



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL COM LEDS DE DIFERENTES CORES SOBRE A QUALIDADE DE OVOS

Bianca Dias Bazzo¹; Fabiana Ribeiro Caldara²; Kelly Cristina Nunes³; Carla Feitosa Zambaldi⁴

¹UFGD - FAEN, C. Postal 533, 79804-970 Dourados - MS, E-mail: bianca_bazzo@hotmail.com. Bolsista PIBIC/CNPq.

²UFGD - FCA, C. Postal 533, 79804-970 Dourados - MS, E-mail: fabianacaldara@ufgd.edu.br. Docente.

³UFGD - FCA, C. Postal 533, 79804-970 Dourados - MS, E-mail: kcnunes@live.com. Mestranda.

⁴UFGD - FAEN, C. Postal 533, 79804-970 Dourados - MS, E-mail: carla_zambaldi@hotmail.com. Bolsista PIBIC/UFGD.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da substituição de lâmpadas incandescentes por fitas LEDs de diferentes cores no regime de iluminação de codornas japonesas, para avaliação de 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 6 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 se tenha interferência das diferentes cores de lâmpadas LEDs avaliados, formando assim quatro quadrantes, onde cada quadrante corresponderá a um tratamento. As lâmpadas foram dispostas frontalmente às 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 variáveis analisadas foram: peso médio dos ovos (PMO), valores de Unidade Haugh (UH), porcentagem de gema (%G), porcentagem de albúmen (%A), porcentagem de casca (%C) e espessura de casca (EC). 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 apresentaram valores superiores às aves expostas com iluminação LED verde e azul.

Palavras-chave: Codornas japonesas, diodo emissor de luz, estímulo luminoso

INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento nutricionalmente completo com elevado valor nutritivo, que já vem embalado e apresenta baixo custo, o que o torna acessível a todas as classes sociais. No entanto, para que os ovos possam continuar sendo uma das bases da alimentação humana, estes produtos devem manter duas condições fundamentais: baixo custo e elevada qualidade nutricional (SECHINATO *et al.*, 2006).

Um fator ambiental que influencia no comportamento, na produção de ovos, e no bem-estar das galinhas poedeiras é a luz, no entanto, a iluminação artificial é amplamente utilizada para elevar o desempenho de reprodução de galinhas poedeiras (ER *et al.*, 2007). A luz tem como principal efeito alterar a idade em que as aves atingem sua maturidade sexual. Esse fator não ocorre devido à intensidade da luz aplicada, mas pelo período de duração dessa luz, que como consequência muda a idade de produção dos primeiros ovos (ARAÚJO *et al.*, 2011).

No bem-estar de aves poedeiras, o efeito da luminosidade é muito complexo, por envolver a análise separada dos diferentes comprimentos de onda da luz na produção, na saúde e no comportamento (ER *et al.*, 2007). A luz elétrica aumenta o fotoperíodo e estimula a produção de ovos, uma vez que as aves são responsivas a incitação pela luz (FREITAS *et al.*, 2005; JÁCOME *et al.*, 2012). O programa de iluminação ideal para um aviário é aquele que proporciona a máxima produção de ovos com o mínimo consumo de ração e gasto de energia elétrica (FREITAS *et al.*, 2005).

O emprego da iluminação artificial em aves reprodutoras e de postura comercial é uma das mais importantes ferramentas de manejo acessível para o produtor avícola. O início da postura pode ser adiantado ou retardado; a taxa de postura pode ser influenciada e seu intervalo modificado; a qualidade da casca do ovo pode ser melhorada; o tamanho pode ser

otimizado e a eficiência alimentar pode se maximizar pelo fornecimento adequado de um regime luminoso (ETCHES, 1996).

A cada ano que passa o cenário mundial de produção de ovos vem buscando várias tecnologias viáveis para assegurar o bem-estar das aves sem prejudicar a qualidade dos ovos. E os sistemas de iluminação são quesitos que estão sendo estudados para a diminuição dos custos de energia sem afetar a produção. Atualmente é possível encontrar uma grande variedade de fontes de luz disponíveis no mercado, e várias delas já foram amplamente testadas nos galpões de produção de ovos. Etches (1996) afirma que não importa o tipo de lâmpada utilizada (fluorescente, incandescente, vapor de sódio, etc.), no entanto, sabe-se que cada lâmpada oferece um espectro luminoso diferente, e este fator pode causar influencia sobre a produção e a qualidade dos ovos.

A busca por novas fontes e tipos de iluminação são constantes, a medida que novas técnicas para obtenção de luz vão sendo descobertas, novas fontes luminosas com diferentes características vão ganhando espaço no mercado, no entanto, cada fonte deve ter uma determinada aplicação (CERVI, 2005). Várias fontes luminosas já foram testadas nos galpões de produção de ovos, porém, estudos ainda são realizados em busca de maior durabilidade e menor custo.

A lâmpada incandescente utilizada no sistema de iluminação artificial é umas das mais antigas fontes de luz, entretanto é considerada pouco eficiente, pois seu funcionamento produz muito calor e pouca luz (OSRAM, 2007). A utilização de lâmpadas fluorescentes compacta ocorreu em substituição da lâmpada incandescente, apresentando melhor eficiência luminosa e uma redução do custo de energia elétrica de até 70%.

Recentemente uma nova tecnologia em iluminação artificial vem sendo empregada nos sistemas de produção de aves, em substituição as lâmpadas fluorescentes compacta. A inovação são as lâmpadas de LED (Diodo Emissor de Luz) que apresentam alta eficiência luminosa e elevada vida útil, destacando-se quando comparada com outras fontes de luz (PINTO, 2008). O tempo de vida útil de uma lâmpada de LED é de aproximadamente 50000 horas, enquanto a fluorescente compacta é de 8000 horas e a incandescente é de 1000 horas (LIU *et al.*, 2010).

Deste modo, o objetivo avaliar os efeitos da substituição de lâmpadas incandescentes por fitas LEDs de diferentes cores no regime de iluminação de codornas japonesas, para avaliação de qualidade dos ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

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 *copinho* 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* em dois períodos (manhã e tarde) diariamente. O regime de iluminação a ser utilizado será 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 mesmas completarem 8 semanas após o 42º dia de idade, período referente ao pico de postura. 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 corresponderá 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) e acrescentadas os diferentes resíduos utilizados.

Características Qualitativas dos ovos

As análises para a determinação das características qualitativas dos ovos foram realizadas nos quatro últimos dias de cada ciclo experimental.

Foram coletados quatro ovos de cada unidade experimental, sendo dois para avaliações qualitativas e três para determinação da porcentagem de gema e albúmen.

Será determinado o peso médio dos ovos, valores de Unidade Haugh (UH), porcentagem de albúmen (PA), porcentagem de gema (PG), porcentagem de casca (PC), e espessura de casca (EC).

O peso médio dos ovos foi calculado dividindo-se o peso total pelo número de ovos da unidade experimental. Após a realização das pesagens fez-se a retirar aleatoriamente de uma amostra de três ovos por unidade experimental, os quais individualmente, foram pesados em balança semi-analítica ($\pm 0,001\text{g}$) e posteriormente quebrados sobre uma placa de vidro lisa e com o auxílio de um paquímetro digital irá mensurou-se a 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)

Para a determinação das porcentagens de albúmen e gema, foram utilizados dois ovos de cada unidade experimental. Os ovos foram identificados, quebrados e separados albúmen, gema e casca com o auxílio de um separador de gemas. Em seguida, os mesmos foram

alocados em recipientes de poliestireno atóxico, identificados e pesados para a determinação das porcentagens.

$$\% \text{ Gema} = \text{Peso gema} \times 100 / \text{Peso Total ovo}$$

$$\% \text{ Albúmen} = \text{Peso albúmen} \times 100 / \text{Peso Total ovo}$$

Para a determinação da porcentagem de cascas, as mesmas foram lavadas em água corrente e secadas posteriormente em temperatura ambiente por um período de 48 horas, após esse período foram pesadas em balança semi-analítica para a obtenção da porcentagem considerando o peso total do ovo e o peso da casca incluindo membrana após secagem. Posteriormente com o auxílio de um micrômetro digital determinou-se a espessura da casca.

$$\% \text{ Casca} = \text{Peso casca} \times 100 / \text{Peso Total ovo}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à Peso dos Ovos (PO), Altura de Albúmen (AA), Altura de Gema (AG), Unidade Haugh (UH), Índice de gema (IG), Gravidade Específica (GE) e Espessura de Casca (EC) de ovos de codornas japonesas expostas a 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	AG	UH	EC
T1 – Verde	9,33 ^b	5,38	11,04	95,85	0,23
T2 – Vermelho	9,62 ^{ab}	5,25	11,03	94,98	0,21
T3 – Fluorescente	9,85 ^a	5,19	10,98	94,62	0,24
T4 – Azul	9,30 ^b	5,18	10,87	94,99	0,24
CV (%)	3,17	3,22	1,33	0,94	8,24
p-value	0,014	0,201	0,215	0,141	0,215

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

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) das variáveis Altura de Albúmen, Altura de Gema, Unidade Haugh, Índice de gema e Espessura de casca, 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 apresentaram valores superiores às aves expostas com iluminação LED verde e azul.

Segundo Mendes *et al.* (2010), as luzes fluorescentes brancas apresentam um aspecto luminoso azulado, isto acontece porque as luzes fluorescentes produzem 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 possuírem 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 a ingestão de ração em níveis adequados para produção.

Pinto (2008) relata que o peso médio dos ovos é altamente dependente da ingestão diária de proteína. Para ambos os tratamentos avaliados os índices de consumo de ração se mantiveram dentro dos padrões, mostrando-se assim ingestão de proteína em níveis adequados para produção.

De acordo com Jácome *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 acima 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 escore 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 mesmo foi observado no estudo realizado por Gongruttananun & Guntapa (2012), onde não foram relatadas diferenças na qualidade dos ovos de poedeiras expostos a tratamentos com luz de LED de cor vermelha e luz natural.

Em estudos realizados por Er *et al.* (2007), que avaliaram três cores diferentes de lâmpadas de LED, observou-se que o LED de coloração verde mostrou uma melhora

expressiva na qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras comerciais da linhagem Hy Line Brown.

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.

Os resultados referentes porcentagem de gema (%G), porcentagem de albúmen (%A) e porcentagem de casca (%C) de ovos de codornas japonesas expostas a iluminação artificial com LED de diferentes cores estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios dos componentes (% gema, % albúmen e % casca) de ovos de codornas japonesas expostas à iluminação artificial com LED de diferentes cores

Tratamentos	%Gema	%Albúmen	%Casca
T1 – Verde	28,821	56,89 ^a	14,29
T2 – Vermelho	29,475	55,88 ^{ab}	14,72
T3 – Fluorescente	29,194	55,230 ^b	15,55
T4 – Azul	28,286	56,272 ^{ab}	15,43
CV(%)	3,61	1,76	6,03
p-value	0,182	0,055	0,078

Médias na mesma coluna, seguida de letras diferentes, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os dados revelaram efeito significativo ($p < 0,05$) para % de albúmen, onde as codornas expostas à iluminação artificial com LEDs verdes apresentam maior porcentagem de albúmen

do que aves expostas a iluminação PL compacta fluorescente. O albúmen representa cerca, de 55,74% do peso do ovo de codorna, no entanto fatores como ingestão de alimentos, tempo de armazenamento e período de estocagem afetam diretamente a % de albúmen, entretanto tais fatores se mostraram ausentes no presente estudo.

A composição dos ovos grandes foi relatada Stadelman & Cotterill *et al.* (1995) reportando que o albúmen compreende 60%, a gema cerca de 30 a 33%, e a casca em torno de 9 a 12% na composição do peso total do ovo.

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 que possivelmente possa ter maior produção de albúmen.

Por outro lado, Rozenboim *et al.* (1998), ressalta que a produção de ovos pode ser adversamente afetada pela exposição das aves de postura à luz com um comprimento de onda de 880 nm (infravermelho), onde tal fato possa estar relacionado com os valores superiores ($p < 0,05$) de % de albúmen para LEDs verdes quando comparadas com as PL compactas fluorescente, uma vez que a cor branca é uma mistura homogênea de todas as cores, resultando a menor liberação de hormônios para formação dos componentes dos ovos.

Conforme Etches (1994), a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso. No entanto, estes fatores não foram influenciados pela luminosidade na pesquisa realizada por Jácome *et al.* (2012), o que comprova a viabilidade no emprego dos LEDs como tecnologia de iluminação.

CONCLUSÕES

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 e lâmpadas LEDs verdes apresentam maior porcentagem de albúmen de ovos de codornas japonesas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. et al. Programa de luz na avicultura de postura. **Revista Cfmv - Brasília/Df - ano XVII - nº 52**, p.59, 2011.

BAPTISTA, R. F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da temperatura de armazenamento**. Dissertação, Universidade Federal Fluminense, 99 p. Niterói, 2002.

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.

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

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.

ETCHES, R.J. **Estímulo luminoso na reprodução. Fisiologia da reprodução de aves**. Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas-SP. p.59-75. 1994.

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

FREITAS, H.J.; COTTA, J.T.B; OLIVEIRA, A.I.G.; GEWHER, C. E. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, Vol.29, n.2, p.424-428, mar./abr., 2005.

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

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.

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.

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. 2011.

MENDES, A. S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira Agrociência**, 2010.

NESHEIM, M.C.; AUSTIC, R.E.; CARD, L.E. **Poultry production**. 12.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1979. 325p.

OSRAM GmBH. **Osram do Brasil**, Website. 2007. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>> Acesso em: 09 maio 2013.

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

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005.

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.

SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v.43, p.159-166, 2006.

STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg Science and Technology**, 4th ed. The Haworth Press, Inc. Nova York, p.39-53, 1995.