada incandescente; lm/w<sup>-1</sup>: conversão de lúmens/Watt<sup>-1</sup>. Adaptado de diversos autores.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Com o surgimento e utilização de novas tecnologias para a iluminação de galpões, e sabendo que o comprimento de onda pode alterar o comportamento das aves, tornam-se necessários estudos relacionados às novas lâmpadas presentes no mercado, ao possível estresse causado e seus efeitos sobre os parâmetros de desempenho produtivo de codornas japonesas.

A codorna japonesa é uma ave que apresenta comportamento reprodutivo naturalmente precoce, iniciando a postura de ovos ao redor dos 42 dias de idade. Mesmo sendo precoce, na prática se verifica que alguns plantéis iniciam a produção com idade menor (35 dias de idade) e esse fato traz como consequência negativa o aumento na mortalidade das aves ao longo do ciclo de postura, problemas de qualidade de ovos, além de ovos de tamanho reduzido que são pouco valorizados pela indústria de conservas.

Sabe-se que a precocidade na maturidade sexual das codornas leva a menor produção, peso e qualidade dos ovos. Estudos são escassos nas fases de crescimento, principalmente no que se refere ao uso e a importância da fonte de iluminação, tipos de lâmpadas, que pode alterar a idade ao início da postura. Assim, esta pesquisa se justifica por inovar, encontrando e disponibilizando informações que envolvam a criação de codornas japonesas e a influência do tipo de luz, para essas aves.

## REFERÊNCIAS

APPLEBY, M. C.; MENCH, J. A.; HUGHES, B. O. Light. In: \_\_\_\_\_. **Poultry behaviour and welfare**. Wallingford: CABI, 2004. p. 276

ARAÚJO, W. A. G. et al. Programa de luz na avicultura de postura. **Revista CFMV**, Brasília, v. 17, n. 52, p. 58–65, 2011.

ARIKI, J. Criação de codornas. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 1., 2000, São Pedro. **Anais...SÃO PEDRO**: [s. n.], 2000. p. 77-84.

BERTECHINI, A. G. Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 5., e CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 4., 2013, Lavras. **Anais...Lavras: UFLA**, 2013. 1 CD ROM.

BICAS, H. E. A. Morfologia do sistema visual. In: SIMPÓSIO OFTALMOLOGIA PARA O CLÍNICO, 1., 1997, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 1997. p. 7-15.

BORILLE, R. Efeitos do uso da tecnologia de led's na iluminação artificial de codornas japonesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais... SALVADOR: SBZ**, 2010. 1 CD ROM.

CAO, J. et al. Effect of combinations of monochromatic lights on growth and productive performance of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, n. 12, p. 3013–3018, 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GRAIS. **Estudo de otimização energética no setor avícola**. BELO HORIZONTE, 1996. p. 26

COTTA, T. **Galinha**: produção de ovos. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 277 p.

GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B. **Otimizando o desempenho na produção de ovos de codornas**. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 1., 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s. n.], 2010. 1 CD ROM.

GEWEHR, C. E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (Coturnix coturnix)**. Lavras: UFLA, 2003.

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

HAKAN, B.; ALI, A. Effects of light wavelength on broiler performance. **Hayvansal Üretim**, v. 46, n. 6, p. 22–32, 2005.

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. 39, p. 3321–3328, 1999.

JÁCOME, I. M. D. et al. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Arquivo Zootecnia**, Cordoba, v. 61, n. 235, p. 449–456, 2012.

JÁCOME, I. M. T. D. **Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2009.

JÁCOME, I. M. T. D. **Avanços tecnológicos na iluminação artificial de codornas**. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 4., e CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3., 2010, Lavras. **Anais...** LAVRAS: UFLA, 2010. 1 CD ROM.

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

KIM, M. J. et al. Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, p. 1461–1466, 2013.

LEWIS, P. D.; MORRIS, T. R. Poultry and coloured light. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 56, n. 3, 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. **The Anatomical Record**, New York, v. 293, n. 8, p. 1315–1324, 2010.

LUXEON. **Power light source Luxeon K2, Datasheet DS51**. 2008. Disponível em: <<http://www.lumileds.com/pdfs/DS51.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2013.

MARQUES, R. H. et al. Inclusão da camomila no desempenho, comportamento e estresse em codornas durante a fase de recria. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 415–420, 2010.

MENDES, A. S. et al. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 22, p. 62–70, 2013.

MOBARKEY, N. et al. The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens. **Domestic Animal Endocrinology**, Oxford, v. 38, n. 4, p. 235–243, 2010.

OLANREWAJU, H. A. et al. Interactive effects of ammonia and light intensity on hematochemical variables in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 1407–1414, 2008.

OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2., e CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2004, 1 CD ROM.

OSRAM. **Osram do Brasil**. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>>. Acesso em: 9 jan. 2015.

PADOVAN, A. **Programa de luz em granjas de poedeiras comerciais**. 2009. Disponível em: <[http://www.apavi.com.br/index.php?pag=conteudo&id\\_conteudo=3472&idmenu=165](http://www.apavi.com.br/index.php?pag=conteudo&id_conteudo=3472&idmenu=165)>. Acesso em: 23 dez. 2014.

PEREIRA, P. A. et al. Technical evaluation of artificial lighting systems for Broiler. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 6, p. 1011–1023, 2012.

PRESCOTT, N. B.; WATHES, C. M. Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 332–339, 1999.

ROCHA, D. C. C. **Características comportamentais de emas em cativoiro submetidas a diferentes fotoperíodos e diferentes relações macho:fêmea**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008.

SARICA, M. The effects of light colour and lighthing regimes on the quail growth and carcass traits. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Ankara, v. 22, n. 3, p. 103–110, 1996.

TAYLOR, A.; SLUCKIN, W.; HEWITT, R. Changing colour preferences of chicks. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 3–8, 1969.

YAGUE, J. L. F. **Construcciones para la agricultura y la ganadeira**. 6. ed. Madrid: Mundi, 1992. p. 246

**CAPITULO 2**

**ARTIGO**

**DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS A  
DIFERENTES TIPOS DE LAMPADAS E COR DA LUZ DURANTE A  
FASE DE CRESCIMENTO**

**Revista Caatinga**

## RESUMO

Avaliou-se o impacto da aplicação de diferentes tipos de lâmpadas e cor da luz nas fases de cria e recria sobre o desempenho, biometria de vísceras e qualidade de ovos em codornas japonesas. Foram utilizadas 1554 codornas japonesas fêmeas, de um dia de idade, distribuídas em seis tratamentos, a citar: lâmpada incandescente amarela, fluorescente compacta branca e LED's (azul, verde, vermelha e branca). Foram mensurados semanalmente o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) durante todo o período avaliado. Nas fases de crescimento foram realizados três abates para mensuração do peso relativo dos órgãos. Aos 35 dias de idade as aves foram transferidas para o galpão de postura, mantendo-se a identificação dos tratamentos, todas as aves passaram a receber o manejo luminoso homogêneo com o fotoperíodo de 17 horas, sob lâmpada fluorescente. O delineamento utilizado nas fases de crescimento foi o inteiramente casualizado, com sete repetições, sendo a unidade experimental constituída de 37 aves, e na fase de produção, utilizou-se blocos casualizados com 14 repetições, sendo a unidade experimental constituída de 10 aves. Na fase de produção três períodos de 21 dias foram avaliados para verificação do desempenho produtivo e qualidade dos ovos. Nas fases de crescimento foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) para o desempenho das aves. Ao analisar todo o período de aplicação dos tratamentos (1 a 35 dias de idade) observou-se que as aves expostas à luz fluorescente apresentaram menor CR e GP, enquanto as aves criadas com iluminação incandescente apresentaram melhores resultados. Para a CA ( $P < 0,01$ ) as aves expostas à luz fluorescente compacta apresentaram melhores resultados. Os diferentes comprimentos de ondas influenciam ( $P < 0,05$ ) o desenvolvimento de vísceras de codorna japonesa nas fases de crescimento, sendo que para cada fase de criação uma cor de luz se mostra mais eficiente. As diferentes cores de luz, usadas nas fases de cria e recria, influenciam ( $P < 0,05$ ) o desempenho na produção de ovos de codornas japonesas. Aves expostas às lâmpadas: fluorescente compacta e LED branca foram mais eficientes em relação ao peso do ovo, massa dos ovos, CR e CA. Para qualidade dos ovos os diferentes comprimentos de ondas influenciaram ( $P < 0,05$ ) a deposição de albúmen, peso específico e o índice de forma dos ovos. Conclui-se que comprimentos de ondas específicos, usados nas fases de cria e recria, influenciam o desempenho produtivo de codorna japonesa, sendo o comprimento de onda branco o que se mostrou mais eficiente.

Palavras-chave: Coturnicultura. LED (Diodo emissor de luz). Cor de luz. Comprimento de onda.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the impact of application of different bulbs types and light color in different phases of development on performance, viscera biometrics and egg quality in Japanese quail. It was used 1554 Japanese female quails with one day of age distributed in six treatments: Yellow Incandescent bulb, White compact Fluorescent and LED's (blue, green, red and white). It was measured weekly feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC) throughout the study period. In the growth phases, three slaughters were made for measurement of the relative weight of organs. At 35 days of age the quails were transferred to the laying house keeping the same identification of the treatments. All the quails began to receive the homogeneous light management with a photoperiod of 17 hours under fluorescent light. The experimental method used in the growth phase was completely randomized with seven replicates in which the experimental unit was constituted of 37 quails. In the production phase, randomized blocks were used with 14 repetitions in which the experimental unit consisted of 10 quails. In the production phase three periods of 21 days were evaluated to verify the production performance and egg quality. In the growth phase were observed differences ( $P < 0.05$ ) for the performance of the quails. By analyzing all the treatments application period (1 - 35 days of age) it was noted that quails exposed to fluorescent light showed less FI and WG, while the quails created with incandescent lighting showed better results. For FC ( $P < 0.01$ ) quails exposed to compact fluorescent light obtained better results. The different wavelengths influence ( $P < 0.05$ ) the development of Japanese quail viscera in the growth phase, and for each phase, a light color is more efficient. The different light colors used in development phase, influence ( $P < 0.05$ ) the performance in the production of Japanese quail eggs. Quails exposed to lamps: compact fluorescent and white LED were more efficient in relation to the egg weight, egg mass, FI and FC. For egg quality the different wavelengths influenced ( $P < 0.05$ ) deposition albumen, specific weight and egg shape index. It was concluded that specific wavelengths used in development phase influence the productive performance of Japanese quail and the white wavelength was the most efficient.

Keywords: Quail production, LED (Light Emitting Diode). Light color. Wavelength.

## INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem se destacado na atividade avícola brasileira. Segundo dados apresentado por Bertechini (2013) a criação de codornas no período de 2002 a 2013, registrou aumento de 357 % na produção de ovos, passando de 5,6 milhões de aves alojadas para aproximadamente 20 milhões de aves, respectivamente.

O aumento na produção de ovos pode ser atribuído não somente pelo aumento de aves alojadas, mas também ao uso de tecnologias na atividade, a exemplo do sistema de iluminação. Normalmente, os programas de iluminação utilizados são compostos por um grande número de lâmpadas de alta potência e baixa eficiência, elevando o custo de produção (JORDAN & TAVARES, 2005). Atualmente, estão disponíveis no mercado tecnologias que possuem boa eficiência energética, como é o caso dos diodos emissores de luz (LED), os quais podem substituir as lâmpadas convencionais (JÁCOME et al., 2012), necessitando, no entanto, estudos voltados para a coturnicultura, sendo de suma importância o conhecimento nas fases de crescimento para a atividade, uma vez que a produção e a qualidade dos ovos são condicionadas à obtenção de bons lotes de codornas para reposição.

Além da duração e intensidade, têm-se os comprimentos de ondas (cores) que são importantes componentes dos programas de iluminação. Estes também estimulam o comportamento e o desenvolvimento reprodutivo das codornas (LEWIS; MORRIS, 2000). A fase de crescimento é considerada a fase fotossensível para codornas. A exposição das aves a comprimentos de ondas curtos é fundamental para o desenvolvimento corporal (KIM et al., 2013), visto que o aproveitamento dos nutrientes da ração é primordial para que essas aves possam expressar o máximo potencial genético na fase de produção de ovos.

Algumas ações de manejo podem ser utilizadas visando ao retardamento da maturidade sexual dessas aves a fim de que obtenham melhores resultados zootécnicos, a exemplo da luz que está diretamente envolvida no crescimento das aves (ARAÚJO et al., 2013) podendo afetar a maturidade sexual e conseqüentemente o tamanho do ovo. Assim, o programa de iluminação adequado tem importância fundamental no controle do desenvolvimento corporal e manutenção da produção de ovos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o impacto da utilização de diferentes tipos de luz, ou seja, comprimentos de ondas (cores) em programas de iluminação contínuos, durante as fases de cria e recria, sobre o desempenho zootécnico, biometria de vísceras e qualidade dos ovos em codornas japonesas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em galpão experimental no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFLA descrito no protocolo de número 035/13 (Anexo I).

O experimento foi dividido em duas fases sendo: crescimento (um a 35 dias de idade das aves), e de produção de ovos (início da fase de postura até os 145 dias de idade das aves). As rações fornecidas às codornas foram formuladas de acordo com a fase de criação, crescimento e produção, seguindo as recomendações nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011).

Os tratamentos experimentais foram aplicados apenas nas fases de cria e recria, até os 35 dias de idade. Ao final do período experimental, as aves foram transferidas para o galpão de postura mantendo-se a identificação dos tratamentos para avaliação do possível efeito residual dos tratamentos sobre a fase de postura das aves.

### **Fase de crescimento**

Foram adquiridas 1554 codornas japonesas, fêmeas, com um dia de idade, oriundas de incubatório comercial. Na recepção foi mensurado o peso das aves, distribuídas de forma homogênea nas parcelas experimentais e mantidas em iluminação contínua por 48 horas.

O galpão utilizado possui seis divisões (salas), construídas em alvenaria de maneira a impedir a passagem de luz, e cada divisão contém um conjunto de oito gaiolas (50 x 70 x 25,5 cm) para cria e recria de codornas, confeccionadas em arame galvanizado. As gaiolas são equipadas com comedouro tipo calha, dois bebedouros tipo *nipple* e bandeja de chapa galvanizada sob as gaiolas para o recolhimento das excretas. Em cada gaiola foram alojadas 37 codornas, conferindo uma densidade de 100 cm<sup>2</sup>/ave, seguindo recomendação de Oliveira (2002).

Cada divisória possui uma entrada de ar, alimentada por um sistema de aquecimento à lenha, para garantir a uniformidade de aquecimento e a manutenção da temperatura requerida para as aves, sem interferir na luminosidade do ambiente. Para a renovação do ar, no centro de cada sala foi instalado um exaustor conectado a um cano de PVC em forma de L de modo a impedir a entrada de luz externa no galpão.

Os ambientes experimentais foram equipados individualmente com *timer* para facilitar o controle do tempo de iluminação, contando com termohigrômetro para o ajuste da temperatura exigida em cada momento da criação, sendo esse dividido em cria (um a 14 dias de idade) e recria (15 a 35 dias de idade). Durante a fase de cria, a temperatura foi ajustada para 38°C±2, nos primeiros três dias, sendo reduzida gradualmente 1°C a cada três dias até o 21º dia de idade das aves, após essa idade as aves foram mantidas à temperatura ambiente. Uma debicagem nas aves foi realizada no 21º dia de idade.

O sistema de aquisição e controle das variáveis climáticas, temperatura do ar (°C) e umidade relativa (UR), foi avaliado através de sensores / registradores instalados em cada sala experimental, registrando as variáveis a cada minuto.

As codornas japonesas foram submetidas nas fases de crescimento a seis comprimentos de ondas. Os tratamentos foram constituídos por diferentes tipos de lâmpadas, emitindo diferentes cores de luz, a citar: incandescente amarela, fluorescente compacta branca, LED's em forma de mangueira (azul, vermelha, verde e branca); sendo o experimento conduzido em um delineamento inteiramente casualizado.

De um a 14 dias de idade, fase de cria, as aves receberam 23 horas de iluminação contínua e a partir do 15º dia de idade, fase de recria, foram submetidas ao fotoperíodo de dez horas, fixando dessa forma o fotoperíodo ofertado às aves. Com auxílio de um luxímetro digital todas as parcelas experimentais foram ajustadas para uma intensidade luminosa média igual a 15 lux.

Ao longo do período de cria e recria foram avaliados semanalmente os parâmetros de desempenho: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, sendo a viabilidade do lote registrada diariamente.

Foram realizados abates, aos 8, 28 e 48 dias de idade, para as análises de biometria das vísceras. Foi selecionada uma ave por unidade experimental com base no peso médio da parcela, com variação de 5% para mais ou para menos, sendo então identificadas e submetidas a jejum de duas horas. Após o jejum, as aves foram eutanasiadas para posterior remoção dos órgãos e intestinos, os quais foram pesados em balança digital com precisão de 0,01 g e medidos, quando necessário, com o auxílio de uma fita métrica.

### **Fase de produção**

No período de postura as aves foram manejadas e arraçadas de forma homogênea, para verificar os efeitos dos tratamentos utilizados nas fases de crescimento, sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. A ração e a água foram fornecidas a vontade.

No galpão de postura as codornas foram submetidas a um programa de luz diário de 17 horas, o acréscimo às horas de luz natural, foi feito usando lâmpada fluorescente compacta branca.

No galpão de produção, as aves foram alojadas em gaiolas de postura com dimensões de 32 x 38 x 16 cm, montadas em esquema de baterias com quatro andares, equipadas com comedouro tipo calha, bebedouro tipo *nipple* e bandeja de chapa galvanizada sob as gaiolas para o recolhimento das excretas.

No momento da transferência de instalações foram selecionadas 20 aves de cada unidade experimental, com o peso vivo próximo à média da parcela, sendo alojadas 10 aves por gaiola na fase de produção, conferindo uma densidade de 121,6 cm<sup>2</sup>/ave, totalizando dessa forma 14 repetições distribuídas em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo para verificação do efeito residual dos diferentes comprimentos de ondas usados nas fases de crescimento.

Após o alojamento das codornas nas gaiolas de postura foi registrada a idade das aves ao primeiro ovo, aos 5%, 50% e ao pico de postura. Após as aves atingirem 90% de produção foi avaliada diariamente a produção de ovos íntegros e descartados, registrando-se semanalmente o consumo de ração, o peso dos ovos, e a conversão alimentar.

O desempenho produtivo e a qualidade dos ovos foram avaliados em três períodos de 21 dias. A porcentagem de postura, de perda de ovos, peso médio do ovo, massa de ovo acumulada, o consumo de ração e conversão

alimentar por massa de ovo foram determinados. Já para qualidade dos ovos foram determinados o índice de forma conforme proposto por North e Bell (1990), índice de gema, peso específico dos ovos ( $\text{g cm}^{-3}$ ), espessura de casca (mm), unidade Haugh (UH) e porcentagem dos constituintes do ovo (casca, gema e albúmen).

Foram coletados, durante os três dias finais consecutivos de cada período, três ovos por parcela, pesados individualmente e utilizados para determinar a qualidade externa e interna do ovo, com exceção do peso específico, que foi calculado utilizando todos os ovos íntegros produzidos nos três dias finais do período, sendo esses pesados secos e imersos em água para o cálculo da gravidade específica conforme descrito por Freitas et al. (2004).

Ao final de cada período, os três ovos amostrados por parcela, foram pesados em balança digital com precisão de 0,01g, posteriormente foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro para a obtenção da altura do albúmen, altura de gema, espessura de gema, que foram medidas por meio de um paquímetro digital, e o peso dos constituintes do ovo (casca, gema e albúmen). Os valores de Unidade Haugh foram calculados conforme descrito por Card & Nesheim (1966).

Posteriormente, as cascas serem lavadas em água e secas em estufa a 65°C por 72 horas, estas foram pesadas obtendo-se a porcentagem de casca, foram também utilizadas para a determinação da espessura, sendo as medidas tomadas em três pontos da região equatorial do ovo, com um paquímetro digital.

As variáveis medidas durante o crescimento e a fase de produção de ovos foram testadas quanto à normalidade e transformadas através do procedimento PROC RANK proposto pelo programa estatístico SAS (2002) quando necessário. As médias foram avaliadas pela análise de variância (ANOVA) utilizando procedimento PROC GLM do SAS, e quando significativas foram comparadas pelo teste SNK a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura ambiente, em que as aves são criadas, deve ser reduzida com o passar do tempo, sendo indicado na fase de cria variar entre 32 a 38°C, no início da fase de recria (15 a 21 dias de idade) variar de 28 a 32°C, sendo que a partir dos 22 dias de idade, as codornas já conseguem regular sua temperatura corporal, não sendo necessário mais o aquecimento do ambiente (MURAKAMI & ARIKI, 1998), apresentando estas aves a zona de conforto para a fase adulta de 18 a 28°C, segundo relato de Oide (2013).

Os valores médios para a temperatura do ar (°C) e umidade relativa (UR, %) registrados no período de cria (1 a 14 dias de idade) foram de 32,1 °C e 55,0 %, respectivamente. Para o período de recria foram observados os valores médios de 25,8 °C e 62,5 %. Na fase de postura os valores de °C e UR médios registrados foram de 24,3 °C e 60,3 %.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na viabilidade do lote de codornas criadas nos diferentes comprimentos de ondas em nenhuma das fases de criação, apresentando médias iguais a 96% para fase de crescimento e 95% para fase de produção, até os 145 dias de idade (pico de postura).

Ao analisar o período de crescimento (um a 35 dias de vida), pode-se observar que as codornas criadas sob a luz fluorescente compacta branca, apresentaram menor CR e GP ( $P<0,05$ ) quando comparadas às aves criadas sobre a lâmpada incandescente amarela que apresentaram maiores médias para o CR e GP, porém, com pior CA ( $P<0,05$ ). Os autores (KIM et al., 2013; HAKAN & ALI, 2005 e TAYLOR et al., 1969) observaram que as aves possuem preferência pelos comprimentos de ondas curtos como amarelo e estes proporcionam efeitos positivos sobre o desempenho das aves, sendo possível observar este mesmo comportamento para codornas nas fases de crescimento.

**Tabela 1** Desempenho de codornas japonesas submetidas nas fases de cria e recria (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas.

	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)
LED Azul	358,16AB	116,42 B	3,05BC
Fluorescente	341,62 C	113,72 C	2,97 A
LED Verde	349,46BC	116,23 B	2,99BA
Incandescente	365,84 A	118,94 A	3,08 C
LED Vermelha	351,72BC	115,92 B	3,04BC
LED Branca	349,36BC	114,39BC	3,05BC
CV (%)	2,97	1,97	1,93
Probabilidade	0,000	0,000	0,001

Médias da variável seguida de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ), CR - Consumo acumulado de Ração (g), GP - Ganho de Peso (g), CA - Conversão Alimentar (g/g).

Nas fases de cria e recria, pode-se observar que as codornas criadas sob a luz fluorescente compacta branca, apresentaram melhor CA ( $P < 0,05$ ) quando comparadas às aves criadas sobre a lâmpada incandescente amarela. Mendes et al. (2013) trabalhando com frangos de corte, comparando as lâmpadas LED's com a fluorescente compacta, observaram piora na CA das aves expostas à luz fluorescente quando comparada as LED's, sendo contrário ao observado em codornas japonesas nas fases de crescimento.

O peso das aves aos 35 dias de idade foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelas diferentes cores de luz utilizadas. As codornas expostas à luz incandescente amarela apresentaram maior média quando comparadas às demais, enquanto as aves criadas sob a lâmpada fluorescente compacta branca e LED branca apresentaram menor peso ao fim da fase de recria. Resultados apresentados por Paixão et al. (2011) comprovaram que aves nas fases de crescimento, como os frangos de corte, quando submetidos às lâmpadas LED branca e fluorescente compacta branca obtiveram resultados semelhantes de desempenho. Essa similaridade pode ser observada para codornas, porém, o desempenho das aves criadas sob as fontes de luz branca, quando comparado a outros comprimentos de ondas, depreciou o desenvolvimento das codornas japonesas nas fases de crescimento.

O crescimento e manutenção do trato gastrointestinal são de suma importância para o aproveitamento dos nutrientes da ração. Por possuir influência no consumo alimentar (KIM et al., 2013; MENDES et al., 2013), o comprimento de onda pode afetar o desenvolvimento do trato gastrointestinal. No entanto, na fase de cria, este fato não foi observado ( $P>0,05$ ) para o peso relativo do trato gastrointestinal (TGI), comprimento do intestino grosso (IG) e intestino delgado (ID) quando as aves foram submetidas aos seis diferentes tratamentos. Por sua vez, o peso relativo do ID, IG e comprimento TGI sofreram influência no consumo de ração das aves afetado pelas diferentes cores de luz usadas ( $P<0,05$ ) (Tabela 2).

Para a fase de cria as aves criadas sob lâmpada LED vermelha resultou ( $P<0,05$ ) em maior peso relativo do ID, possivelmente devido ao fato das aves serem mais ativas quando criadas sob a cor de luz vermelha. Assim, ao serem submetidas por pouco tempo a esse comprimento de onda, as aves passam a se alimentar mais vezes durante o dia, conforme observado por Prayitno et al., (1997), o que pode melhorar de forma significativa o aproveitamento da ração fornecida pelas codornas para essa dada fase de criação. Ao mesmo tempo, o aumento da presença do alimento no TGI favorece o desenvolvimento dos enterócitos das criptas, contribuindo para a maturação do sistema digestivo e seu peso em relação ao corpo.

Na fase de recria das aves não foi observada nenhuma diferença significativa ( $P>0,05$ ) para o peso relativo e comprimento do trato gastrointestinal e seus seguimentos.

No início da fase produtiva não foi observada ( $P>0,05$ ) diferença no peso relativo do ID, comprimento do ID e IG. Entretanto, o peso relativo do TGI, IG e comprimento TGI das aves sofreram influência ( $P<0,05$ ) das diferentes cores de luz usadas. A lâmpada de LED branca resultou ( $P<0,05$ ) em maior peso relativo do TGI e IG, e a LED azul maior comprimento para o TGI das aves.

**Tabela 2** Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas submetidas, nas fases de cria e recria (um a 35 dias de idade), a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme idade avaliada.

Fase de cria aos 8 dias de idade						
	TGI (%)	ID (%)	IG (%)	TGI (cm)	ID (cm)	IG (cm)
LED Azul	6,54	4,35 B	1,85AB	31,87 B	25,60	5,71
Fluorescente	6,58	4,44 B	2,07 A	31,77 B	26,40	5,04
LED Verde	6,59	4,39 B	1,29 B	36,07 A	29,04	5,37
Incandescente	6,62	4,32 B	1,73AB	33,47AB	28,09	5,53
LED Vermelha	7,51	5,85 A	1,44 B	35,04AB	26,81	6,30
LED Branca	6,05	4,02 B	1,68AB	32,79 B	26,44	5,14
CV (%)	14,34	17,38	26,41	7,82	9,06	18,05
Probabilidade	0,118	0,000	0,008	0,003	0,087	0,194
Fase de recria aos 28 dias de idade						
	TGI (%)	ID (%)	IG (%)	TGI (cm)	ID (cm)	IG (cm)
LED Azul	4,00	2,55	1,31	47,96	36,84	10,17
Fluorescente	3,75	2,31	1,34	46,47	36,77	10,70
LED Verde	3,66	2,25	1,33	48,57	38,56	10,03
Incandescente	3,79	2,36	1,30	47,61	37,66	10,81
LED Vermelha	3,45	2,29	1,15	48,56	38,66	10,01
LED Branca	3,80	2,39	1,28	47,11	37,90	10,26
CV (%)	9,34	8,74	18,91	4,25	5,22	8,03
Probabilidade	0,078	0,090	0,738	0,333	0,322	0,312
Fase de produção aos 48 dias de idade						
	TGI (%)	ID (%)	IG (%)	TGI (cm)	ID (cm)	IG (cm)
LED Azul	3,14AB	2,20	1,00 B	55,14 A	43,51	11,40
Fluorescente	3,08AB	1,98	1,09AB	51,47AB	40,91	11,10
LED Verde	3,45AB	2,07	1,21AB	49,34 B	41,90	11,26
Incandescente	3,34AB	2,13	1,21AB	53,44AB	43,14	11,03
LED Vermelha	3,01 B	1,86	1,08AB	52,04AB	41,87	10,98
LED Branca	3,56 A	2,10	1,33 A	52,67AB	41,69	11,26
CV (%)	10,46	13,89	16,88	5,78	7,23	6,69
Probabilidade	0,024	0,361	0,034	0,013	0,639	0,915

Médias da variável seguida de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ), TGI – Trato Gastrointestinal; ID – Intestino Delgado, IG – Intestino Grosso, CV – Coeficiente de variação.

Para a fase de cria das aves os pesos relativos do fígado e do coração, não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) nos seis distintos comprimentos de ondas a que foram submetidas (Tabela 3). Já as codornas mantidas sob LED

vermelha apresentaram maior peso relativo da moela ( $P < 0,05$ ). Segundo Baxter et al. (2014), a luz vermelha aumenta o nível de estresse nas aves, porém este nível de estresse não compromete a fisiologia da ave, podendo evidenciar que para codornas na fase de cria o comprimento de onda vermelho estimula o crescimento da moela.

Para a fase de recria das aves os pesos relativos do coração, do fígado e da moela não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) para os distintos comprimentos de ondas usados. Por sua vez, o peso relativo do estroma apresentou diferenças ( $P < 0,05$ ) para os diferentes tratamentos, sendo a aves expostas à luz LED azul as que se mostraram mais avançadas quanto à maturidade sexual.

O desenvolvimento de todo o sistema digestório e órgão das aves, segundo Flauzina (2007), se dá principalmente nas primeiras semanas de vida, sendo este fato de grande importância, pois, irá refletir na produtividade futura da poedeira. Assim, pode-se observar que ao avaliar o período de crescimento (cria e recria) os tratamentos aplicados se assemelharam, sugerindo que ambas as lâmpadas usadas (LED's e fluorescente) são passíveis de uso para avicultura moderna, sem causar prejuízos no desenvolvimento das vísceras.

As aves eutanasiadas ao início da produção de ovos, 48 dias de idade, apresentaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o peso do fígado das aves, sendo as codornas criadas sob lâmpada LED branca o tratamento que apresentou maior peso relativo desse órgão. Devido à proximidade da maturidade sexual, o crescimento do fígado é fortemente influenciado pela formação de reservas de gordura e maior síntese proteica para a formação da gema do ovo (FLAUZINA, 2007), fato que pode ter influenciado os resultados obtidos. Para as demais vísceras não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 3** Peso relativo, em porcentagem, de órgãos de codornas japonesas submetidas, nas fases de cria e recria (um a 35 dias de idade), a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme idade avaliada.

Fase de cria aos 8 dias de idade				
	Coração	Fígado	Moela	Estroma
LED Azul	1,15	3,61	4,60 B	-
Fluorescente Branca	1,08	3,66	4,07 B	-
LED Verde	1,12	3,30	4,37 B	-
Incandescente Amarela	1,16	3,57	4,68 B	-
LED Vermelha	1,09	3,47	5,26 A	-
LED Branca	1,11	3,75	4,61 B	-
CV (%)	9,71	13,12	12,23	-
Probabilidade	0,727	0,579	0,001	-
Fase de recria aos 28 dias de idade				
	Coração	Fígado	Moela	Estroma
LED Azul	0,97	2,38	3,20	0,044 A
Fluorescente Branca	0,99	2,07	3,15	0,031AB
LED Verde	0,94	2,20	3,31	0,042AB
Incandescente Amarela	0,95	2,06	3,29	0,036AB
LED Vermelha	1,00	2,18	2,88	0,028 B
LED Branca	1,05	2,29	3,27	0,036AB
CV (%)	11,51	12,35	13,78	25,32
Probabilidade	0,537	0,331	0,520	0,016
Fase de produção aos 48 dias de idade				
	Coração	Fígado	Moela	Estroma
LED Azul	0,93	1,69 B	2,81	0,72
Fluorescente Branca	1,05	1,87AB	2,58	0,31
LED Verde	1,12	1,64 B	2,68	0,12
Incandescente Amarela	1,03	1,95AB	2,74	0,20
LED Vermelha	1,09	1,64 B	2,58	0,11
LED Branca	1,03	2,02 A	2,77	0,13
CV (%)	12,53	11,90	9,73	7,26
Probabilidade	0,150	0,004	0,399	0,1815

Médias da variável seguida de letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ), CV – Coeficiente de variação, peso relativo dos órgãos em porcentagem (%).

No período de postura das aves avaliou-se a porcentagem de postura, porcentagem de perda de ovos, peso médio do ovo, massa de ovo acumulada no período, consumo de ração diário (CR) e conversão alimentar (CA). Observou-se que as codornas criadas sob os diferentes comprimentos de ondas (cores) usados não apresentaram efeito residual ( $P > 0,05$ ) sobre a porcentagem de postura e porcentagem de perda de ovos (Tabela 4). Entretanto o peso médio do

ovo, massa de ovo acumulada no período, CR e CA apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) (Tabelas 5 e 6).

Como as aves estavam em início de postura, ou seja, em desenvolvimento corporal, este crescimento resulta em melhora na uniformidade do peso corporal das aves, podendo assim influenciar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos. Para isolar tal desempenho, os dados foram analisados com delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Sendo encontrada diferença ( $P < 0,01$ ) entre os períodos para as variáveis porcentagem de postura, porcentagem de perda de ovos, peso médio do ovo, massa de ovo acumulada no período e consumo de ração diário.

**Tabela 4** Porcentagem de postura e perda de ovos de codornas Japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação

	(% de postura (ave/dia))			Média
	1° Período	2° Período	3° Período	
LED Azul	96,24	95,82	97,18	96,41
Fluorescente	95,92	94,81	97,14	95,95
LED Verde	97,80	96,77	97,77	97,45
Incandescente	94,70	96,61	98,24	96,51
LED Vermelha	97,16	96,60	98,22	97,32
LED Branca	97,03	96,77	98,02	97,27
Média	96,47 B	96,22 B	97,76 A	96,82
CV (%) Tratamento				2,61

	(% perda de ovos)			Média
	1° Período	2° Período	3° Período	
LED Azul	1,09	1,04	0,68	0,94
Fluorescente	1,83	1,76	0,99	1,52
LED Verde	1,18	1,06	0,67	0,97
Incandescente	0,82	2,54	1,09	1,49
LED Vermelha	1,42	1,38	0,59	1,13
LED Branca	1,16	1,90	0,90	1,32
Média	1,25 A	1,61 B	0,82 A	1,23
CV (%) Tratamento				8,58

Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na linha, diferem pelo teste de SNK ( $P < 0,01$ ). Probabilidades para (%) de postura: Tratamento: 0,079; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,654. Probabilidades para (%) perda de ovos: Tratamento: 0,071; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,375.

**Tabela 5** Peso médio e massa de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.

	Peso médio de ovo (g)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	10,74	11,06	11,21	11,00 c
Fluorescente	10,90	11,14	11,34	11,13 a
LED Verde	10,78	11,11	11,26	11,05 bc
Incandescente	10,81	11,12	11,21	11,05 bc
LED Vermelha	10,63	10,90	11,04	10,86 d
LED Branca	10,87	11,13	11,30	11,10 ab
Média	10,79 C	11,08 B	11,23 A	11,03
CV (%) Tratamento				1,25
	Massa de ovo (g)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	1985	1990	2097	2024 d
Fluorescente	2113	2181	2228	2174 a
LED Verde	1990	2057	2132	2059 cd
Incandescente	2078	2132	2207	2138 b
LED Vermelha	2025	2076	2116	2072 c
LED Branca	2063	2113	2201	2125 b
Média	2042 C	2092 B	2164 A	2099
CV (%) Tratamento				3,62

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de *SNK* ( $P < 0,01$ ); Probabilidades para peso médio de ovo: Tratamento: 0,000; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,936. Probabilidades para massa de ovo: Tratamento: 0,000; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,868.

**Tabela 6** Consumo de ração e conversão alimentar de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.

	Consumo de ração médio (g/ave/dia)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	24,10	25,18	25,86	25,04 a
Fluorescente	23,74	24,80	25,36	24,63 ab
LED Verde	24,22	24,83	25,93	24,99 a
Incandescente	24,12	24,69	25,79	24,87 a
LED Vermelha	23,65	24,55	25,33	24,51 b
LED Branca	24,35	24,82	25,80	24,99 a
Média	24,03 C	24,81 B	25,68 A	24,84
CV (%) Tratamento				2,76
	Conversão alimentar (g/g)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	2,33	2,40	2,39	2,37 b
Fluorescente	2,31	2,30	2,33	2,31 a
LED Verde	2,31	2,32	2,37	2,35 ab
Incandescente	2,35	2,32	2,34	2,34 ab
LED Vermelha	2,30	2,37	2,33	2,33 a
LED Branca	2,34	2,32	2,33	2,32 a
Média	2,33	2,34	2,35	2,34
CV (%) Tratamento				3,33

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de *SNK* ( $P < 0,05$ ); Probabilidades para consumo de ração: Tratamento: 0,001; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,762. Probabilidades para conversão alimentar: Tratamento: 0,015; Período: 0,179; Trat.\*Período: 0,215.

Observou-se que o peso médio dos ovos das codornas criadas nas fases de crescimento sob lâmpada fluorescente compacta branca e LED branca foram maiores, quando comparadas às expostas às luzes LED's vermelha e azul.

Estudos conduzidos por (GONGRUTTANANUN & GUNTAPA, 2012; JÁCOME et al., 2012; GONGRUTTANANUN, 2011) verificaram que a cor de luz não teve efeito sobre o peso dos ovos, contrário ao observado para as codornas, porém este fato pode ser devido à resposta das aves à radiação visível,

captada pela retina do olho, que segundo Lewis & Morris (2000), seriam responsáveis pelo crescimento e comportamento, não influenciando diretamente na produção de ovos. Porém, sabe-se que a reprodução dessas aves está associada aos estímulos luminosos, desta forma, comprimentos de ondas podem ser utilizados com objetivo de regular o crescimento, obtendo codornas para reposição de plantéis, produzindo ovos mais pesados, e conseqüentemente o maior rendimento para indústria de conservas.

Rozenboim et al. (1998) trabalhando com galinhas observaram que a produção de ovos pode ser negativamente afetada pela exposição das galinhas poedeiras à luz com um comprimento de onda de 880 nm (infravermelho), podendo ser relatado este efeito depressivo no peso dos ovos de codornas submetidas nas fases de cria e recria ao comprimento de onda vermelho (630 a 700 nm).

Para a variável massa de ovo acumulada por período observou-se comportamento semelhante ao peso de ovo, em que as codornas criadas nas fases de crescimento sob lâmpadas fluorescente compacta branca apresentaram maior ( $P < 0,01$ ) massa de ovos, seguidas pelas lâmpadas LED branca e incandescente amarela, apresentando as piores médias as aves expostas à luz LED's vermelha, azul e verde.

As aves submetidas nas fases de crescimento às lâmpadas LED's azul, verde, branca e incandescente amarela consumiram maior quantidade de ração ( $P < 0,05$ ) quando comparado ao consumo das codornas submetidas à luz LED vermelha, as quais apresentaram menor consumo de ração, sendo contrário ao observado por (JÁCOME et al., 2012), em que os autores não observaram diferenças para o CR de galinhas criadas na fase de produção sob diferentes cores de luzes, indicando que as aves quando submetidas a diferentes comprimentos de ondas, nas fases de crescimento, modificam seu comportamento na fase de postura.

Este fato pode ser explicado pela forma de percepção e recepção da luz, sendo que nas fases de cria e recria a resposta à cor da luz depende principalmente da fotorrecepção na retina através dos cones, enquanto que a resposta na fase reprodutiva é influenciada principalmente pela recepção de luz no hipotálamo (LEWIS & MORRIS, 2000).

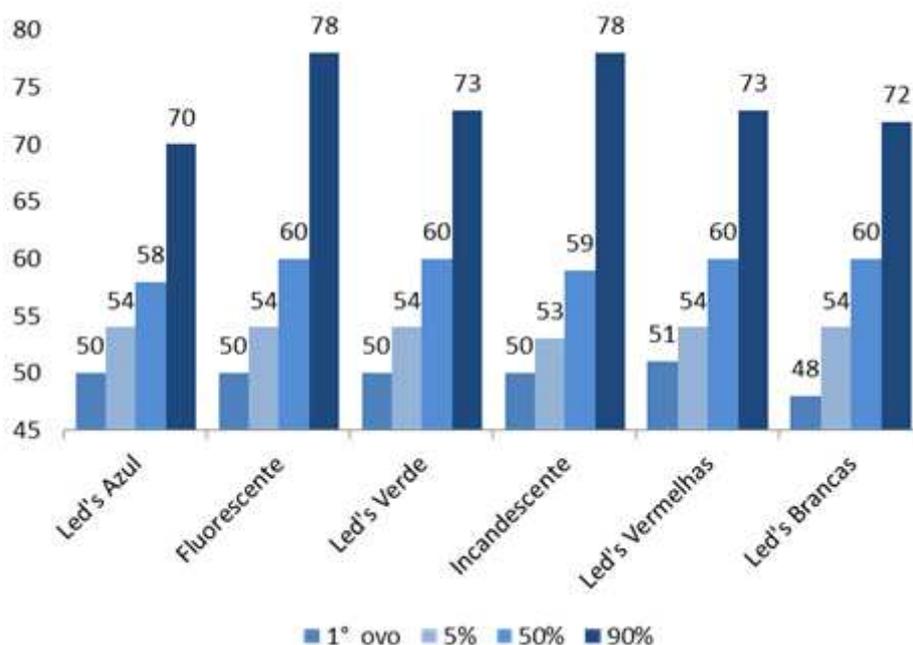
Ao analisar a conversão alimentar (CA) pode-se verificar que codornas criadas sob fluorescente compacta branca, LED's branca e vermelha apresentaram melhor CA quando comparadas com as aves submetidas à luz LED azul, sendo oposto ao relatado por Min et al. (2012) os quais verificaram que as galinhas, na fase de produção, submetidas à luz vermelha foram menos eficientes na CA, podendo ser justificado pela forma de percepção e recepção da luz, da mesma forma foi explicado para o CR.

De acordo com os autores (ARAÚJO et al., 2013; JÁCOME et al., 2012; PEREIRA et al., 2012) as lâmpadas LED's e fluorescentes possuem diversas vantagens, entre elas, a principal é a eficiência energética, pois estas lâmpadas geram pouco calor, além de ser muito mais duráveis por não possuírem filamento. Podemos assim recomendar o uso das tecnologias LED branca e fluorescente compacta branca para criação de codornas japonesas nas fases de crescimento, por não causar prejuízos no desempenho zootécnico na fase de produção.

As codornas iniciaram a postura aos 48 dias de idade (Figura 1) na luz LED branca, seguidas pelas luzes LED's azul, verde, fluorescente compacta branca e luz incandescente amarela aos 50 dias de idade, sendo as aves submetidas à luz LED vermelha as que se apresentaram mais tardias na idade ao primeiro ovo (51 dias). Pode-se verificar que os comprimentos de ondas, utilizados durante o crescimento das codornas japonesas não comprometeram o início da produção de ovos. Porém, as aves submetidas ao comprimento de onda azul apresentaram-se mais precoces nas idades de 50 e 90 % de postura.

As aves criadas sob o comprimento de onda emitido pela luz fluorescente compacta branca se assemelharam à LED branca nas idades ao 1º ovo, 5 e 50 % de postura, o que está de acordo com o estudo apresentado por Paixão et al. (2011). Entretanto na idade aos 90 % de postura as codornas submetidas ao LED branco se mostraram mais precoces em seis dias.

As codornas submetidas às luzes: fluorescente compacta branca e incandescente amarela se mostraram mais tardias à idade aos 90 % de postura, em média seis dias quando comparada às lâmpadas LED's. Estes resultados demonstraram que os diferentes comprimentos de ondas emitidos pelas lâmpadas usadas nas fases de crescimento forneceram estímulo diferenciado, sendo as aves criadas sob as luzes LED's as que alcançaram antecipadamente o pico de postura.



**Figura 1** Idade em dias ao primeiro ovo, aos 5, 50 e 90% de produção de ovos de codornas japonesas submetidas a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade).

Os resultados do ensaio experimental para qualidade de ovos são apresentados nas Tabelas 7, 8, 9 e 10. Segundo Pascoal et al. (2008) a ponderação da qualidade interna e externa do ovo se faz necessária para que possam ser descritas diferenças na produção de ovos frescos, devido principalmente aos fatores ambientais os quais influenciam a criação das aves poedeiras.

Foi observado que as codornas expostas ao manejo luminoso constituído por seis comprimentos de ondas distintos não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) para a espessura de casca, porcentagem de casca, índice de gema, Unidade Haugh e porcentagem de gema, o que está de acordo com Gongruttananun & Guntapa (2012), Jácome et al. (2012) e Gongruttananun (2011) ao estudarem os distintos comprimentos de ondas e seus efeitos sobre as poedeiras em fase de produção, não observaram diferenças para a qualidade dos ovos das aves expostas a diferentes fontes de iluminação. Porém, para a porcentagem de albúmen, índice de forma e peso específico, foram encontradas diferenças ( $P<0,05$ ) sendo contrário a esses mesmos autores que relataram estabilidade para qualidade do ovo das aves criadas sob diferentes comprimentos de ondas.

As codornas expostas às fontes de luzes LED's verde, vermelha e branca apresentaram melhor ( $P<0,05$ ) índice de forma (Tabela 8) quando comparadas às aves submetidas à luz incandescente, contudo esta diferença não se refletiu na qualidade interna e externa dos ovos. Segundo Jones & Musgrove (2005) a aparência física do ovo se faz importante por causar a primeira impressão no consumidor, além de possuir elevada importância para indústria de conserva, pois ovos mais simétricos e homogêneos facilitam o processamento.

Izquierdo et al. (2012) avaliam como padrão, quando os ovos apresentam o valor do índice de forma de 74, podendo variar de 65 a 80 em

decorrência de diversos fatores como a idade das aves o período de muda forçada entre outros, podendo ocasionar em ovos desuniformes.

Para o peso específico (Tabela 9) foi encontrada interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os períodos analisados e os tratamentos, sendo as aves expostas à LED branca, nas fases de crescimento, as que apresentaram no primeiro período avaliado redução na qualidade quando comparadas às aves expostas à luz LED verde. Entretanto, tal resultado não se reproduziu nos demais períodos analisados, além de não apresentar diferenças significativas entre os tratamentos testados, portanto a qualidade da casca dos ovos não foi influenciada pelos tratamentos aplicados.

Com relação à porcentagem de albúmen (Tabela 10) foi observada interação significativa entre os períodos avaliados e os comprimentos de ondas, as aves criadas sobre luz LED verde no segundo período apresentaram menor deposição desse constituinte do ovo, porém este resultado não se repetiu nos demais períodos analisados, assim como a porcentagem de albúmen não apresentou diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os diferentes comprimentos de ondas testados. Não comprometendo assim o rendimento na indústria de conserva.

**Tabela 7** Espessura e peso relativo de casca de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.

	Espessura de casca (mm)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	0,264	0,252	0,246	0,254
Fluorescente	0,261	0,253	0,247	0,254
LED Verde	0,264	0,256	0,244	0,255
Incandescente	0,263	0,254	0,253	0,256
LED Vermelha	0,261	0,252	0,246	0,253
LED Branca	0,265	0,253	0,241	0,253
Média	0,263 A	0,254 B	0,246 C	0,254
CV (%) Tratamento				5,22
	(% ) de casca			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	8,00	7,79	8,03	7,94
Fluorescente	7,84	7,88	8,02	7,91
LED Verde	7,76	7,99	7,99	7,91
Incandescente	8,09	7,85	8,18	8,04
LED Vermelha	7,78	7,71	8,02	7,84
LED Branca	8,07	7,81	8,00	7,96
Média	7,92 B	7,83 B	8,04 A	7,93
CV (%) Tratamento				5,41

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de *SNK* ( $P < 0,05$ ); Probabilidades para espessura de casca: Tratamento: 0,724; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,522. Probabilidades para (%) de casca: Tratamento: 0,264; Período: 0,003; Trat.\*Período: 0,393.

**Tabela 8** Índice de gema e de forma de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.

	Índice de gema			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	0,488	0,491	0,488	0,489
Fluorescente	0,490	0,482	0,478	0,483
LED Verde	0,491	0,488	0,483	0,487
Incandescente	0,489	0,494	0,491	0,491
LED Vermelha	0,491	0,476	0,484	0,484
LED Branca	0,494	0,489	0,481	0,487
Média	0,491 A	0,487 AB	0,484 B	0,487
CV (%) Tratamento				3,20
	Índice de forma			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	78,6	79,2	78,2	78,7ab
Fluorescente	78,7	78,6	78,4	78,5ab
LED Verde	79,0	79,3	78,7	78,9 a
Incandescente	78,8	77,8	78,2	78,3 b
LED Vermelha	79,0	78,8	78,7	78,8 a
LED Branca	79,7	78,9	78,5	79,1 a
Média	79,0 A	78,8 AB	78,4 B	78,7
CV (%) Tratamento				1,82

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de *SNK* ( $P < 0,05$ ); Probabilidades para índice de gema: Tratamento: 0,053; Período: 0,008; Trat.\*Período: 0,079. Probabilidades para índice de forma: Tratamento: 0,039; Período: 0,024; Trat.\*Período: 0,357.

**Tabela 9** Unidade *Haugh* e peso específico de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.

	Unidade <i>Haugh</i>			Média
	1° Período	2° Período	3° Período	
LED Azul	90,38	89,46	89,94	89,93
Fluorescente	90,30	89,16	90,87	90,11
LED Verde	90,24	89,73	91,95	90,64
Incandescente	89,66	89,50	90,87	90,01
LED Vermelha	90,63	89,43	90,98	90,35
LED Branca	90,51	89,70	91,16	90,46
Média	90,28 B	89,50 C	90,96 A	90,25
CV (%) Tratamento				1,86
	Peso específico			Média
	1° Período	2° Período	3° Período	
LED Azul	1,075 ab	1,070	1,073	1,072
Fluorescente	1,077 ab	1,071	1,067	1,071
LED Verde	1,078 a	1,070	1,079	1,076
Incandescente	1,071 ab	1,070	1,070	1,070
LED Vermelha	1,070 ab	1,067	1,068	1,068
LED Branca	1,064 bB	1,076 A	1,078 A	1,072
Média	1,072	1,070	1,072	1,071
CV (%) Tratamento				1,22

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de *SNK* ( $P < 0,05$ ); Probabilidades para Unidade *haugh*: Tratamento: 0,183; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,329. Probabilidades para o peso específico: Tratamento: 0,142; Período: 0,493; Trat.\*Período: 0,047.

**Tabela 10** Peso relativo de gema e albúmen de ovos de codornas japonesas submetidas nas fases de crescimento (um a 35 dias de idade) a diferentes cores de luz e tipo de lâmpadas conforme período de avaliação.

	(% de gema)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	29,90	29,88	27,95	29,25
Fluorescente	30,23	30,09	27,60	29,31
LED Verde	29,87	30,89	27,77	29,51
Incandescente	30,02	30,55	27,63	29,40
LED Vermelha	29,97	30,54	28,07	29,53
LED Branca	29,48	30,32	27,76	29,18
Média	29,91 B	30,38 A	27,89 C	29,39
CV(%)Tratamento				4,50
	(% de albúmen)			Média
	1°	2°	3°	
	Período	Período	Período	
LED Azul	61,90 B	62,25 aB	64,11 A	62,76
Fluorescente	61,93 B	62,05 abB	64,66 A	62,88
LED Verde	62,55 B	61,08 bC	64,27 A	62,63
Incandescente	62,05 B	61,61 abB	64,09 A	62,58
LED Vermelha	62,26 B	61,73 abB	63,76 A	62,59
LED Branca	62,47 B	61,88 abB	63,81 A	62,72
Média	62,19	61,77	64,11	62,69
CV(%)Tratamento				2,35

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de SNK ( $P < 0,05$ ); Probabilidades para (%) de gema: Tratamento: 0,231; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,128. Probabilidades para (%) albúmen: Tratamento: 0,671; Período: 0,000; Trat.\*Período: 0,009.

## CONCLUSÃO

Diferentes tipos de lâmpadas emitindo distintos comprimentos de ondas (cores de luz) utilizados nas fases de crescimento (cria e recria) estimulam as codornas de formas distintas, sendo o comprimento de onda na cor branca o que se mostrou mais eficiente, podendo ser indicado o uso das lâmpadas fluorescente compacta e LED, que além de alta eficiência energética proporcionam melhorias no desempenho produtivo futuro de codornas japonesas.

## LITERATURA CITADA

ARAÚJO, F. E. et al. UTILIZAÇÃO DO DIODO EMISSOR DE LUZ (LED) NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2577–2593, 2013.

BAXTER, M. et al. Red Light is Necessary to Activate the Reproductive Axis in Chickens Independently of the Retina of the Eye. **Poultry Science**, v. 93, p. 1289–1297, 2014.

BERTECHINI, A. G. **Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial** IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. **Anais...LAVRAS**: 2013

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry Production**. Philadelphia: Lea &Febiger: [s.n.]. p. 400

FLAUZINA, L. P. **DESEMPENHO PRODUTIVO E BIOMETRIA DE VÍSCERAS DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA**. [s.l.] UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA, 2007.

FREITAS, E. R. et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 509–512, 2004.

GONGRUTTANANUN, N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens. **Poultry Science**, v. 90, 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 j.**, v. 46, p. 51–63, 2012.

HAKAN, B.; ALI, A. Effects of light wavelength on broiler performance. **Hayvansal Üretim**, v. 46, n. 6, p. 22–32, 2005.

IZQUIERDO, F. U. et al. Estimación de la calidad externa del huevo en ponedoras White Leghorn ( L 33 ). **Rev. Prod. Anim.**, v. 24, n. 2, p. 2–5, 2012.

JÁCOME, I. M. D. et al. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de iluminação artificial. **Arquivo Zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 449–456, 2012.

JONES, D. R.; MUSGROVE, M. T. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. **Poultry science**, v. 84, p. 1774–1777, 2005.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRICOLA E AMBIENTAL**, v. 9, n. 3, p. 420–423, 2005.

KIM, M. J. et al. Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. **Poultry science**, v. 92, p. 1461–1466, 2013.

LEWIS, P. D.; MORRIS, T. R. Poultry and coloured light. **World's Poultry Science Journal**, v. 56, n. 3, p. 189–207, 2000.

MENDES, A. S. et al. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, p. 62–70, 2013.

MIN, J. K. et al. Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance and egg quality of laying hens. **Avian Biology Research**, v. 5, n. 2, p. 69–74, 2012.

MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. JABOTICABAL: Funep, 1998. p. 79

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. New York: An AVI Book, 1990. p. 913

OIDE, M. M. **Ambiência e sistemas de climatização** V SIMPÓSIO INTERNACIONAL IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. **Anais...**LAVRAS: 2013

OLIVEIRA, B. L. **Manejo Racional e Produtividade das Codornas (Coturnix coturnix japônica)**.I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. **Anais...**LAVRAS: 2002

PAIXÃO, S. J. et al. **Desempenho produtivo de frangos de corte criados com dois tipos de lâmpadas**I congresso de ciências e tecnologia da UTFPR. **Anais...**Paraná: 2011

PASCOAL, L. A. F. et al. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 150–157, 2008.

PEREIRA, P. A. et al. TECHNICAL EVALUATION OF ARTIFICIAL LIGHTING SYSTEMS FOR BROILER. **ENGENHARIA AGRICOLA**, v. 32, n. 6, p. 1011–1023, 2012.

PRAYITNO, D. S.; PHILLIPS, C. J. C.; STOKES, D. K. The effects of color and intensity of light on behavior and leg disorders in broiler chickens. **Poultry science**, v. 76, n. 12, p. 1674–1681, 1997.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3°. ed. Viçosa: UFV, DZO: [s.n.]. p. 252

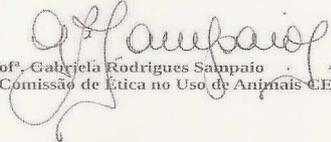
ROZENBOIM, I.; ZILBERMAN, E.; GVARZYAHU, G. New monochromatic light source for laying hens. **Poultry science**, v. 77, n. 11, p. 1695–1698, 1998.

TAYLOR, A.; SLUCKIN, W.; HEWITT, R. Changing colour preferences of chicks. **Animal Behaviour**, v. 17, p. 3–8, 1969.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, CAPES, UFLA e DZO pelo apoio na realização e divulgação dos dados obtidos neste experimento e à empresa VICAMI Codornas pela doação das aves.

## ANEXO

	<p align="center"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS</b>  <b>PRÓ-REITORIA DE PESQUISA</b>          COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS          Cx.P.3037 - Lavras - MG - 37200-000 - (35) 3829-5182 cba@nintec.ufla.br</p>
<b>CERTIFICADO</b>	
<p>Certificamos que o protocolo nº 035/13, relativo ao projeto intitulado Tipos de luz em programa de iluminação contínuo durante as fases de cria e recria sobre a produção e qualidade dos ovos em codornas japonesas., que tem como responsável Edison José Fassani está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela comissão de ética no uso de animais (comissões permanentes/prp-ufla), tendo sido aprovado na reunião de 25/07/2013.</p>	
<p>início do projeto:01/08/2013 - término do projeto:01/05/2015</p>	
<b>CERTIFICATE</b>	
<p>We hereby certify that the Protocol nº 035/13, related to the project entitled "Types of light in continuous lighting program during growing phases on production and egg quality in Japanese quail.", under the supervision of Edison José Fassani, is in agreement with the Ethics Principles in Animal Experimentation, adopted by the Institutional Animal Care and Use Committee (Standing Committees/PRP-UFLA), and was approved in July 25, 2013.</p>	
<p>Project's beginning:01/08/2013 - Project's end:01/05/2015</p>	
Lavras, 25 de julho de 2013	
 Prof. Gabriela Rodrigues Sampaio Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais CEUA	
<p>Universidade Federal de Lavras          Pró-Reitoria de Pesquisa /Comissões Permanentes          Campus Universitário -          Caixa Postal 3037 / CEP 37200-000 - Lavras, MG - Brasil          Tel.: +55 (35) 3829 5182          cba@nintec.ufla.br - www.prp.ufla.br</p>	