

CLÓVIS ELISEU GEWEHR

AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO EM CODORNAS
(Coturnix coturnix)

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Judas Tadeu de B. Cotta

LAVRAS – MINAS GERAIS

BRASIL

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Gewehr, Clóvis Eliseu

Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*) / Clóvis Eliseu
Gewehr. – Lavras : UFLA, 2003.

81 p. : il.

Orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Codorna. 2. Programa de luz. 3. Iluminação intermitente. 4. Fotoperíodo. 5.
Postura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.594

CLÓVIS ELISEU GEWEHR

AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO EM CODORNAS
(*Coturnixcoturnix*)

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, ao colegiado do Programa de Pós – Graduação em Zootecnia da UFLA, como parte das exigências do curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada em 10 de Dezembro de 2003.

Prof. Dr. Antonio Ilson Gomes de Oliveira	UFLA
Prof. Dr. Raimundo Vicente de Souza	UFLA
Prof ^a . Dr ^a Ana Tereza de Mendonça Viveiros	UFLA
Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino	UFV

Prof. Dr. Judas Tadeu de Barros Cotta

UFLA
(Orientador)

Lavras
Minas Gerais - Brasil

Dedico

A minha amiga e esposa Rochele, pelos 10 anos de convívio, a qual estive distante (e ao mesmo tempo tão próxima) durante os 2 anos e 9 meses deste curso; ao Guilherme Ceolin Gewehr (que está para chegar); aos meus imensuráveis pais Rudy e Vera Carla; às minhas inigualáveis tias Iris (em memória), Edith, Joesy e Marga Wild; aos demais familiares e a todos que lutam por um mundo sustentável e mais humano.

Ofereço

Àqueles que fazem da ciência e do conhecimento um meio para a inclusão social.

AGRADECIMENTOS

À minha família, estimuladora e fomentadora desta empreitada;

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-graduação em zootecnia pelo que colocaram ao meu alcance;

Ao orientador Prof. Tadeu Cotta pela oportunidade e pelo aprendizado;

Ao Prof. Antonio Ilson Gomes de Oliveira, pelas orientações e pelos valiosos conselhos para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos membros da banca, Prof^a. Ana Tereza de Mendonça Viveiros; Prof. Raimundo Vicente de Souza, Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino e ao Prof. Luis David Solis Murgas pelas sugestões;

Ao grande amigo e colega Henrique Jorge de Freitas e a sua família pela presteza, amizade e horas de estudo compartilhadas;

Ao responsável pelo “manejo sanitário das codornas” durante o experimento, o acadêmico João Fernando Ferreira dos Santos Carvalho;

Aos Professores Júlio Sílvio de Souza Bueno Filho (DEX) e Giovanni Francisco Rabelo (DEG) pelas suas contribuições;

À Universidade Federal de Pelotas por ter me acolhido e aos amigos do Departamento de Zootecnia, Prof. Rutz, Rech, Dagmar, Paulo,²⁴ pelo curto mas agradável convívio;

Ao Programa de Pós – graduação em Desenvolvimento Regional – UNISC, responsável pelo início desta caminhada;

Aos Professores e colegas de curso; aos funcionários Carlos, Pedro, “Borginho” e Gilberto “preto-preto” pelo bom atendimento;

Aos acadêmicos Warlei Nino de Almeida (Agronomia) e Leandro Lima (Veterinária) pela presteza; ao Prof. Vladimir de Oliveira pelas horas de chimarrão e Filosofia;

A todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho; ao meu Deus e aos desafios, sem eles a vida não é interessante.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos Gerais	3
2.2 Histórico sobre Iluminação para Poedeiras	4
2.3 Percepção da Luz e Estímulo a Reprodução	7
2.4 Regulação Hormonal e Formação do Ovo	8
2.5 Fotoperíodo e Reprodução das Aves	11
2.6 Luz e Maturidade Sexual de Codornas	12
2.7 Programas de Luz para Aves de Postura.....	13
2.8 Efeito Da Luz sobre a Produção de Ovos.....	14
2.9 Dia Subjetivo e Iluminação Intermitente.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Local e Período	20
3.2 Instalações e Aves.....	20
3.3 Manejo e Alimentação.....	22
3.4 Tratamentos.....	24
3.5 Avaliações	27
3.5.1 Medidas de Desempenho.....	27
3.5.1.1 Consumo de Ração	27
3.5.1.2 Produção de Ovos	27
3.5.1.3 Peso dos Ovos.....	27
3.5.1.4 Conversão Alimentar.....	27
3.5.1.5 Massa de Ovos.....	28

3.5.1.6 Perda de Ovos.....	28
3.5.1.7 Viabilidade	28
3.5.1.8 Distribuição da Postura.....	28
3.5.2 Medidas de Qualidade dos Ovos	28
3.5.2.1 Peso Específico	28
3.5.2.2 Altura de Albúmem.....	29
3.5.2.3 Peso de Casca.....	29
3.5.2.4 Rendimento de Casca.....	29
3.5.2.5 Espessura de Casca.....	29
3.5.3 Medidas de Órgãos	30
3.5.3.1 Índice Gonadossomático.....	30
3.5.3.2 Índice Hepatossomático.....	30
3.6 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Medidas de Desempenho.....	33
4.1.1 Consumo de Ração.....	33
4.1.2 Produção de Ovos	36
4.1.3 Peso dos Ovos	38
4.1.4 Conversão Alimentar	41
4.1.5 Massa de Ovos	45
4.1.6 Perda de Ovos	47
4.1.7 Viabilidade.....	49
4.1.8 Distribuição da Postura.....	50
4.2 Medidas de Qualidade dos Ovos	51
4.2.1 Peso Específico.....	51
4.2.2 Altura de Albúmem.....	53
4.2.3 Peso e Rendimento de Casca	55
4.2.4 Espessura de Casca.....	58

4.3 Medidas de Órgãos	60
4.3.1 Índice Gonadal e Hepatosomático.....	60
5 CONCLUSÕES	63
6 SUGESTÕES.....	64
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
8 ANEXOS.....	71

RESUMO

GEWEHR, Clóvis Eliseu. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 81 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Com o objetivo de avaliar o efeito de programas de iluminação contínuo e intermitentes sobre a produção e qualidade de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*) criadas em galpão aberto, este trabalho, realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – MG, utilizou 720 codornas de 36 semanas de idade, durante 5 períodos de 28 dias, as quais foram submetidas a 3 programas de luz em delineamento inteiramente ao acaso com restrições nos tratamentos e 12 repetições. O programa contínuo contou com fotoperíodo médio de 15h30 (natural + artificial) e noite principal (escotoperíodo) de 8h30 (± 12 min); o programa intermitente 1 contou com iluminação intermitente com duas fotofases fracionadas em 15h30 e com uma noite principal de 8h30 (± 12 min); o programa intermitente 2 teve iluminação intermitente com 3 fotofases em um período estimulatório de 15h30 (duas fotofases e duas escotofases equidistantes entre a luz natural) e escotoperíodo de 8h30. Avaliou-se o consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso dos ovos (g), conversão alimentar expressa por peso de ovo (g/g) e por dúzia (g/dz), massa (g), perda de ovos (%), distribuição da postura (%ovos/2h), viabilidade (%), peso específico (g/cm³), altura do albúmem (mm), peso (g), rendimento (%) e espessura da casca (mm), índice gonadossomático (%) e hepatossomático (%) sendo as médias comparadas pelo teste SNK (5%). A perda de ovos (%) e a viabilidade das aves (%) foram comparadas pela análise de deviance. Os resultados das aves nos diferentes programas apresentaram-se semelhantes ($P>0,05$) para postura, peso dos ovos, massa de ovos, perda, conversão alimentar/dúzia de ovos, peso específico, altura de albúmem, peso de casca e rendimento da casca. As codornas no programa intermitente 1 apresentaram menor ($P<0,05$) consumo de ração e conversão alimentar/peso de ovo em relação às aves dos demais programas. Os ovos e as aves no intermitente 2 apresentaram maior ($P<0,05$) espessura de casca e índice gonadossomático que no contínuo, sendo que, os ovos no intermitente 1 foram semelhantes ($P>0,05$) aos dos demais programas. O índice hepatossomático das aves no programa intermitente 2 foi maior ($P<0,05$) e a viabilidade foi menor ($P>0,05$) em relação as aves nos demais programas. A distribuição da postura não foi alterada. O uso

* Comitê Orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta - UFLA (Orientador), Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA, Ana Teresa de Mendonça Viveiros - UFLA, Luis David Solis Murgas – UFLA.

de programas de iluminação intermitente a partir da 36^a semana de idade reduz o tempo da iluminação artificial; não afeta o desempenho zootécnico, mas, o consumo de ração e a conversão alimentar expressa pelo peso de ovo pode ser reduzido com o programa intermitente 1. A qualidade dos ovos e suas características gerais são mantidas em regimes intermitentes, entretanto, a espessura de casca pode ser melhorada com o regime intermitente 2.

ABSTRACT

GEWEHR, Clóvis Eliseu. **Evaluating the lighting programs in quails (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 81 p. Thesys (Doctorate in Animal Science)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

To evaluate the effect of continuous and intermittent lighting programs on the production and quality of eggs of quails (*Coturnix coturnix*) rearing in open shelter, a trial was conducted at Animal Science Department of UFLA - Lavras – MG - Brazil, with 720 quails 36 weeks age old, during 5 periods of 28 days each. They were submitted at completely randomized design to 3 light programs with restrictions in the treatments and 12 replications. The continuous program (medium photoperiod of 15:30 (natural + artificial) and main night (escotoperiod) of 8:30 (± 12 min)); the intermittent 1 program (intermittent lighting with two fractional photofases in 15:30 and main night of 8:30 (± 12 min)); the intermittent 2 program had intermittent lighting with 3 fotofases in a period stimulatory of 15:30 (two photofases and two halfway escotofases among the natural light) and escotoperíod of 8:30. The feed intake (g/quail/day), egg production (%/quail/day), egg weigh (g), feed conversion by egg weight (g/g) and by dozen (g/dz), egg mass (g), egg loss (%), hatching distribution (%eggs/2h), viability (%), specific gravity (g/cm³), albumen height (mm), shell weight (g), shell index (%), shell thickness (mm), gonadossomatic index (%) and hepatic index (%) were evaluated. The means were compared in the SNK tests (5%). The egg loss and the viability were compared by the deviance analysis. Different programs showed similar ($P > 0.05$) effects for egg production, eggs weight, egg mass, egg loss, feed conversion/dozen, specific gravity, albumen height, shell weight and shell index. The quails in the intermittent 1 program showed smaller ($P < 0.05$) feed intake and feed conversion/weight egg in relationship to the quails of other programs. Eggs and birds in the intermittent 2 program showed larger ($P < 0.05$) shell thickness and gonadossomatic index in relation to continuous. The eggs in the intermittent 1 were similar ($P > 0,05$) of the other programs. The quails hepatossomatic index in the intermittent 2 program were larger ($P < 0,05$) and the viability decrease in relationship the birds us other programs. The hatching distributution was not affected. Intermittent lighting programs for quails starting from to 36th week of age reduce the time of the artificial lighting and doesn't affect the quail production, but the feed intake and the feed conversion/egg weight can be reduced with the intermittent 1

* Guidance committee Orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta - UFLA (Major Professor), Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA, Ana Teresa de Mendonça Viveiros - UFLA, Luis David Solis Murgas – UFLA.

program. The eggs quality were maintained in intermittent programs, however, the shell thickness can be improved with the intermittent 2 program.

1 INTRODUÇÃO

A codorna (*Coturnix coturnix*) vem despertando crescente interesse de pesquisadores e criadores brasileiros. Suas características zootécnicas de alta produtividade, precocidade e rusticidade tornam sua criação atraente. Estas qualidades fazem da coturnicultura uma alternativa para a diversificação da produção rural. Estas aves oferecem ainda um campo bastante interessante para a pesquisa científica e tecnológica.

O uso da iluminação artificial é uma prática rotineira na criação intensiva de poedeiras. Programas de iluminação são usados para retardar a maturidade sexual e, também, para estimular e sincronizar a postura. Fotoperíodos longos estimulam a função sexual de poedeiras e otimizam a produção de ovos.

O aumento da população, estimado em 1 a 2% ao ano, aliado ao crescimento econômico, faz aumentar o consumo de energia elétrica. Neste aspecto, a capacidade limitada de investimento do setor energético e a disponibilidade de recursos naturais são os principais problemas que dificultam o aumento da geração de energia. Isto deverá contribuir para o aumento do custo da energia elétrica, fazendo com que o setor consumidor crie alternativas para diminuir ou limitar o consumo. Entretanto, a adoção de novas técnicas que visem a redução no consumo de energia não pode reduzir o desempenho das aves.

Um dos fenômenos mais interessantes da fisiologia das aves em reprodução está no fato de que elas não precisam estar submetidas a fotoperíodos longos contínuos. Denomina-se este fenômeno de “dia subjetivo”, o qual permite o uso de programas de iluminação intermitentes (ciclos de luz e escuro) na criação de poedeiras. Esta descoberta levou a uma mudança nas práticas de manejo da iluminação em granjas de produção de ovos nos Estados

Unidos e na Europa. A aplicação da noção do “dia subjetivo” no manejo de poedeiras diminui o período de iluminação artificial, sem perda de desempenho.

Estes regimes luminosos foram amplamente estudados em aves criadas em galpões fechados e, atualmente, são utilizados com sucesso em criações comerciais.

No Brasil, o clima favorece o uso de galpões abertos. Estas instalações permitem o aproveitamento do fotoperíodo natural e a luz artificial é utilizada para formar um dia longo. Na região Sul (Porto Alegre), por exemplo, utilizam-se em torno de 5 h de luz artificial/dia para complementar o solstício de inverno.

Neste período em que se utiliza a luz artificial para compor um fotoperíodo longo em galpões abertos, poder-se-ia introduzir a iluminação intermitente. Este manejo luminoso contribuiria para a redução do consumo de energia elétrica em criações intensivas de codornas.

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito de programas de iluminação contínuo e intermitentes na produção e qualidade de ovos de codornas (*Coturnix coturnix*) criadas em galpões abertos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais

A automação dos processos produtivos é um dos fatores que mais contribuiu para o aumento do consumo de energia elétrica. A agricultura moderna, dentro de uma ótica produtivista, fundamenta-se no uso intensivo da energia. A perspectiva para a manutenção deste modelo não é nada animadora. A energia tem origem na transformação dos recursos naturais, e estes são limitados e considerados esgotáveis (Theis, 1996).

A luz tem um papel importante sobre o desempenho das poedeiras. Tanto o fotoperíodo (tempo de iluminação) quanto a intensidade de luz podem produzir efeitos na produção de ovos. A aplicação da luz é totalmente integrada às práticas modernas de criação e seus efeitos são muito evidentes.

A modificação artificial do fotoperíodo é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para as aves reprodutoras. O início da postura pode ser adiantado ou atrasado, a taxa de postura pode ser influenciada, a qualidade da casca, a eficiência alimentar e o tamanho do ovo podem ser afetados pelo regime luminoso (Etches, 1994).

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

Entre alguns conceitos e práticas de iluminação utilizados na criação de aves destaca-se a noção do “dia subjetivo”, que supõe que uma ave adulta em produção necessita apenas da informação de que o dia está começando ou

terminando. Esta informação pode ser dada através de um simples flash de luz. A ave irá ignorar períodos intermediários de escuridão.

Desta forma, a expressão “dia subjetivo” designa o período durante o qual a ave permanece acordada, fisiologicamente ativa, mesmo estando na obscuridade. Este conceito possibilita intercalar momentos de escuro nos períodos em que se utiliza a luz artificial para estimular as codornas.

A noção do “dia subjetivo” está ilustrada em estudos realizados inicialmente em galinhas e, posteriormente, aplicados em codornas por Bacon & Nestor (1975).

2.2 Histórico sobre Iluminação para Poedeiras

Segundo Castelló Llobet et al. (1989), uma publicação de Dieste & Buil do ano de 1781 indica que muito antes do nascimento da avicultura industrial as camponesas espanholas já conheciam o efeito estimulatório que a iluminação artificial causava na produção de ovos em períodos de menor luminosidade natural. Independentemente dos meios rudimentares do fornecimento de luz, obtinha-se uma maior produção de ovos em relação à luz natural.

O primeiro trabalho demonstrando a influência da luz sobre aves migratórias no Canadá foi Rowan em 1921 (Etches, 1996). Ao proporcionar luz artificial para imitar os dias longos da primavera, o autor fez com que estas aves colocassem ovos no outono, mesmo em temperaturas abaixo de zero. Estes resultados foram o ponto inicial para uma série de estudos visando compreender como os sinais fotoperiódicos são percebidos pelas aves e como eles influenciam a postura.

Quem primeiro demonstrou um ciclo completo de produção de ovos de galinhas foi Brody em 1921 (Beverly, 1944). Observou-se que ocorria redução da postura em períodos de menor luminosidade natural. Souba et al. (1924)

observaram maior consumo de ração em poedeiras com a adição da luz artificial. Goodale (1924) relacionou períodos frios com a produção de ovos, na expectativa que a temperatura pudesse ser o fator responsável pela redução da produção. No entanto, esta hipótese foi rejeitada.

O pesquisador francês Jacques Benoit é considerado um dos precursores em demonstrar o papel da luz sobre a reprodução das aves. Seus estudos iniciaram-se em torno de 1930 e uma de suas contribuições consiste na constatação de que a via mais importante na percepção da luz, no estímulo luminoso à reprodução, é a via transcraniana. Assim, aves desprovidas da visão recebem estímulos luminosos.

Um dos primeiros trabalhos sobre iluminação intermitente para aves de postura é o de Moore & Mehrhof (1946). O objetivo destes pesquisadores era aumentar a produção de ovos. No entanto, concluíram que a luz intermitente não causa redução no índice de postura. Dobie et al., em 1946, citado por Ernst et al. (1987), demonstraram que igual produção de ovos em galinhas poderia ser obtida com um programa de luz fracionado de 8L:8E:2L:6E (E = horas de escuro e L = horas de luz), comparado com 13L:11E.

Wilson & Abplanalp (1956) relataram que o tamanho do fotoperíodo e a idade para o início de fornecimento de luz artificial para aves ainda não estavam bem determinados até aquela data.

Wilson et al. (1962) foram os primeiros em demonstrar o efeito positivo da iluminação artificial na produção de codornas. Os precursores em investigar a viabilidade do regime de iluminação intermitente na produção de ovos de codornas foram Bacon & Nestor (1975).

Rowland (1985) definiu como iluminação intermitente o que a literatura anteriormente reportava como iluminação interrompida ou fracionada, fotoperíodos do esqueleto, fotoperíodos curtos totais e ciclos luz/escuro, entre outros.

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

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

O terceiro período compreende dos anos 70 à atualidade, quando, devido à crise de petróleo, novos conceitos foram introduzidos no cenário mundial e o consumo de energia passou a ser considerado. Surgiram programas revolucionários como ciclos alternados de luz/escuro e dias diferentes de 24 h.

Atualmente, devido ao melhoramento genético, a idade para fotoestimular as aves deve ser reavaliada periodicamente para otimização da produção (Ernst et al., 1987). É possível que poedeiras modernas sejam mais tolerantes a intensidades mais baixas de luz (Tucker & Charles, 1993). Há uma perda progressiva da sensibilidade à luz pelo fato de as aves estarem submetidas a uma seleção muito intensa para a obtenção de melhores índices de postura (Sauveur, 1996).

No Brasil, poucos trabalhos enfocam ou relacionam a iluminação artificial e reprodução das aves. As recomendações de regimes luminosos para poedeiras são baseadas em estudos internacionais. Na prática, não há consenso sobre a quantidade necessária de horas de fotoperíodo para estimular a postura das aves.

2.3 Percepção da Luz e Estímulo à Reprodução

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

Um aspecto singular na fisiologia das aves é que o estímulo luminoso à reprodução não depende de fotorreceptores localizados nos olhos (Etches, 1994). As vias de percepção da luz nas aves são a ocular e a transcraniana, sendo a transcraniana a mais importante no estímulo à postura. Este fato foi comprovado quando aves desprovidas da visão (geneticamente cegas) reproduziram normalmente (Sauveur, 1988, 1996; Thimonier, 1996).

No mecanismo estimulatório, a luz transmitida por via transcraniana é percebida por fotorreceptores hipotalâmicos localizados junto ao osso cranial que convertem a energia dos fótons em impulsos neurais, estimulando assim o hipotálamo a secretar o Hormônio Liberador das Gonadotropinas (GnRH). Este hormônio é transportado pelo sistema porta-hipotalâmico até as células hipofisárias gonadotrópicas da adenohipófise. Sob a ação e estímulo do GnRH, a adenohipófise produzirá as gonadotropinas: Hormônio Luteinizante (LH) e Hormônio Folículo Estimulante (FSH). Através da circulação geral, o LH e FSH são transportados às gônadas, onde estimulam a produção de andrógenos e

estrógenos nos folículos menores. Nos folículos maiores do ovário, estimulam a produção de progesterona (Etches, 1996).

No entender de Sauveur (1996) e Etches (1996), o estímulo à reprodução nas aves, ao contrário dos mamíferos, tem origem no hipotálamo. A melatonina parece não ter muita influência na reprodução das aves. Experimentos com aves pinealectomizadas observaram que não houve alteração nos índices e no horário da postura (Sauveur, 1996).

A fotorrefratariedade é ocasionada pela falha na transformação da energia luminosa em impulsos neurais. Isto ocorre nas aves com o avanço da idade e se reflete na postura, que é reduzida. A luz artificial não é capaz de manter os níveis de secreção das gonadotropinas. Este período se manifesta entre 13 a 15 meses de produção em codornas (Etches, 1996).

2.4 Regulação Hormonal e Formação do Ovo

Os principais órgãos produtores de hormônios que agem no aparelho reprodutivo são o hipotálamo, a hipófise e as gônadas. A interação bem sucedida destes três órgãos, com o auxílio de outros, conduz à formação do ovo (Proudman, 1984).

O processo que envolve a reprodução nas aves é de natureza neuroendócrina. Os FSH e LH agem sobre os folículos menores da hierarquia do ovário (grupo de 6 a 9 folículos selecionados para a ovulação seqüencial), promovendo seu crescimento e maturação (Etches, 1994).

A ovulação é o momento em que o óvulo é liberado do ovário e da entrada no infundíbulo. Isto ocorre com a ruptura da membrana folicular que envolve o óvulo em decorrência de uma descarga cíclica de LH 6 a 8 h antes da ovulação. Existe um período de aproximadamente 8 h, denominado de “período sensível”, em que deve haver a disponibilidade de um folículo maduro e

hormônio luteinizante circulante para que ocorra a ovulação (Robinson et al., 1993).

O LH está diretamente relacionado com o rompimento do folículo maior e é o estimulante mais ativo da produção de esteróides nos folículos hierarquizados. Injeções de LH, tanto em mamíferos como em aves, são capazes de induzir a ovulação (Etches, 1996).

Os hormônios esteróides (estrógenos), produzidos pelo ovário, são secretados na corrente sanguínea e atuam sobre o fígado, que aportará nutrientes para a síntese da gema. Os esteróides (andrógenos e estrógenos) agem ainda em todo o corpo. Afetam o desenvolvimento dos ductos reprodutivos, apêndices da cabeça (crista e barbelas), penas, emissão de sons, composição do sangue, absorção de nutrientes e comportamento (Swenson, 1984). Os esteróides ainda participam da síntese do albúmem e da casca do ovo (Etches, 1996).

Os folículos maiores do ovário são responsáveis pela secreção de progesterona e prostaglandinas. A progesterona age inibindo a síntese de estrógenos e andrógenos, no entanto, pode atuar em sinergia com os estrógenos para a formação do albúmem. A progesterona atua em um mecanismo de “feedback”, estimulando a síntese e secreção de GnRH pelo hipotálamo. O aumento da concentração plasmática de progesterona dispara a secreção de GnRH; este, por sua vez, induzirá a hipófise a aumentar a secreção de LH, que será lançado na circulação geral para estimular a atividade das gônadas (Etches, 1996).

A progesterona produz ainda aumento da afinidade entre a arginina vasotocina (hormônio sintetizado pela neurohipófise) e seu receptor no útero, aumentando as contrações do útero para a ovoposição, que é o momento da expulsão do ovo (Takahashi et al., 1994). As prostaglandinas também atuam no processo de contração do útero. Dentre as prostaglandinas se destacam a $PGF_{2\alpha}$

e a PGE_2 . A $PGF_{2\alpha}$ atua na contração do útero, enquanto a PGE_2 atua na abertura útero-vaginal (Bahr & Jonhson, 1991; Etches, 1996).

A neurohipófise é responsável pela secreção de prolactina (Dukes & Swenson, 1978). Este hormônio possui a função específica durante o período do choco, paralisando os mecanismos hormonais que mantêm o ovário das aves (Proudman, 1994).

A ovoposição em codornas ocorre nas 8 horas finais do fotoperíodo e a ovulação acontece 15 a 30 min após a ovoposição anterior (Murakami & Arika, 1998).

Há dificuldade em estabelecer métodos capazes de aferir com precisão os níveis plasmáticos de FSH (Proudman, 1994). A não liberação de LH por um período de 16 h ainda é um enigma para a fisiologia aviária, pois restringe a ovulação a um período de 8 h. Os níveis mais baixos de LH no plasma ocorrem no momento da ovulação e nas 10 a 12 h que a antecedem (Etches, 1996).

O ciclo ovulatório é definido como o intervalo de ovulações consecutivas. Após a postura sequencial de 6 a 7 ovos ocorre a falha de 1 dia (cerca de 40 h), quando um novo ciclo é iniciado. O LH é quem desencadeia o ciclo ovulatório das aves. O momento da ovoposição, em cada ciclo, sofre um atraso diário de 2 horas. O tamanho dos ovos e a espessura de casca sofrem uma redução sequencial; o primeiro ovo de cada ciclo é maior que o último (Etches, 1996).

O ovário e o oviduto fazem parte do aparelho reprodutor da codorna. O oviduto é composto de 5 áreas: infundíbulo (18,2 %), magno (46,9 %), istmo (20,1 %), útero (9,9 %) e vagina (4,9 %). A vagina liga-se à cloaca, onde o ovo é exteriorizado.

O ovo, na sua formação, permanece de 15 a 30 min no infundíbulo; 2 a 2,5 h no magno; 1,5 a 2 h no istmo e 19 a 20 h no útero. Nas primeiras 5 h a formação da casca é lenta. Após, ocorre um aumento linear na deposição de

carbonato de cálcio por 10 h, declinando em seguida (Murakami & Ariki, 1998). O processo da formação da casca do ovo cessa de 2 a 4 h antes da ovoposição (Etches, 1996).

A gema, formada em torno de 10 dias antes da ovulação, sofre a influência da alimentação. Alguns constituintes que a formam têm origem hepática. No infundíbulo é secretada a membrana vitelina, que protege a gema contra a transferência de água da clara. O albúmem é sintetizado totalmente nas paredes do magno. No istmo ocorre a síntese e deposição das membranas da casca. No útero se dá a formação da casca por ação dos estrógenos, sendo a casca do ovo composta predominantemente de carbonato de cálcio. Também no útero ocorre a pigmentação da casca e deposição da cutícula (Etches, 1996).

A pigmentação da casca ocorre 3,5 h antes da ovoposição. Os pigmentos são a porfirina e biliverdina (Murakami & Ariki, 1998). Estes pigmentos, chamados de ooporfirinas, são derivados da hemoglobina, transformada pelas células uterinas (Cotta, 2002).

2.5 Fotoperíodo e Reprodução das Aves

O fotoperíodo representa um dos fatores naturais responsáveis pelo biorritmo de cada indivíduo. Fenômenos relacionados com a migração das aves, época de reprodução, hibernação e muda são influenciados pelas horas de fotoperíodo.

Várias hipóteses tentam explicar a relação do ciclo de reprodução das aves com o fotoperíodo. Segundo Sauveur (1996), muitas delas não podem ser aceitas atualmente. Entretanto, Rowland (1985) destaca que há duas teorias que podem representar esta relação nas aves comerciais.

A primeira teoria, denominada de fotoindutiva, supõe a existência de um ritmo endógeno (relógio biológico) em que um ciclo é em torno de um dia,

denominado de ritmo circadiano. A variação natural do fotoperíodo diário age como um fator de condicionamento desse relógio, exercendo um papel sincronizador.

A segunda hipótese, denominada de teoria fotosensitiva, admite a existência de um modelo de coincidência externa. Ciclos de luz e escuridão treinam o período de produção endógena. Ela tenta demonstrar que a sensibilidade não é constante durante o dia, estando no seu máximo no período de 10 a 15 horas após a aurora. Assim, apenas dias longos podem ser fotoestimulantes (Sauveur, 1996). Para Malpoux et al. (1996), na segunda hipótese é possível intercalar períodos de escuro durante a fase iluminada. Os períodos de escuro serão ignorados pelo animal.

Estas hipóteses não são mutuamente excludentes. O modelo de coincidência externa oferece mais explicações porque tem a seu favor um maior número de provas experimentais (Rowland, 1985).

2.6 Luz e Maturidade Sexual de Codornas

As gônadas são estimuladas quando codornas são submetidas a dias longos (Wilson & Abplanalp, 1956).

Em codornas, o crescimento de testículos e secreção das gonadotropinas é proporcional, até certo ponto, à duração do fotoperíodo. Não se observa resposta quando o dia é menor que 12L:12E (Etches, 1996).

As codornas iniciam a postura com a idade de 6 a 7 semanas e um peso de 120 g. As nascidas no verão são mais precoces e mais leves à 6ª semana. Há um acréscimo de 1/3 do peso corporal após o início da postura devido ao desenvolvimento do aparelho reprodutor (Oliveira, 2002). É essencial o fornecimento de 24 h de luz até a segunda semana de idade, diminuindo para 12 h a partir do 14º dia. Na prática, utiliza-se apenas a luz natural do 14º dia ao

início da postura. A iluminação artificial na fase de recria de codornas é dispensada (Oliveira, 2002). A produção de ovos alcança 50% na 8ª semana de idade e o pico ocorre na 10ª semana após o início da produção (Singh & Narayan, 2002).

2.7 Programas de Luz para Aves de Postura

Os programas de luz utilizados na criação de aves de postura são classificados de acordo com o fotoperíodo, em hemerais e ahemerais. A palavra “hemera” vem do grego e significa dia. Os programas de luz hemerais, compostos de períodos de 24 horas, são distribuídos em fase clara (fotoperíodo) e fase escura (escotoperíodo). Em instalações abertas, em que é aproveitada a luz solar, utiliza-se somente programas hemerais (Campos, 2000).

Os programas hemerais podem ser classificados em contínuos e intermitentes. Nos programas contínuos, a luz artificial é acrescida à natural para formar um fotoperíodo longo contínuo, enquanto intermitentes há uma combinação alternada de períodos de luz (fotofases) e escuro (escotofases). Quando programas de luz intermitentes possuem horas de fotofases e escotofases semelhantes, diz-se que o programa é simétrico. Quando os tempos das fotofases e escotofases diferem, os programas são chamados de assimétricos. Programas hemerais assimétricos têm sido utilizados na produção de ovos visando economia de energia elétrica (Rowland, 1985).

Ciclos ahemerais são utilizados para melhorar a qualidade da casca e aumentar o tamanho do ovo sem diminuir a postura. São usados em instalações com ambiente controlado, principalmente na Europa e Estados Unidos (Ernst et al., 1987). Os programas ahemerais possuem fotofases e escotofases e são superiores ou inferiores (mas não igual) a 24 h. Podem ser planejados de forma contínua ou intermitente (Etches, 1996).

Há programas de luz intermitentes que possuem denominações específicas. O programa Cornell (2L:4E:8L:10E, onde a ave interpreta como 14L:10E), desenvolvido por Tienhoven & Ostrander (1976) na Universidade de Cornell, foi criado visando o benefício do avicultor para que pudesse exercer suas 8 h de atividade durante o fotoperíodo natural.

O programa de luz biomitente consiste no fracionamento horário de ciclos alternados de luz/escuro (0,25L:0,75E/h). Programa biomitente de apenas 15 min/h no período estimulatório pode ser considerado interessante devido à redução na iluminação em 75 % e à melhora da eficiência alimentar em 5 a 7%. No entanto, diminui o tamanho dos ovos em 0,5 a 1% (Rowland, 1985).

Para Morris et al. (1988), o programa de luz Cornell reduz o consumo de energia elétrica, diminui o consumo de alimento e leva a uma maior produção de ovos. Já o programa biomitente resulta em redução no consumo de ração, porém o tamanho e o peso de ovo são diminuídos se o programa for iniciado antes de 22 semanas em galinhas (Morris et al., 1990).

2.8 Efeito da Luz sobre a Produção de Ovos

O horário da ovoposição das codornas é influenciado pelo manejo de luz e o aparelho reprodutor é estimulado com um fotoperíodo superior a 14 horas (Wilson et al., 1962).

Não há diferença entre o efeito de luz fluorescente e incandescente no crescimento, na produção, na qualidade de ovos (Miller & Sanford, 1960), no número e na intensidade de movimentos de poedeiras em regime luminoso de 16L:8E (Boshouwers & Nicaise, 1993)

Codornas submetidas a 14 h de luz contínua apresentam postura na parte final do período luminoso, enquanto galinhas em fotoperíodo de 15 h apresentam maior postura no início do período luminoso (Wilson & Wuang,

1962). A luz é o fator mais importante para alterar o horário de ovoposição (Wilson et al., 1962).

A intensidade insuficiente de luz influencia a produção de ovos (Ostrander & Turner, 1962). Sob fotoperíodo de 24 h as codornas colocam ovos durante todo o período luminoso (Opell, 1967). A intensidade necessária para a máxima produção de ovos em poedeiras é 5,38 lux em galpões fechados (Skoglund et al., 1975).

Uma mudança no ciclo luminoso de 24 para 28 h não causa diferença na taxa de postura, porém aumenta o peso de ovos. Ocorre também aumento no peso do albúmem e na qualidade da casca (Shanawany et al., 1993).

Programas de luz intermitentes em galpões fechados, não modificam o número de ovos produzidos e o horário da postura, espessura da casca e apresentam vantagens como a diminuição no consumo de ração e uma importante economia de eletricidade (Sauveur, 1996).

A intensidade relativa de luz durante o fotoperíodo e do escotoperíodo ajusta o ritmo circadiano que controla o tempo da ovoposição (Etches, 1996).

Uso de luz fluorescente ou de vapor de sódio não influencia o crescimento, o consumo de ração, o desempenho reprodutivo e a viabilidade de poedeiras (Lewis & Morris, 1998).

Oliveira (2002) indica que iluminação de 10 lux é suficiente para estimular a reprodução de codornas em galpões abertos.

2.9 O Dia Subjetivo e a Iluminação Intermitente

O “dia subjetivo” supõe que uma ave adulta em produção, já anteriormente treinada em um fotoperíodo longo contínuo, necessita apenas da informação de que o seu dia biológico está iniciando ou terminando. As aves

ignoram períodos de escuro dentro do intervalo de tempo necessário para estimular a postura.

A compreensão deste fenômeno permite a implementação de programas de iluminação intermitente para poedeiras. Esta teoria foi adotada mundialmente a partir dos anos 80, sendo designada, com imprecisão, como programa de iluminação aplicado ao final da postura para melhorar a qualidade da casca de ovos (Sauveur, 1996).

Um programa de iluminação intermitente pode ser definido como aquele formado por mais de um período de luz (fotofase) e de escuro (escotofase) em um ciclo de 24 h. Estudando o efeito da iluminação intermitente, Morris (1973) concluiu que este regime é viável para a produção de ovos em escala comercial sugerindo que estes programas de luz deveriam ser melhor explorados.

Em um regime intermitente de 8L:10E:2L:4E (a ave interpreta como 14L:10E), Tienhoven & Ostrander (1973) observaram que a produção de ovos foi semelhante à do regime 14L:10E. Os mesmos autores, em 1976, concluíram que poedeiras são igualmente produtivas sob programas intermitentes de 2L:8E:2L:12E (ave interpreta 16L:8E) e um contínuo de 16L:8E.

Vários regimes luminosos intermitentes foram comparados com contínuo por Bacon & Nestor (1975), verificando que codornas permanecem com o aparelho reprodutor fisiologicamente ativo mesmo na obscuridade.

Um experimento foi realizado por Mongin et al.(1978) submetendo aves, nas 3 primeiras semanas de postura, a um fotoperíodo de 16L:8E. Após 3 semanas, estas aves foram transferidas para um regime de 2L:12E:2L:8E. Os autores observaram que após a transferência, o segundo período de 2L passou a ser interpretado como o início do dia subjetivo, e o período de 12E passou a ser interpretado pelas aves como noite. Em cada período de 2L, cerca de 1/3 do alimento diário foi consumido. O outro terço foi consumido no período de 8E.

Pouco ou quase nada foi consumido no período de 12E. A postura, após a transferência, distribuiu-se no período 2L:8E.

Sob regime simétrico 2L:10E:2L:10E, Mongin (1980) observou que a maior parte da postura ocorre nas 10 primeiras horas de período escuro. Com um aumento gradual de 15 mim no primeiro período de escuro a cada 3 semanas, a postura tornou-se mais espaçada no ciclo de 24 h. Quando o regime atingiu 2L:11¼E:2L:8¾E, a concentração de postura se inverteu. O segundo período de escuro passou a ser interpretado como dia.

Dois grupos de poedeiras foram transferidas por Nys & Mongin (1981) de um regime luminoso de 14L:10E para programas repetitivos de 3L:3E e 4L:4E na 37ª semana de idade. Os autores concluíram que a produção de ovos diminui, porém o peso de ovos e a qualidade da casca são aumentados. A postura distribuiu-se durante todo o dia.

O tempo de postura de aves sob a influência de sinais ambientais foi observado por Shanawany (1982). Temperatura, ruídos e o horário de alimentação são sinais mais débeis que os ciclos de luz/escuro. Quando se fornece, em galpões abertos, fotofase de 15 minutos, seguida de uma escotofase de 5 h antes do amanhecer em ciclo de 24 h, os índices de postura são melhorados.

A iluminação intermitente aumenta o peso dos ovos e melhora a qualidade da casca (Sauveur & Mongin, 1983).

Os programas simétricos em ciclos de 24 h não diminuem a postura, porém ela fica dessincronizada. A qualidade de casca de ovos é melhorada e o consumo de ração reduzido. A massa de ovos e a eficiência alimentar varia conforme o regime de iluminação utilizado. Em regimes assimétricos, de modo geral, a postura, a eficiência alimentar e a massa de ovos não são afetados (Rowland, 1985).

Comparando um regime intermitente de 8L:4E:2L:10E com ciclos simétricos de 0,5L:0,5E em 14 h, Lewis & Perry (1986) verificaram que não houve diferença na atividade alimentar das aves e no total de alimento ingerido. No entanto, quando fornecidos 15 min de luz e 45 min de escuro em cada hora do período estimulatório de 14 h, a atividade alimentar e o consumo foram reduzidos. Os autores enfatizaram, também, que as aves não se alimentam durante as 10 h de escuro.

O efeito do fotoperíodo contínuo e intermitente em poedeiras foi investigado por Koelkebeck (1986). Sob luz intermitente as aves consomem menos ração, enquanto o peso de ovos, a massa de ovos e a eficiência alimentar não são afetados.

A iluminação intermitente reduz o consumo de energia elétrica e melhora a conversão alimentar. No entanto, é contra-indicado seu uso antes de 36 semanas de idade em galinhas porque resultará em redução na produção de ovos. Atualmente, nos Estados Unidos um programa intermitente está em uso comercial extensivo (8L:10E:0,5L:5,5E) como um meio de reduzir gastos com energia sem alterar o desempenho (Ernst et al., 1987).

Não foi observada diferença sobre o consumo, postura e peso de ovo em programas de iluminação contínuo e intermitente entre a 37ª e 72ª semana em 3 níveis diferentes de proteína (15,5; 16,5 e 17,5%). Embora não tenha ocorrido diferença estatística, ocorreu uma pequena redução no peso de ovo e uma menor perda de ovos com níveis mais baixos de proteína na ração (Midgley et al., 1988).

Programas intermitentes melhoram a qualidade da casca, propiciam uma melhora na conversão alimentar e não alteram o peso das aves (Castelló Llobet et al., 1989).

Estudando o comportamento das aves submetidas a diferentes fotoperíodos, March et al.(1990) observaram diferenças entre as que receberam

fotoperíodo contínuo de 14L:10E e outras que receberam regime luminoso de 8L:4E:2L:10E. A diferença ocorreu somente durante as 4 h do período escuro quando as aves mudaram seu comportamento e passaram de um estado de atividade para um estado passivo (redução de movimentos).

Uma revisão em 36 trabalhos aponta que programas de iluminação intermitentes propiciam uma menor mortalidade de poedeiras. Recomenda-se um mínimo de 8 h de iluminação por ciclo de 24 horas. Ciclos assimétricos e biomitentes produzem respostas semelhantes na produção de ovos (Lewis et al., 1992).

Segundo Morris & Butler (1995), o programa intermitente biomitente foi desenvolvido visando aumentar o tamanho do ovo e melhorar a qualidade da casca, enquanto os programas de luz simétricos são indicados para reduzir o consumo de ração. Quando comparados, o biomitente de 0,25L:0,75E em 16L:8E e o programa simétrico de 4 períodos de 3L:3E, o tamanho dos ovos no regime simétrico aumentou em 2% e a espessura de casca, em 3%. O consumo de ração foi similar nos dois programas.

Regimes de iluminação intermitente são igualmente efetivos para estimular a reprodução de aves (Etches, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período

O experimento foi conduzido nas instalações de Coturnicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizada na cidade de Lavras, região sul do Estado de Minas Gerais. A altitude média é de 918,84 m e as coordenadas geográficas são 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste (Brasil, 1992).

O período experimental teve a duração de 140 dias, compostos de 5 períodos de 28 dias, iniciando em 02/02/2002 e término em 22/06/2002, tendo nesta época um período de luz natural decrescente. Os períodos corresponderam às semanas de idade das codornas. Período 1: 36^a à 39^a; Período 2: 40^a à 43^a; Período 3: 44^a à 47^a; Período 4: 48^a à 51^a e Período 5: 52^a à 55^a semana.

3.2 Instalações e Aves

O experimento foi realizado em galpão aberto de alvenaria (4 x 9 m) com cobertura de telhas de cimento amianto, 3 m de pé-direito com muro lateral de 0,80 m, tela de arame e cortina plástica externa nas laterais. As aves foram acomodadas em dois andares de gaiolas e em duas filas justapostas, com 15 cm de espaçamento entre os andares. As gaiolas, para 10 aves, confeccionadas de arame galvanizado (malha 2 x 2 cm e piso com malha de 0,5 x 0,5 cm) com dimensões de 32 x 38 x 16 cm (frente, fundo e altura, respectivamente). Abaixo de cada gaiola havia uma bandeja de chapa galvanizada para coleta das excretas. Nos comedouros, tipo calha de 2,5 cm de largura na base, foram colocados protetores contra desperdício de ração e separadores de madeira entre repetições.

Os comedouros localizaram-se na extensão frontal das gaiolas e os bebedouros tipo “nipple” foram dispostos na parte de trás, sendo um para cada duas gaiolas.

O galpão foi dividido em três ambientes, com chapas de madeira compensada em armação de caibros, os quais foram isolados de forma que a iluminação de um ambiente não interferisse em outro. Cada ambiente media 3 x 4 m e eram interligados por portas. Internamente, as laterais dos ambientes foram revestidas com cortina interna de tecido espesso para evitar a interferência da luz externa durante a noite.

Cada ambiente do galpão foi equipado com relógio automático para controlar o acender e o apagar das lâmpadas. Foram usadas 2 lâmpadas incandescentes de 40 watts por ambiente, dispostas nas paredes laterais, de frente para as gaiolas.

A temperatura no interior do galpão foi registrada diariamente, às 8 horas da manhã, durante todo o período experimental com auxílio de termômetro de máxima e mínima instalado na parte central do galpão. Na Tabela 1A encontram-se as médias mensais.

A intensidade luminosa no interior do galpão foi registrada com luxímetro digital MINIPA, modelo MLM 1332. Verificou-se a intensidade luminosa à noite com as lâmpadas acesas (Tabela 2A) e com as lâmpadas apagadas (Tabela 3A).

Foram utilizadas 720 codornas (*Coturnix coturnix*), oriundas de plantel comercial, com idade de 36 semanas no início do período de avaliação (nascidas em 29/05/2001). Estas aves haviam recebido 17h30 min de fotoperíodo contínuo.

Para as pesagens das aves e da ração, utilizou-se uma balança digital com capacidade para 7,5 kg e precisão de 5g. Na Tabela 1 é apresentado o peso médio das codornas de três parcelas de codornas (cada uma com 20 aves) no início e ao final do período experimental.

TABELA 01 – Peso das codornas (g) no início e no final do período experimental em cada tratamento

Pesos (g)	Programas de iluminação		
	Contínuo	Intermitente 1	Intermitente 2
Inicial	163,17	163,07	164,35
Final	165,72	158,08	166,41

Para a pesagem dos ovos e da casca de ovos, utilizou-se uma balança eletrônica com capacidade de 200 g e precisão de 0,1g.

3.3 Manejo e Alimentação

Às bandejas coletoras adicionou-se serragem para melhor absorver a umidade das excretas e evitar o odor e estas foram limpas a cada 3 dias.

As cortinas internas foram manejadas diariamente, abertas pela manhã e fechadas ao ocaso. O início do fotoperíodo foi determinado pelo acender das lâmpadas através de relógios automáticos, não considerando o horário brasileiro de verão. A luz da aurora foi substituída pela iluminação artificial devido à obscuridade nos ambientes experimentais ocasionada pelas cortinas internas, as quais eram abertas às 7h30.

Após a abertura das cortinas internas, procedia-se a coleta dos ovos, realizada uma vez ao dia, sendo anotados os ovos postos no dia anterior à coleta.

Foi realizado um período pré-experimental de 14 dias para adaptação das codornas nos tratamentos.

A ração (Tabela 2) foi elaborada na fábrica de rações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, sendo à base de milho e de farelo de soja, conforme recomendações do NRC (1994). A composição dos alimentos foi segundo Rostagno (2000). A água e a alimentação foram fornecidas *ad libitum* e a ração, distribuída nos comedouros 3 vezes ao dia.

TABELA 2 - Composição bromatológica e níveis nutricionais da ração utilizada no experimento

Ingredientes	%
Milho	56,55
Farelo de Soja	33,00
Calcário calcítico	6,90
Fosfato bicálcico	1,35
Sal comum	0,30
Óleo vegetal	1,35
DL-Metionina (99%)	0,105
Lisina HCl (78%)	0,045
Suplemento Vitamínico ¹	0,20
Suplemento Mineral ²	0,20
Total	100,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.913
Proteína bruta (%)	20,00
Metionina total (%)	0,45
Met + Cist. Total (%)	0,70
Lisina total (%)	1,00
Cálcio (%)	3,11
Fósforo disponível (%)	0,58

¹/Suplemento Vitamínico contendo por kg: Vit. A – 7.000 UI; D₃ – 2.100 UI; Vit. E – 50 mg; K₃ – 2 mg; B₁ - 2; B₆ - 3, B₁₂ – 20 mg; Biotina – 0,10 mg; B2 – 4, Nicotinamida – 39,8; Acido Pantotênico – 15,6 mg; Acido Fólico – 1 mg; Aditivo Antioxidante 80 mg;

²/Suplemento mineral contendo por kg: Manganês, 75, Zinco – 50 mg; Ferro – 20, Cobre – 4 mg; Iodo – 1,5 mg; Cobalto, 0,2.

3.4 Tratamentos

Foram utilizados três tratamentos sendo um programa contínuo e dois intermitentes.

O programa de iluminação contínuo (natural + artificial) contou com fotoperíodo médio de 15h30 e noite principal (escotoperíodo) de 8h30 (± 12 min). As lâmpadas foram acesas na madrugada e desligadas ao amanhecer. O horário do acender e apagar das lâmpadas durante o período experimental foi ajustado conforme a variação do fotoperíodo natural (Tabela 4A).

Nas Figuras 1 e 2 é apresentado o tratamento com iluminação contínua no início e no final do período experimental, respectivamente.

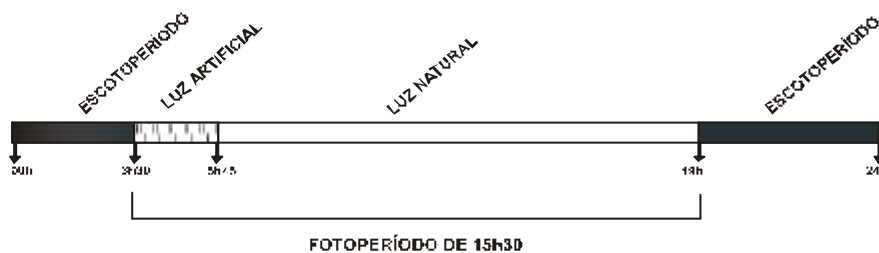


FIGURA 1 - Ilustração do programa de iluminação contínua no início do período experimental

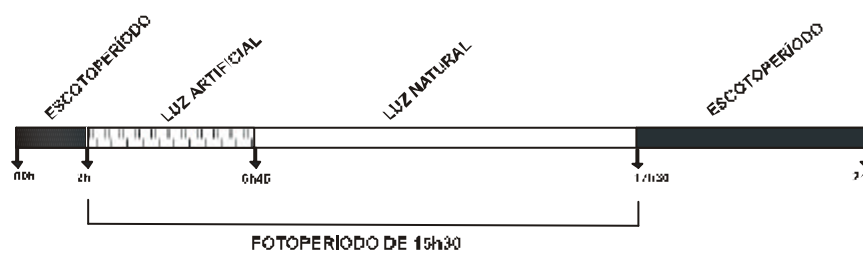


FIGURA 2 – Ilustração do programa de iluminação contínua ao final do período experimental

O programa de luz intermitente 1 utilizou um regime de iluminação intermitente com duas fotofases fracionadas em 15h30 e com uma noite

principal de 8h30 (± 12 min). As lâmpadas foram acesas de madrugada, em uma fotofase de 30 min seguido de uma escotofase até o amanhecer. O tempo decorrido entre o acender das lâmpadas de madrugada e o ocaso natural constou de 15h30 (± 12 min). O horário do acender e apagar das lâmpadas durante a fase experimental foi ajustado conforme a variação do fotoperíodo natural (Tabela 5A).

Nas figuras 3 e 4 é observado o programa intermitente 1 no início e no final do período experimental, respectivamente.

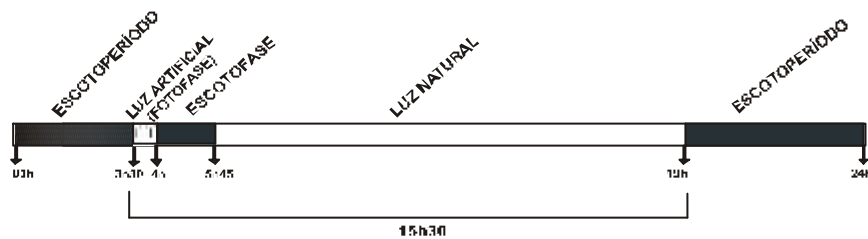


FIGURA 3 – Ilustração do programa intermitente 1 no início do período experimental

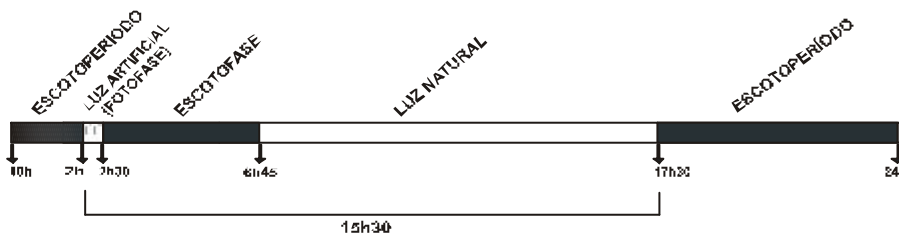


FIGURA 4 – Ilustração do programa intermitente 1 ao final do período experimental

O programa de luz intermitente 2 utilizou um regime intermitente com três fotofases em 15h30, com um escotoperíodo de 8h30. As lâmpadas foram acessas às 4h30 e desligadas às 5h (fotofase artificial 1), seguindo-se um período escuro (escotofase 1) até o nascer do sol com a seqüência do fotoperíodo natural;

após o ocaso, ocorreu o segundo momento escuro (escotofase 2) e as lâmpadas foram acesas novamente às 19h30 e apagadas às 20h (fotofase artificial 2).

Neste programa, o horário do acender e apagar das lâmpadas durante o período experimental não foi alterado; apenas as escotofases sofreram variação (Tabela 6A).

Nas figuras 5 e 6 é apresentado o programa intermitente 2 no início e no final do período experimental, respectivamente.

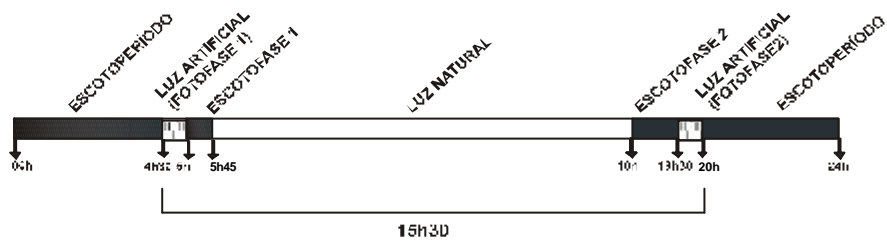


FIGURA 5 – Ilustração do programa intermitente 2 no início do período experimental

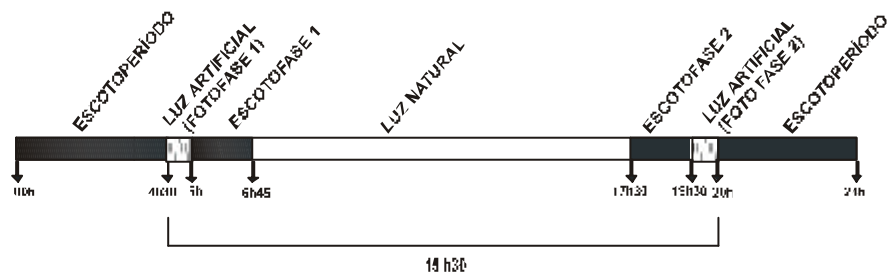


FIGURA 6 – Ilustração do programa intermitente 2 no final do período experimental

3.5 Avaliações

3.5.1 MEDIDAS DE DESEMPENHO

3.5.1.1 Consumo de Ração

A ração foi pesada e armazenada em recipientes plásticos, sendo um para cada parcela. Ao final de cada período experimental ou em decorrência de morte de codorna, as sobras de ração eram pesadas e o consumo médio ponderado, determinado e expresso em gramas/ave/dia.

3.5.1.2 Produção de Ovos

Avaliou-se a produção média de ovos codorna/dia em cada um dos cinco períodos experimentais. Os ovos foram coletados uma vez ao dia, às 7h30. Ovos trincados, quebrados e anormais também foram considerados nas análises estatísticas e os resultados foram expressos em porcentagem sobre o número de aves da parcela.

3.5.1.3 Peso dos Ovos

Nos dois últimos dias de cada período experimental, todos os ovos produzidos em cada parcela foram pesados para determinar o peso médio em gramas.

3.5.1.4 Conversão Alimentar

A conversão alimentar foi determinada por peso de ovo (obtida através da relação entre o consumo de ração e o peso de ovo produzido) e por dúzia de ovos (relação entre o consumo de ração e dúzia de ovos produzidos).

3.5.1.5 Massa de Ovos

Avaliada ao final de cada período e expressa em gramas/ave/dia. Obtida através do produto entre a porcentagem de produção de ovos e o peso médio de ovos.

3.5.1.6 Perda de Ovos

Diariamente foi anotado o número de ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca e calculada a porcentagem de ovos perdidos em relação ao total produzido.

3.5.1.7 Viabilidade

Expressa como 100 menos a porcentagem de aves mortas ao final de cada período experimental.

3.5.1.8 Distribuição da Postura

Na última semana do 5º período experimental, em dois dias consecutivos, foi observada a distribuição da postura. A cada 2 horas, em um período de 24 horas, os ovos foram contados e recolhidos. Utilizou-se uma lanterna com foco de cor azul para facilitar a coleta durante a noite. Com a média dos dois dias, obteve-se a concentração de postura pela relação entre o número de ovos coletados em cada intervalo e o total de ovos produzidos em cada dia.

3.5.2 MEDIDAS DE QUALIDADE DOS OVOS

3.5.2.1 Peso Específico

Todos os ovos íntegros produzidos nos últimos dois dias de cada período foram avaliados em baldes contendo solução de sal (NaCl), com densidades variando de 1,054 a 1,096 g/cm³ e gradiente de 0,004 entre elas. A densidade foi

determinada através de densímetro. Os ovos foram mergulhados nas soluções da menor para a maior concentração, intercalando imersão em balde com água potável após passarem em cada solução salina. Os resultados foram expressos pela média de densidade dos ovos da parcela em cada período.

3.5.2.2 Altura de Albúmem

Os ovos foram quebrados sobre uma mesa com superfície plana de vidro. Para obtenção da altura do albúmem (mm) foi utilizado aparelho digital TSS-QCM+, com precisão de 0,1mm (0,1-12 mm).

3.5.2.3 Peso de Casca

Dos ovos quebrados para a determinação da altura de albúmem, as cascas foram secas por 48h em temperatura ambiente, sendo posteriormente pesadas, o resultado foi expresso em gramas.

3.5.2.4 Rendimento de Casca

Obtida através da relação percentual entre o peso médio de cascas secas e o peso médio dos ovos.

3.5.2.5 Espessura de Casca

Através de micrômetro digital Mitutoyo com precisão de 0,001 mm (0,001- 25,000 mm), determinou-se a espessura em três locais da região equatorial das cascas secas utilizadas para obter o rendimento de casca. Das medidas dos três locais obteve-se uma média representativa expressa em milímetros.

3.5.3 MEDIDAS DE ÓRGÃOS

3.5.3.1 Índice Gonadossomático

Ao final do período experimental foram abatidas duas aves por repetição de cada tratamento, sendo avaliados os pesos de ovário. Obteve-se o índice gonadossomático através da relação percentual entre peso do ovário e peso vivo de cada codorna. Com esta avaliação verificou-se o comportamento do ovário em relação à produção e ao peso dos ovos.

3.5.3.2 Índice Hepatossomático

Foi obtido nos mesmos animais utilizados para avaliação do índice anterior. O índice hepatossomático foi determinado através da relação entre o peso de fígado e o peso vivo de cada codorna e expresso em porcentagem. Avaliou-se este índice para verificar sua relação com o índice gonadossomático, pois sabe-se de sua importância no aporte de nutrientes para a formação da gema.

3.6 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso com restrição nos tratamentos (a iluminação de um programa não teve influência em outro) em parcelas subdivididas, considerando-se as avaliações nos períodos como medidas no tempo, com três programas de iluminação e cinco períodos, utilizando-se doze repetições por programa, sendo a parcela experimental constituída de duas gaiolas (20 aves).

Ao final do experimento, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + e(a)_{j(i)} + p_k + (tp)_{ik} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} é a observação nas aves submetidas ao programa i na repetição j e no período k ;

μ é a constante associada a todas as observações;

t_i é o efeito do programa i , sendo $i = 1, 2, 3$;

$e(a)_{j(i)}$ é o erro associado a cada observação da parcela, pressuposto normal e independente distribuído (NID) com média 0 e variância σ^2 ;

p_k é o efeito do período k , sendo $k = 1, 2, 3, 4, 5$;

$(tp)_{ik}$ é o efeito da interação do programa i com o período k ;

e_{ijk} é o erro associado a cada observação, pressuposto NID com média 0 e variância σ^2 .

As diferenças entre os programas de iluminação foram comparadas pelo teste SNK (5%), e as médias, entre os períodos, submetidas à análise de regressão utilizando o pacote computacional estatístico SISVAR, descrito por Ferreira (2000).

Para a análise de perda de ovos e viabilidade, por não apresentarem distribuição normal, utilizou-se um modelo generalizado misto para proporções com função ligadora logarítmica e efeitos aleatórios de parcela. O modelo abaixo foi submetido à análise de deviance:

$$?_{ijk} = \mu + t_i + e_{j(i)} + p_k + (tp)_{ik}$$

em que:

$?_{ijk}$ é a observação nas aves submetidas ao programa i na repetição j e no período k ;

μ é a constante associada a todas as observações;

t_i é o efeito do programa i , sendo $i = 1, 2, 3$;

$e_{j(i)}$ é o erro associado a cada observação da repetição, pressuposto NID com média 0 e variância σ^2 ;

p_k é o efeito do período k, sendo $k = 1, 2, 3, 4, 5$;

$(tp)_{ik}$ é o efeito da interação do programa i com o período k;

O modelo foi ajustado no software R 1.7.1 usando a rotina “glmm PQL” da biblioteca “MASS”, segundo Venables & Ripley (2002), a uma probabilidade de 5% de erro tipo I.

Os índices gonadossomático e hepatossomático foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} é a observação nas aves submetidas ao programa i na parcela j;

μ é a constante associada a todas as observações;

t_i é o efeito do programa i, sendo $i = 1, 2, 3$;

e_{ij} é erro associado a cada observação, pressuposto NID com média 0 e variância σ^2 .

As diferenças entre os programas de iluminação foram comparadas pelo teste SNK (5%) utilizando o pacote computacional estatístico SISVAR, descrito por Ferreira (2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Medidas de Desempenho

4.1.1 CONSUMO DE RAÇÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados do consumo de ração de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes durante o período experimental.

TABELA 3 – Consumo médio de ração (g/ave/dia) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação		
	Contínuo ²	Intermitente 1 ²	Intermitente 2 ²
36 – 39	24,03 ab	23,59 b	24,29 a
40 – 43	24,51 a	23,66 b	24,70 a
44 – 47	23,36 a	23,05 a	23,37 a
48 – 51	24,91 a	23,19 b	24,75 a
52 – 55	26,60 a	25,39 b	26,99 a
Médias	24,68 A	23,78 B	24,82 A
CV da parcela (%)		7,78	
CV da sub-parcela (%)		2,43	

¹Médias seguidas de letras desiguais nas linhas diferem significativamente (P<0,05)

²Efeito quadrático significativo (P<0,05)

Ocorreu diferença (P<0,05) no consumo das codornas entre os programas de iluminação e entre os períodos experimentais com interação significativa entre programas e períodos.

As codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitente 2 apresentaram consumo semelhante (P>0,05) e maior (P<0,05) que o das aves do programa intermitente 1.

As aves em postura consomem alimento para satisfazer suas necessidades energéticas (Lesson & Summers, 1997). Assim, o menor consumo das codornas no programa intermitente 1 pode estar relacionado com uma menor necessidade nutricional devido a uma redução na atividade física das aves (March et al., 1990) sem a presença da luz. Nas escotofases, as codornas permanecem em repouso (imóveis), sendo este, provavelmente, o fator que leva a menor gasto de energia.

Embora o tempo da iluminação artificial no programa intermitente 2 tenha sido diminuído em relação ao programa contínuo, não foi verificada diferença no consumo.

O menor tempo das escotofases e o fracionamento destas entre a luz natural podem ser a explicação para a diferença do consumo verificada no programa intermitente 2 em relação ao intermitente 1.

Lewis & Perry (1990) observaram, em regimes intermitentes, que a ave diminui a atividade alimentar na escotofase e tem um consumo ligeiramente superior nas fotofases. Tal fato pode ser atribuído a um consumo compensatório.

Os resultados do consumo de ração verificados neste experimento são coerentes com os obtidos por Lewis & Perry (1986). Estes autores, trabalhando em ambiente controlado, não encontraram diferença no consumo em um regime intermitente biotente de 0,5L:0,5E em 14 h, comparado com 14 h de luz contínua. Porém, o consumo diminuiu com um regime biotente de 0,25L:0,75E em 14 h. Os autores entenderam que o consumo de ração de poedeiras pode variar de acordo com o programa de iluminação intermitente utilizado.

O consumo médio apresentado pelas codornas nos diferentes programas está abaixo de 26,41 g, valor recomendado por Murakami & Arika (1998) entre a 36ª e 44ª semana de produção. Este resultado foi obtido em 17 h de fotoperíodo, em semelhantes níveis nutricionais. Pinto (1998) obteve em codornas criadas

entre a 19ª e 23ª semanas de idade, um consumo médio de 27 g em 17 h de fotoperíodo em níveis nutricionais muito próximos. Estas diferenças dos resultados de consumo entre os experimentos podem estar associadas aos tempos dos fotoperíodos.

Observa-se na Figura 7 que ocorreu uma elevação no consumo de ração em todos os programas após a 45ª semana, o que pode ser explicado pela temperatura ambiental (Tabela 1A), a qual foi reduzindo a partir do 3º período.

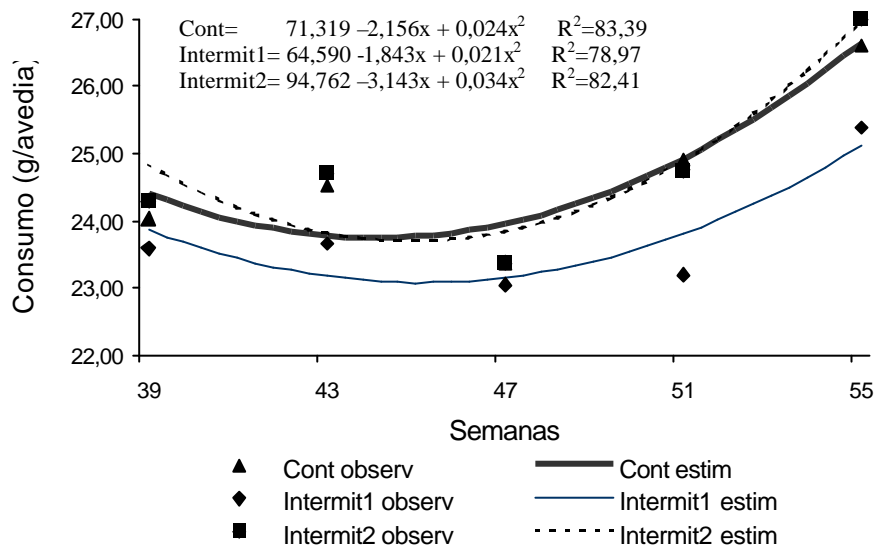


FIGURA 7 – Consumo de ração (g/ave/dia) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

4.1.2 PRODUÇÃO DE OVOS

A produção de ovos (Tabela 4) foi influenciada ($P < 0,05$) apenas pelos períodos, sendo que os efeitos dos programas de iluminação e da interação entre programas e períodos não foram significativos ($P > 0,05$).

TABELA 4 – Produção de ovos (% ovos/ave/dia) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação			Médias ²
	Contínuo	Intermitente 1	Intermitente 2	
36 – 39	83,73	81,82	83,01	82,85
40 – 43	83,27	81,14	84,35	82,92
44 – 47	78,17	77,77	81,89	79,28
48 – 51	75,87	74,79	77,88	76,18
52 – 55	74,92	73,91	80,67	76,50
Médias	79,19 A	77,88 A	81,56 A	
CV da parcela (%)	17,06			
CV da sub-parcela (%)	5,04			

¹Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem significativamente (P<0,05)

²Efeito linear significativo (P<0,05)

Observa-se que codornas sob programas contínuo ou intermitentes de 15h30 têm produção de ovos semelhante. Através da noção do “dia subjetivo”, estas aves ignoram as escotofases e permanecem com o aparelho reprodutor ativo mesmo na obscuridade. Este fenômeno fisiológico possibilita que o tempo de iluminação artificial seja reduzido sem que a produção de ovos seja afetada (Sauveur, 1996).

Os resultados deste experimento são coerentes com os obtidos por Tienhoven & Ostrander (1973) e com a revisão de Sauveur (1996). Assim, a produção de ovos, característica mais importante na avaliação de linhagens de postura (Munari, 1998), não foi afetada pelos programas de iluminação.

Os valores encontrados neste experimento indicam que os programas de iluminação intermitente parecem satisfazer às hipóteses que tentam explicar a relação do fotoperíodo com a reprodução das codornas. Na primeira hipótese, a

fotosensível, as codornas possuem um ritmo endógeno estimulatório de aproximadamente 15h30. Na segunda, a fotoindutiva, a(s) fotofase(s) oferece(m) um ritmo de coincidência externa para as aves já anteriormente treinadas com a luz contínua. Esta informação permanece com a ave e as escotofases são despercebidas, prevalecendo a noção do “dia subjetivo” em codornas criadas em galpões abertos.

O consumo de ração é importante para a produção de ovos (Pesti, 1992). Há uma correlação positiva entre o consumo de ração e a postura (Pinto, 1998). No entanto, segundo Snetzinger & Zimmerman (1974) e Balnave et al. (1978), poedeiras podem reduzir cerca de 10 % do seu consumo *‘ad libitum’* sem diminuir a produção de ovos.

As codornas no programa intermitente 1 apresentaram uma redução de 3,79 % no consumo médio de ração em relação às do contínuo. Como a ração é o componente mais importante no custo de produção de ovos, a iluminação intermitente, com base no programa intermitente 1, vem a ser uma alternativa para diminuir este custo. Este programa, além de reduzir o tempo de iluminação artificial, reduz o consumo de ração sem reduzir a produção em relação ao programa contínuo.

O desempenho das codornas deste experimento foi próximo dos 79,82% encontrados por Murakami & Arika (1998) entre a 36ª e 44ª semana de postura, em 17 h de fotoperíodo, utilizando níveis nutricionais semelhantes.

Na Figura 8 é apresentada a média da produção de ovos entre períodos, observando-se que a produção de ovos reduziu ($P < 0,05$) com o avanço da idade da codorna.

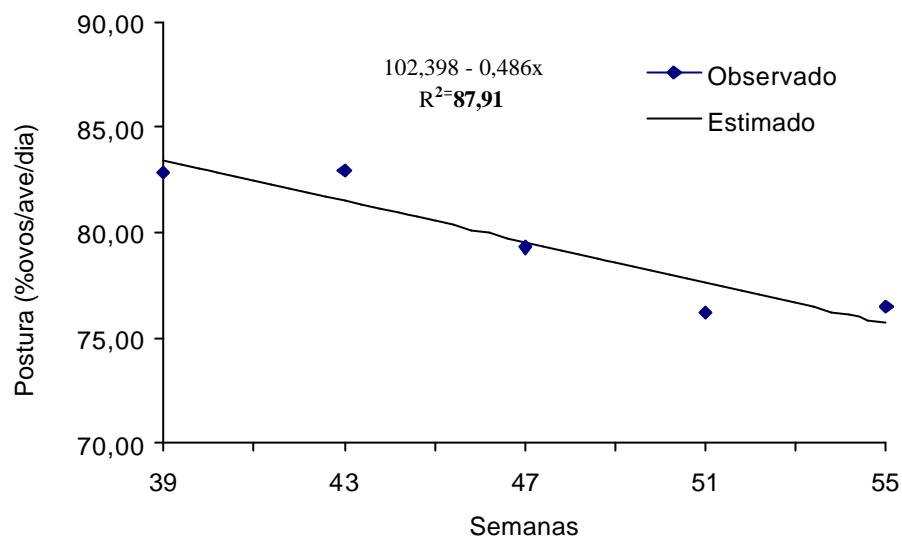


FIGURA 8 – Produção de ovos (%ovos/ave/dia) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

Este fato pode ser explicado, segundo Etches (1996) pelo fenômeno de fotorrefratariedade, pois nesta idade a atividade das gônadas não consegue manter o índice de postura em resposta aos dias longos.

4.1.3 PESO DOS OVOS

O peso dos ovos, cujos resultados estão apresentados na Tabela 5, não foi influenciado pelos programas de iluminação ($P > 0,05$); no entanto, ocorreu diferença ($P < 0,05$) entre os períodos e na interação entre os programas e os períodos.

TABELA 5 – Peso dos ovos (g) das codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação		
	Contínuo ²	Intermitente 1 ²	Intermitente 2 ²
36 – 39	10,75 a	10,71 a	10,70 a
40 – 43	10,76 a	10,52 b	10,77 a
44 – 47	10,32 a	10,20 ab	10,06 b
48 – 51	10,74 a	10,55 b	10,52 b
52 – 55	11,11 a	10,99 a	11,01 a
Médias	10,73 A	10,59 A	10,61 A
CV da parcela (%)		4,69	
CV da sub-parcela (%)		1,66	

¹Médias seguidas de letras desiguais nas linhas diferem significativamente (P<0,05)

²Efeito quadrático significativo (P<0,05)

O peso dos ovos observado neste experimento é similar àqueles indicados por Nagarajan et al. (1991) e Singh & Narayan (2002). Estes autores apontam um aumento de 9 para 12 g entre o início e o fim da produção. Dados obtidos de Murakami & Ariki (1998) indicam uma média de 10,39 g para ovos produzidos entre a 36^a e 44^a semana de produção.

Sauveur & Mongin (1983), Morris et al. (1988) e Lewis et al. (1992) verificaram, através dos resultados de seus experimentos, que a iluminação intermitente não tem efeito sobre o peso dos ovos.

Vários fatores podem afetar o peso do ovo. Além da genética, influenciam também o peso da ave, a temperatura ambiental, níveis insuficientes de alguns nutrientes e programas de luz (Etches, 1996). Durante o experimento, os únicos fatores de variação foram os tratamentos (contínuo e intermitentes).

No aspecto fisiológico, verifica-se que em regimes intermitentes, provavelmente, as funções endócrinas e as atividades do ovário e do oviduto são mantidas em relação à formação do ovo.

Pinto (1998) referencia que o peso do ovo é altamente dependente da ingestão diária de proteína. Esta condição parece ser atendida pelos regimes intermitentes, pois segundo Mongin et al. (1978), as aves consomem alimento durante as escotofases. Ainda, em um aspecto singular, as aves têm a capacidade de armazenar certa quantidade de ração no papo, o que daria suporte para a manutenção durante um determinado período de escuro.

Na opinião de Castelló Llobet et al. (1989), os programas de iluminação intermitente podem causar redução no peso dos ovos devido a redução no consumo de ração. Isto pode ser observado nas médias do peso dos ovos no 3º período. Nos dois dias que antecederam a coleta, foram registradas as temperaturas mais elevadas do período (31°C). Esta condição ocasionou redução no consumo e a conseqüente redução no peso dos ovos. Castelló Llobet et al.(1989) e Etches (1996) afirmam que a temperatura elevada tem efeito negativo sobre o peso dos ovos, além de diminuir a espessura da casca. O menor consumo de ração observado no programa intermitente 1 não reduziu o peso dos ovos.

O peso dos ovos das codornas entre os períodos experimentais nos diferentes programas (Figura 9) apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$).

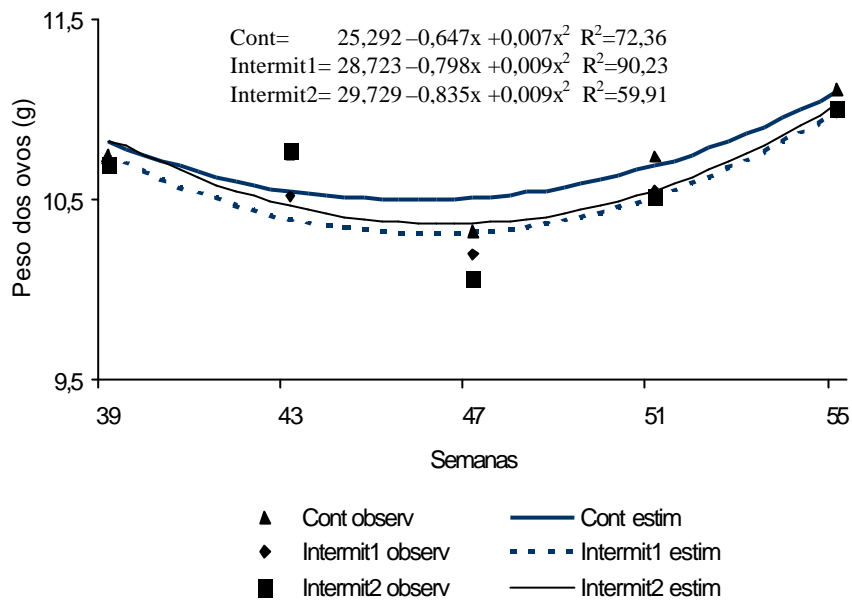


FIGURA 9 – Peso dos ovos (g) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

4.1.4 CONVERSÃO ALIMENTAR

Ocorreu efeito dos programas de iluminação (Tabela 6) na conversão alimentar das codornas ($P < 0,05$), expressa pela relação entre o consumo de ração e o peso dos ovos (g/g). Houve diferença ($P < 0,05$) entre os períodos e na interação entre tratamentos e períodos.

TABELA 6 – Conversão alimentar expressa pela relação do consumo de ração e o peso dos ovos (g/g) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação		
	Contínuo ²	Intermitente 1 ²	Intermitente 2 ²
36 – 39	2,236 ab	2,204 b	2,270 a
40 – 43	2,278 a	2,249 a	2,295 a
44 – 47	2,265 b	2,260 b	2,326 a
48 – 51	2,311 a	2,198 b	2,352 a
52 – 55	2,394 b	2,309 c	2,452 a
Médias	2,297 A	2,244 B	2,339 A
CV da parcela (%)		5,70	
CV da sub-parcela (%)		2,70	

¹Médias seguidas de letras desiguais nas linhas diferem significativamente (P<0,05)

²Efeito linear significativo (P<0,05)

A conversão alimentar (g/g) das codornas nos programas de iluminação contínua e intermitente 2 foi semelhante (P>0,05) e pior (P<0,05) que a das aves no intermitente 1.

A conversão alimentar tem sido usada com frequência para avaliar o desempenho de um lote de poedeiras. Esta considera a otimização dos principais fatores econômicos envolvidos na produção: o consumo de ração e o número ou peso de ovos produzidos.

Atribui-se a melhor conversão alimentar (g/g) das aves no programa intermitente 1 ao efeito do regime luminoso sobre o consumo de ração, visto que o peso dos ovos foi similar entre os programas. Estes resultados estão de acordo com a afirmação de Rowland (1985) de que a conversão alimentar varia de acordo com o regime de iluminação intermitente utilizado. Concordam também com a revisão de Ernst et al.(1987) segundo os quais programas intermitentes melhoram a conversão alimentar.

A conversão (g/g) obtida neste experimento foi menor que 3,1:1, obtida por Murakami & Ariki (1998) na média observada entre a 36ª e 44ª semanas de produção. Cheng (2002) aponta que a conversão de codornas é 3,3:1 e Singh & Narayan (2002) indica uma relação de 2,9:1 para codornas criadas em outros países, as quais, são melhoradas geneticamente e com maior peso corporal.

Na Figura 10 é apresentada a conversão alimentar (g/g) nos programas de iluminação entre os períodos experimentais, observando que a conversão piorou ($P < 0,05$) com a idade das codornas, resultado que corrobora com Castelló Llobet et al. (1989). O aumento linear da conversão deve-se ao fato de que o consumo de ração aumenta mais do que o peso do ovo.

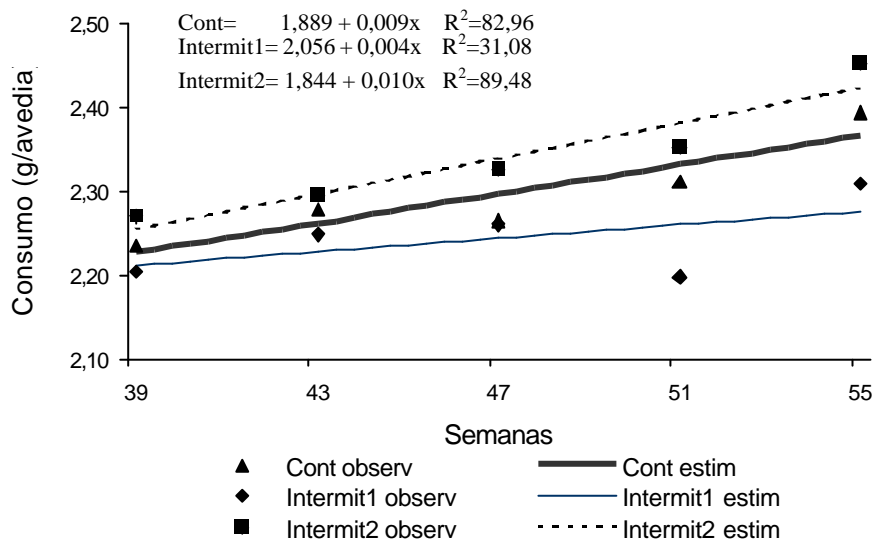


FIGURA 10 – Conversão alimentar expressa pelo peso dos ovos (g/g) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade

Observa-se na Tabela 7 que a conversão alimentar (g/dz) apresentada pelas aves entre os programas de iluminação foi semelhante ($P > 0,05$),

entretanto, ocorreu diferença ($P < 0,05$) entre os períodos e na interação entre programas e períodos.

TABELA 7 – Conversão alimentar expressa por dúzia de ovos (g/dz) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação		
	Contínuo ²	Intermitente 1 ³	Intermitente 2 ³
36 – 39	345 a	347 a	354 a
40 – 43	354 a	351 a	353 a
44 – 47	358 a	357 a	342 a
48 – 51	396 a	374 b	381 b
52 – 55	431 a	417 a	401 b
Médias	377 A	369 A	366 A
CV da parcela (%)		13,94	
CV da sub-parcela (%)		4,86	

¹Médias seguidas de letras desiguais nas linhas diferem significativamente ($P < 0,05$)

²Efeito linear significativo ($P < 0,05$)

³Efeito quadrático significativo ($P < 0,05$)

A conversão alimentar (g/dz) observada nos diferentes programas foi menor que 395:1, média obtida por Murakami & Ariki (1998) entre a 36^a e 44^a semana de produção de codornas, e próxima à conversão de 370:1 determinada por Pinto (1998) em codornas criadas entre a 19^a e a 23^a semanas de idade. A diferença verificada entre estes experimentos pode ser atribuída ao maior consumo de ração, pois os níveis nutricionais foram similares. No entanto, ambos experimentos utilizaram 17 h de fotoperíodo contínuo.

Na Figura 11 pode-se observar que a conversão alimentar (g/dz) nas aves do programa contínuo teve aumento linear ($P < 0,05$) com a idade, enquanto nos programas intermitentes ocorreu queda inicial até a 42^a (Intermitente 1) e 44^a

semana (Intermitente 2), com aumento posterior, caracterizando um comportamento quadrático ($P < 0,05$) destas variáveis.

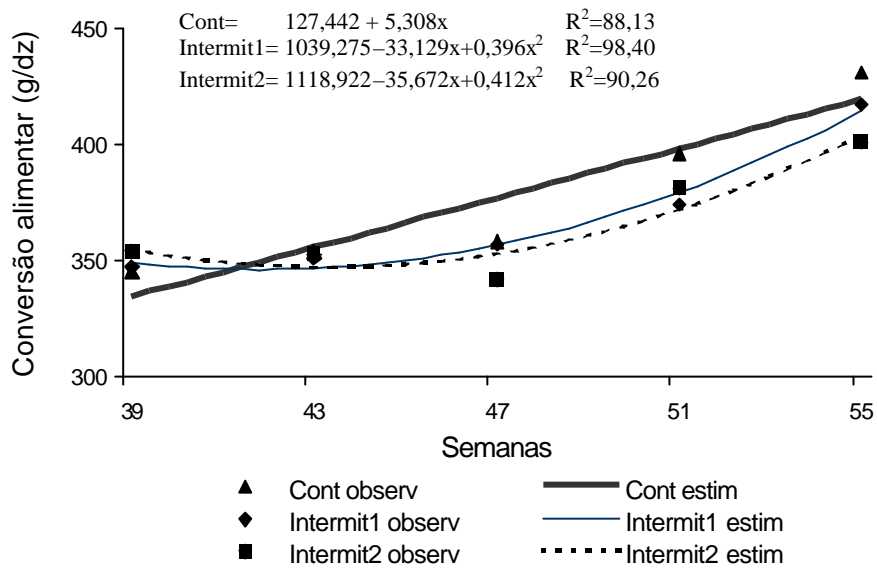


FIGURA 11 - Conversão alimentar expressa por dúzia de ovos (g/dz) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade

4.1.5 MASSA DE OVOS

Pelos resultados obtidos e que estão apresentados na Tabela 8, é possível constatar que a massa de ovos apresentou diferença entre os períodos ($P < 0,05$), mas não ocorreu diferença ($P > 0,05$) entre os programas e na interação entre programas e períodos.

TABELA 8 – Massa de ovos (g) das aves submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação			Médias ²
	Contínuo	Intermitente 1	Intermitente 2	
36 – 39	9,00	8,77	8,88	8,88
40 – 43	8,97	8,54	9,08	8,86
44 – 47	8,07	7,93	8,23	8,08
48 – 51	8,16	7,90	8,20	8,08
52 – 55	8,34	8,12	8,88	8,44
Médias	8,51 A	8,25 A	8,65 A	
CV da parcela (%)				18,69
CV da sub-parcela (%)				5,45

¹Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem significativamente (P<0,05)

²Efeito quadrático significativo (P<0,05)

A massa dos ovos é uma variável dependente de dois fatores de muita importância na avaliação de um lote de aves, que são a postura (%) e o peso do ovo. Segundo Castelló Llobet et al.(1989), a massa é um método eficaz para se avaliar o desempenho de um lote de poedeiras.

A semelhança obtida nos valores da massa dos ovos entre os programas de iluminação comprova os resultados do índice de postura e peso dos ovos anteriormente verificados. Neste aspecto, ressalta-se a importância do resultado desta avaliação.

Dados obtidos por Rowland (1985) mostram, semelhantemente ao presente estudo, que programas intermitentes não causam redução na massa dos ovos.

A massa média dos ovos verificada nos diferentes programas é próxima à encontrada por Murakami & Ariki (1998), estimada em 8,29 g em codornas criadas entre a 36ª e a 44ª semanas de produção.

Os valores médios da massa de ovos dos diferentes programas de iluminação (Figura 12) entre os períodos experimentais apresentaram um efeito quadrático, o qual relaciona-se à redução inicial do peso dos ovos até a 50ª semana, em seguida, o peso aumentou até o final da avaliação.

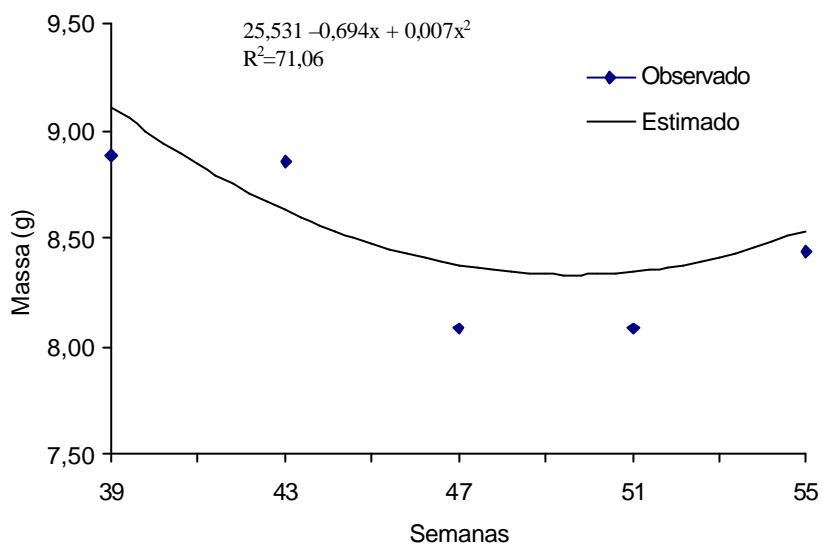


FIGURA 12 – Massa de ovos (g) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes durante o período experimental de acordo com as semanas de idade das aves

4.1.6 PERDA DE OVOS

Na perda de ovos (Tabela 9) não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) entre os efeitos estudados (programas, períodos e interação).

TABELA 9 – Perda de ovos (%) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação			Média
	Contínuo	Intermitente 1	Intermitente 2	
36 – 39	1,97	1,73	1,35	1,68
40 – 43	3,80	2,52	2,02	2,78
44 – 47	3,34	2,74	1,82	2,63
48 – 51	3,94	2,88	3,08	3,30
52 – 55	3,91	3,13	2,63	3,22
Médias	3,39 A	2,60 A	2,18 A	
Perda acumulada 16 a 55 semanas	16,97	13,00	10,90	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem significativamente (P<0,05)

A qualidade da casca é um dos principais fatores na perda de ovos. Durante a formação da casca do ovo da codorna, a maior deposição de carbonato de cálcio ocorre no período matinal, quando o cálcio circulante está prontamente disponível. Acredita-se que o período de luz da madrugada (30 min) seja suficiente para que a codorna consuma ração de modo a satisfazer sua necessidade de cálcio para a formação inicial da casca. Além disso, as aves podem armazenar uma certa quantidade de ração no ingluvío, e ainda, segundo Mongin et al. (1978), as aves consomem ração nas escotofases.

Assim, é muito provável que o manejo nutricional em programas de iluminação intermitente não afete negativamente a formação da casca.

A perda de ovos obtida neste experimento se aproxima da perda máxima de 3% indicada por Murakami & Ariki (1998) para ovos de codornas. Luz (2002) encontrou no terço inicial de produção de codornas, em fotoperíodo contínuo de 17h30, uma perda média de 2,14% em níveis nutricionais semelhantes.

O resultado da perda de ovos entre os programas não se assemelha ao obtido por Charles & Tucker (1993), segundo os quais observaram redução na perda com o uso de programas intermitentes. Semelhantemente ao efeito obtido para períodos neste experimento, os mesmos autores indicam que, com a idade das aves, a qualidade da casca é reduzida, resultando em maior índice de perda de ovos.

4.1.7 VIABILIDADE

A análise de deviance indica que não ocorreu efeito ($P > 0,05$) dos programas de iluminação sobre a viabilidade das codornas e na interação (Tabela 10). No entanto, houve diferença entre os períodos ($P < 0,05$).

TABELA 10 – Viabilidade (%) das aves submetidas a programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação			Médias
	Contínuo	Intermitente 1	Intermitente 2	
36 – 39	99,58	97,08	95,83	97,50
40 – 43	98,31	97,78	97,87	97,99
44 – 47	96,99	97,85	98,24	97,69
48 – 51	97,39	96,33	98,21	97,31
52 – 55	97,87	98,89	96,32	97,69
Médias	98,03 A	97,59 A	97,30 A	
Viabilidade acumulada	90,14	87,93	86,47	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem significativamente ($P < 0,05$)

A viabilidade encontrada neste experimento é maior que a encontrada por Murakami & Ariki (1998) que apontaram uma redução média de 1% a cada semana em 44 semanas de avaliação. No entanto, é próxima da encontrada por

Luz (2002), com média de 97,7 % a cada período de 28 dias, nas 20 semanas iniciais de produção.

A viabilidade encontrada neste experimento não é coerente com os resultados obtidos por Skoglund & Whittaker (1980), Midgley et al. (1988) e Morris & Butler (1995). A revisão de Lewis et al. (1992), em 36 trabalhos que utilizaram a iluminação intermitente, indicou que a viabilidade é maior em regimes intermitentes em relação aos programas clássicos.

A mortalidade não se concentra em uma causa única. O estrangulamento das aves nas gaiolas é comum e independe do tratamento. Assim, torna-se difícil diagnosticar que a iluminação intermitente possa reduzir a viabilidade de codornas.

A diferença na viabilidade entre os períodos indica que há redução da viabilidade das codornas com o passar do tempo.

4.1.8 DISTRIBUIÇÃO DA POSTURA

A distribuição de postura, determinada pela porcentagem de ovos coletados em intervalos de 2 horas, é apresentado na Tabela 11. Não ocorreu ovoposição em horário diferente do período compreendido entre 11 e 21h.

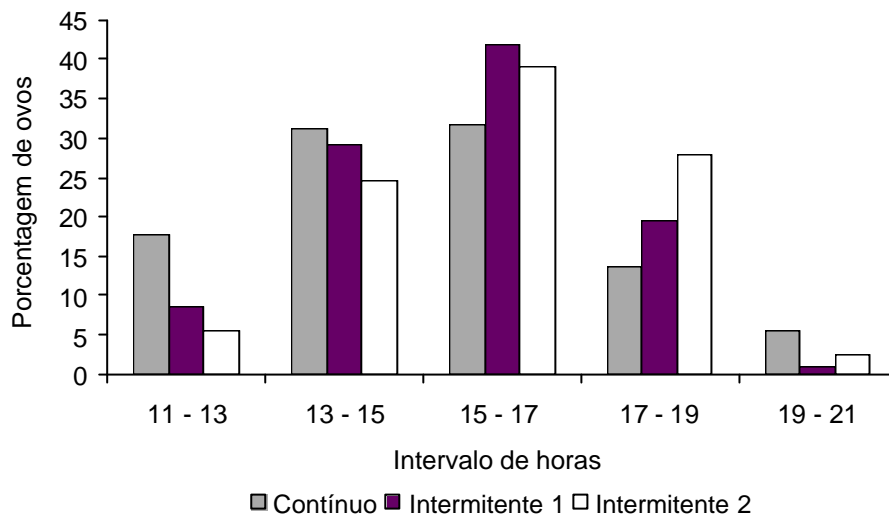


FIGURA 13 – Distribuição da postura (% ovos), em intervalos de 2h, de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes durante o período experimental

Estes resultados estão de acordo com os indicados por Murakami & Ariki (1998) em codornas criadas em regime de 17L:7E, para os quais a ovoposição ocorreu nas últimas 8 h do período luminoso.

Embora a distribuição da postura, denominada por Etches (1996) de período aberto, não tenha sido alterada pelos regimes intermitentes em relação ao contínuo, percebe-se uma melhor distribuição no número de ovos entre os horários de coleta no regime contínuo.

4.2 Medidas da Qualidade dos Ovos

4.2.1 PESO ESPECÍFICO

Os resultados do peso específico dos ovos (Tabela 12) não apresentaram efeito dos programas de iluminação ($P > 0,05$); no entanto, ocorreu diferença ($P < 0,05$) entre os períodos e na interação entre programas e períodos.

TABELA 12 – Peso específico de ovos (g/cm^3) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação			Médias ²
	Contínuo	Intermitente 1	Intermitente 2	
36 – 39	1,070	1,071	1,070	1,070
40 – 43	1,063	1,064	1,064	1,064
44 – 47	1,067	1,068	1,068	1,068
48 – 51	1,068	1,069	1,069	1,069
52 – 55	1,066	1,067	1,067	1,066
Médias	1,067 A	1,068 A	1,068 A	
CV da parcela (%)	0,23			
CV da sub-parcela (%)	0,12			

¹Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas linhas não diferem significativamente ($P < 0,05$)

²Efeito cúbico significativo ($P < 0,05$)

A qualidade de um ovo está relacionada com a integridade de sua casca. Esta tem a importante função de proteger o conteúdo interno do ovo.

Toda inovação que venha a ser aplicada no manejo de aves de postura deve levar em consideração a qualidade da casca, e esta pode ser definida pelo peso específico.

O peso específico se baseia no fato de que o albúmem e a gema do ovo fresco têm uma densidade quase igual à da água, enquanto que a densidade da casca é 2,2 vezes superior a da água (Castelló Llobet et al., 1989). Assim, os resultados obtidos neste experimento indicam que a qualidade da casca de ovos de codorna é mantida em regimes de iluminação intermitente em relação ao contínuo.

A análise de regressão do peso específico (Figura 13) apresentou um efeito cúbico entre os períodos experimentais, para o qual não há uma explicação biológica.

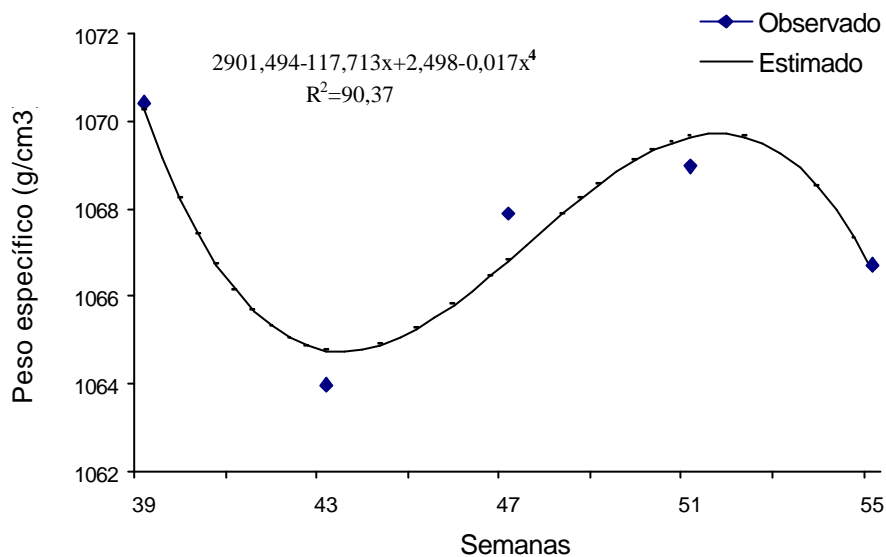


FIGURA 13 – Peso específico (g/cm^3) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

Uma possível explicação para este resultado está relacionada ao baixo valor obtido com os ovos do segundo período, pois retirando-se este valor, teríamos certamente uma redução linear no peso específico com o avanço da idade.

Castelló Llobet et al. (1989) afirmam que com o avanço da idade e o aumento da temperatura ambiental, o peso específico é diminuído.

4.2.2 ALTURA DE ALBÚMEM

A análise dos resultados da altura do albúmem (Tabela 13) evidencia que não ocorreu diferença entre os programas de iluminação ($P>0,05$), porém houve diferença ($P<0,05$) entre os períodos e na interação entre programas e períodos.

TABELA 13 – Altura de albúmem de ovos (mm) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação		
	Contínuo ²	Intermitente 1 ²	Intermitente 2 ²
36 – 39	4,03 b	4,10 b	4,41 a
40 – 43	3,84 a	3,79 a	3,60 a
44 – 47	3,82 a	3,65 a	3,71 a
48 – 51	3,94 a	3,90 a	3,92 a
52 – 55	4,30 a	4,40 a	4,18 a
Médias	3,99 A	3,68 A	3,96 A
CV da parcela (%)		8,97	
CV da sub-parcela (%)		6,28	

¹Médias seguidas de letras desiguais nas linhas diferem significativamente ($P<0,05$)

²Efeito quadrático significativo ($P<0,05$)

Segundo Etches (1996), a altura do albúmem é determinada pela altura da massa gelatinosa composta de aproximadamente quarenta proteínas. Como não ocorreu efeito dos programas sobre a altura do albúmem, é possível que a iluminação intermitente não tenha afetado a atividade fisiológica do oviduto na síntese da clara.

As curvas de regressão apresentadas na Figura 14 mostram o efeito quadrático ($P<0,05$) da idade das aves sobre a altura do albúmem (mm),

estimando-se que a menor altura no regime contínuo e intermitente 1 foi obtida na 46ª semana e no programa intermitente 2 na 47ª semana de idade.

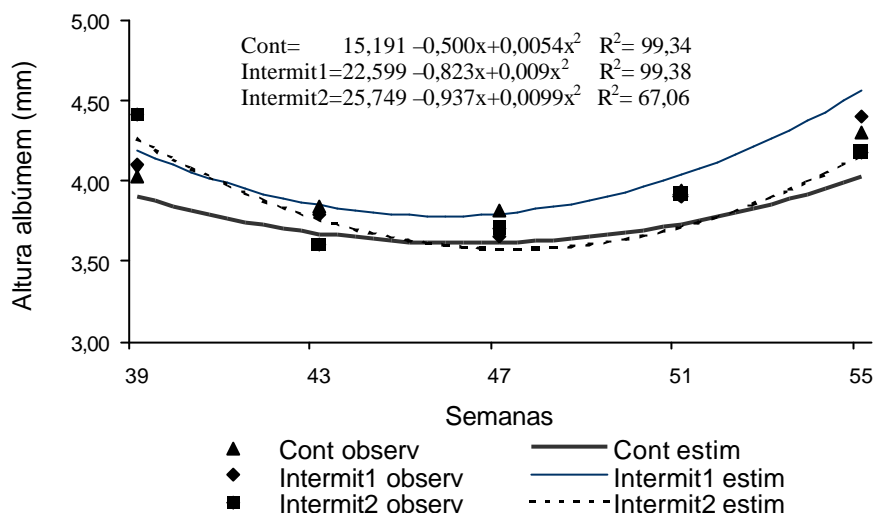


FIGURA 14 – Altura do albúmem (mm) dos ovos de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

Castelló Llobet et al. (1989), indicam redução na altura do albúmem com o avanço da idade das aves. Estes autores provavelmente encontraram estes resultados devido às condições experimentais (galpões fechados e climatizados).

Assim, os efeitos quadráticos observados entre os períodos podem ser explicados pela temperatura ambiental (Tabela 1A). Esta influenciou o consumo, que afetou o peso dos ovos, o qual, provavelmente, influenciou a altura de albúmem.

4.2.3 PESO E RENDIMENTO DE CASCA

Não ocorreu diferença ($P>0,05$) no peso e no rendimento da casca de ovos (Tabela 14) das aves e na interação entre programas de iluminação e períodos, porém houve diferença entre os períodos ($P<0,05$) nestas variáveis.

TABELA 14 – Peso (g) de casca (PC) e Rendimento de casca (%) dos ovos (RC) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes durante o período experimental¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação							
	Contínuo		Intermitente 1		Intermitente 2		Médias	
	PC	RC	PC	RC	PC	RC	PC ²	RC ³
36 – 39	1,00	9,35	1,01	9,43	1,01	9,47	1,01	9,41
40 – 43	1,01	9,37	0,99	9,39	1,02	9,43	1,00	9,40
44 – 47	0,94	9,14	0,95	9,29	0,94	9,33	0,94	9,25
48 – 51	0,95	8,82	0,97	9,16	0,94	8,96	0,95	8,98
52 – 55	1,01	9,06	0,99	9,05	1,01	9,14	1,00	9,08
Médias	0,98 A	9,15 A	0,98 A	9,26 A	0,98 A	9,27 A		
			PC	RC				
CV da parcela (%)			4,96	4,06				
CV da sub-parcela (%)			3,07	3,21				

¹Médias seguidas de letras maiúsculas desiguais nas linhas, entre as variáveis, diferem significativamente ($P>0,05$)

²Efeito quadrático significativo ($P<0,05$)

³Efeito linear significativo ($P<0,05$)

A iluminação intermitente não afeta o peso da casca e não altera a relação entre o peso da casca e os pesos do albúmem e da gema.

O resultado do rendimento de casca mostra-se próximo aos 9% indicados por Etches (1996). Belo (1997) obteve rendimento de 8,11% entre a 7^a e a 23^a semanas de idade.

Nas Figuras 15 e 16 são apresentadas as variações no peso de casca e no rendimento de casca de ovos verificados nos regimes luminosos entre os períodos experimentais, respectivamente.

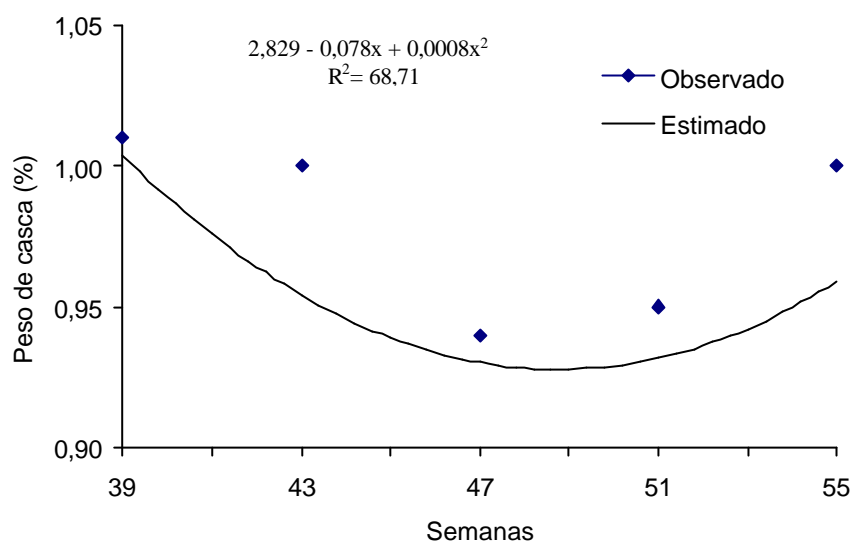


FIGURA 15 – Peso de casca de ovos (g) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

A análise de regressão entre os períodos apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), estimando-se pela equação de regressão que o menor peso da casca ocorreu na 49ª semana.

O peso da casca obtido neste experimento confirma a teoria de que o peso da casca está diretamente relacionado ao peso do ovo (Pinto, 1998). Neste experimento, ambos tiveram um comportamento quadrático entre os períodos (com redução até o terceiro período e posterior elevação), ocasionada pela temperatura ambiental (Tabela 1A).

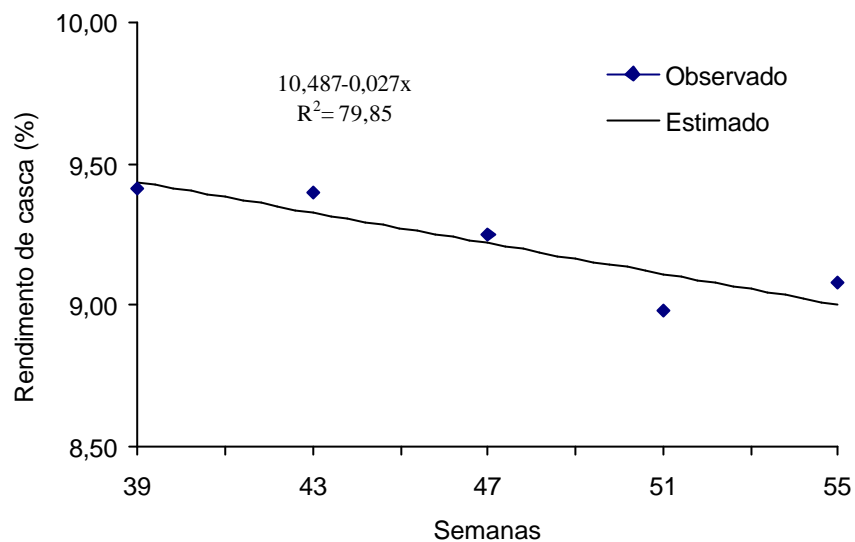


FIGURA 16 – Rendimento de casca de ovos (%) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes de acordo com as semanas de idade das aves

O rendimento de casca apresentou efeito linear ($P < 0,05$). Para Pinto (1998), quanto mais pesado é o ovo, maior é o rendimento da casca entre a 6ª e a 26ª semanas de idade. No entanto, no período avaliado pelo presente estudo, o rendimento diminuiu com a idade, ou seja, o peso da casca não acompanhou proporcionalmente o peso do ovo. Os pesos do albúmem e da gema aumentaram mais que o da casca.

O resultado deste experimento é coerente com o obtido por Al-Bastsham et al. (1994), segundo os quais o rendimento da casca diminuiu com a idade devido ao aumento no tamanho do ovo, sem haver aumento no peso da casca. Etches (1996) indica que o peso da casca aumenta ao final da postura, porém de modo não proporcional ao aumento do tamanho do ovo.

4.2.4 ESPESSURA DE CASCA

Ocorreu diferença ($P < 0,05$) na espessura da casca dos ovos (Tabela 15) entre os programas de iluminação, entre os períodos e na interação entre programas e tratamentos.

TABELA 15 – Espessura de casca de ovos (mm) de codornas submetidas aos programas de iluminação contínuo e intermitentes nos períodos experimentais¹

Períodos (semanas)	Programas de iluminação		
	Contínuo ²	Intermitente 1 ²	Intermitente 2 ²
36 – 39	0,210 b	0,213 b	0,219 a
40 – 43	0,213 b	0,218 a	0,213 b
44 – 47	0,208 a	0,210 a	0,210 a
48 – 51	0,209 b	0,207 b	0,215 a
52 – 55	0,209 b	0,211 ab	0,214 a
Médias	0,210 B	0,212 AB	0,214 A
CV Parcela (%)		3,49	
CV Sub-parcela (%)		2,02	

¹Médias seguidas de letras desiguais nas linhas diferem significativamente ($P < 0,05$)

²Efeito quadrático significativo ($P < 0,05$)

A espessura da casca dos ovos no regime intermitente 2 foi maior ($P < 0,05$) que as dos ovos no programa contínuo; no entanto, a espessura no intermitente 1 foi semelhante às dos programas contínuo e intermitente 2 ($P > 0,05$).

Os resultados obtidos neste experimento indicam que a espessura de casca de ovos de codorna não é reduzida com uso da iluminação intermitente e, dependendo do regime intermitente utilizado, pode-se aumentar esta espessura.

Resultados semelhantes foram obtidos por Nys & Mongin (1981), Rowland (1985), Sauveur & Mongin (1983), Morris et al. (1988), Castelló Llobet et al. (1989) e Lewis & Perry (1990).

Charles & Tucker (1993) observaram que os programas intermitentes melhoram a qualidade da casca e, em consequência, diminuem a perda de ovos.

Segundo Etches (1996), cerca de 12% de ovos comerciais são danificados entre a ovoposição e o consumo. Assim, o programa intermitente 2 poderá ser utilizado em criações de codornas para aumentar a espessura da casca dos ovos. Isto confere ao ovo melhor qualidade da casca, a qual, por sua vez, poderá contribuir para redução na perda de ovos.

A espessura de casca diminui com a idade da ave em função de o aumento da secreção de carbonato de cálcio ser insuficiente para suprir a demanda que o ovo exige pelo seu aumento de tamanho. Este fenômeno fisiológico se manifesta como uma séria dificuldade para manter a qualidade da casca ao final período de postura (Etches, 1996).

Não se sabe ao certo qual o fator fisiológico responsável pela melhora da espessura da casca quando as aves são expostas a determinados regimes de luz intermitente. Para Sauveur & Mongin (1983) o benefício é possível devido ao efeito da ingestão de alimentos, onde há melhor aproveitamento do cálcio da dieta. Cerca de 10% do cálcio depositado na casca tem origem esquelética (González, 1999).

A síntese da casca do ovo depende da interação endócrina sobre determinados órgãos. Inúmeros fatores podem influenciar a espessura da casca. Além da redução da produção de estrogênio e de 1,25 dihidroxicalciferol (metabólito ativo da vitamina D produzido pelo rim) com a idade (Bahr & Jonhson, 1991), a espessura também é influenciada pela ação da paratireóide (síntese do paratormônio), pela taxa de absorção de cálcio (é reduzida com a idade), pelo equilíbrio ácido-básico (Mongin et al., 1978), balanço entre íons

(González, 1999), atividade respiratória, níveis nutricionais de alguns nutrientes na dieta, nível de fósforo circulante (Lesson & Summers, 1997), tamanho, peso do ovo e temperatura ambiental (Etches, 1996).

O real processo que leva a iluminação intermitente a melhorar a espessura da casca do ovo precisa ser melhor conhecido. Estudos devem ser feitos neste sentido devido ao possível benefício na redução da perda de ovos.

4.3 Medidas de Órgãos

4.3.1 ÍNDICE GONADOSSOMÁTICO E HEPATOSSOMÁTICO

Os resultados dos índices gonadossomático e hepatossomático (Tabela 16) evidenciaram que ocorreu efeito dos programas de iluminação sobre estes índices ($P < 0,05$).

TABELA 16 – Índice gonadossomático e hepatossomático (%) de 24 codornas avaliadas de acordo com os programas de iluminação¹

Programas de iluminação	Índices (%)	
	Gonadossomático	Hepatossomático
Contínuo	3,41 b	2,72 b
Intermitente 1	3,97 ab	2,82 b
Intermitente 2	4,69 a	3,25 a
CV (%)	22,50	17,61

¹Médias seguidas de letras desiguais nas colunas diferem significativamente ($P < 0,05$).

As codornas no programa intermitente 2 apresentaram maior ($P < 0,05$) índice gonadossomático que no regime contínuo, porém, o índice das aves no intermitente 1 foi semelhante aos demais programas ($P > 0,05$).

O índice hepatossomático nos programas contínuo e intermitente 1 foi semelhante ($P > 0,05$) e o índice das aves no intermitente 2 foi maior ($P < 0,05$) que os índices nos demais programas.

Um ovário mais pesado propicia maior capacidade de produção de ovos (Singh & Narayan, 2002). Em trabalho com as mesmas aves e programas luminosos deste experimento, Gewehr et al. (2002) avaliaram a constituição dos ovos quando há 18 semanas as codornas estavam submetidas aos regimes contínuo e intermitentes. Os autores concluíram que não ocorreu diferença na porcentagem de gema em relação ao peso do ovo. Isto indica que ovário de maior peso não produz ovos com maior peso de gema.

Como neste experimento a produção e o peso dos ovos foram semelhantes, também não é possível estabelecer a relação de que um maior índice gonadossomático, ao final de um ciclo de postura, produza maior número de ovos e ovos com maior peso.

Sugere-se repetir esta investigação, pois o longo tempo (4 h) decorrido do início ao fim do abate e o não acompanhamento do ciclo ovulatório de cada codorna abatida podem ter influenciado os resultados encontrados.

Wakabayashi et al. (1992) encontraram 3,24% de índice de ovário em codornas de 26 semanas de idade, índice inferior ao obtido neste experimento. Os mesmos autores citam que o peso do ovário aumenta com a idade.

O fígado tem importância vital na reprodução das aves. Este órgão é o responsável direto pelo fornecimento de nutrientes para a manutenção do ovário, local da formação da gema. Robinson & Renema (2002) consideram o fígado e o sistema esquelético órgãos sexuais secundários.

Como ocorreu efeito dos programas de iluminação sobre o índice hepatossomático, este resultado sugere que as codornas do programa intermitente 2 têm uma maior capacidade de aportar nutrientes para o ovário.

Ao se relacionar os resultados encontrados nos índices gonadossomático e hepatossomático, evidencia-se que a iluminação intermitente não afeta negativamente estes órgãos, os quais, são de grande importância para a reprodução das codornas.

5 CONCLUSÃO

O uso de programas de iluminação intermitente em codornas criadas em galpões abertos, a partir da 36ª semana de idade, não afeta o desempenho zootécnico, no entanto, o consumo de ração pode ser reduzido e a conversão alimentar expressa pelo peso de ovos pode ser melhorada com o uso do programa intermitente 1. A qualidade dos ovos e suas características gerais são mantidas em regimes de iluminação intermitente em galpões abertos, entretanto, a espessura de casca pode ser melhorada se utilizado o programa intermitente 2.

O uso de programas de iluminação intermitentes em galpões abertos, a partir da 36ª semana de idade, possibilita redução na iluminação artificial utilizada para estimular a produção de ovos de codornas sem prejudicar o desempenho.

6 SUGESTÕES

Devido aos resultados positivos obtidos neste experimento, sugere-se que mais provas experimentais sejam realizadas na investigação dos efeitos dos programas de iluminação intermitente na produção de codornas criadas em galpões abertos, visando sua aplicação em escala comercial.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-BASTSHAM, H. A. et al. Duodenal calcium uptake femur and egg shell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 5, p. 1590-1596, 1994.
- BACON, W.L.; NESTOR, K.E. Reproductive response to intermittent light regimens in *Coturnix coturnix japonica*. **Poultry Science**, Champaign, v. 54, p. 1918-1926, 1975.
- BAHR, J. M.; JOHNSON, P. A.. Reproduction in poultry. In: **CUPPS, P.T.** (Ed.). Reproduction in domestic animals. 3rd ed. [S.l.]: Academic, 1991. p.555-575.
- BALNAVE, D.; FARREL, D. J.; CUMMINGS, R.B. The minimum metabolizable energy requirement of laying hens. **World Poultry Science Journal**, v. 34, n.3, p. 149-153, 1978.
- BELO, M. T. S. **Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações de codornas (*Coturnix coturnix japonica*)**. 1997. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BOSHOUWERS, F.M.G.; NICAISE, E. Artificial light sources and their influence on physical activity and energy expenditure of laying hens. **British Poultry Science**, Mads on, v.34, p. 11-19, 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climáticas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.
- BVERLY, T. C. Light and egg production. **Poultry Science**, Menasha, v.36, n.3, p. 465-468, 1944.
- CAMPOS, E.J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000. 296 p.
- CASTELLÓ LLOBET, J. A. C.; GONZALES, F. F.; PONTES, M. P. **Producción de Huevos**. Barcelona: Technograf. 1989. 367 p.
- CHARLES, D.R.; TUCKER, S.A. Response of modern hybrid laying strocks to change in photoperiod. **British Poultry Science**, v.34, p. 241-254, 1993.
- CHENG, K. M. Reprodução de codornas: para onde estamos indo?. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA**, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 11-35.
- COTTA, J. T. de B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 280 p.

- DUKES, H. H.; SWENSON, M. J. **Fisiologia de los animales domésticos** . Tomo II. 4.ed.Traducción de Francisco J. Castejon Calderon. Zaragoza: Aguilar, 1978. 1.864 p.
- ERNST, R. A.; MILLAM, J. R.; MATTHEW, F. B. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 43, n. 1. p. 44-55, 1987.
- ETCHES, R. J. Estímulo luminoso na reprodução In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas, 1994. p. 59-75.
- ETCHES, R. J. **Reproducción aviar**. Zaragoza: Acríbia, 1996. 339 p.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.
- GEWEHR, C. E.; FREITAS, H. J. de; COTTA, J. T. de B. Efeito dos fotoperíodos intermitentes na constituição de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 11., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. CD-ROM.
- GONZÁLES, E. A qualidade da casca do ovo. **Revista Alimentação Animal**, n.16, set./dez. 1999.
- GOODALE, H. D. The influence of certain methods of management on egg production. **Poultry Science**, Illinois, v. 3, n. 5, p. 173-179, 1924.
- KOELKEBECK, K.W. Ahemeral light-dark cycles and intermittent photoperiod effects on laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n. 11, p. 2002-2007, 1986.
- LESSON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph, Ontário: Unversity Books, 1997. 355 p.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Effects of interrupted light regimens on the feeding activity of the laying fowl. **British Poultry Science**, Madson, v. 27, p. 661-669, 1986.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Response of laying hens to assimetrical interrupted lighting regimens: reproductive performance, body weight and carcass composition. **British Poultry Science**, Madson, v. 31, p. 33-43, 1990.
- LEWIS, P. D. et al. Intermittent lighting regimes and mortality rates in laying hens. **Wourld Poultry Science Journal**, Madson, v. 48, p. 113-120, 1992.

- LEWIS, P. D.; PERRY, G. C.; MORRIS, T. R. Effect of photoperiod on the mean oviposition time of two breeds of laying hen. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 36, p. 33-37, 1995.
- LEWIS, P.D.; MORRIS, T.R. Response of domestic poultry to various light sources. **World Poultry Science Journal**, Madson, v. 54, p. 7-25, mar. 1998.
- LUZ, L. C. P. **Granulometria do calcário e níveis de cálcio para codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*)**. 2002. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MALPAUX, B.; VIGUIÉ, C.; THIÉRY, J. C. Contrôlé photopériodique de la reproduction. **INRA Productions Animales**, v. 9, n.1, p. 9-23, 1996.
- MARCH, T.I. et al. Sleep and activity behavior of layers subjected to interrupted lighting schedule. **British Poultry Science Journal**, Madson, v.33, p.895-896, 1990.
- MIDGLEY, M.; MORRIS, T.R.; BUTLER, E.A. Experiment with the biomittent light system for laying hens. **British Poultry Science Journal**, Madson, v.29, n.2, p. 333-342, 1988.
- MILLER, B. F.; SANFORD, P. E. The effect of various lighting techniques on growth, egg production and shell quality of chickens. **Poultry Science**, Iowa, v. 13, n. 6, p. 323-332, 1960.
- MONGIN, P.; JASTRZEBSK, M.; TIENHOVEN, A.V. Temporal patterns of ovulation, oviposition and feeding of laying hens under skeleton photoperiods. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 19, p. 747-753, 1978.
- MONGIN, P. Food intake and oviposition by domestic fowl under symmetric skeleton photoperiods. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 21, p. 389-394, 1980.
- MOORE, O. K.; MEHRHOF, D. Periodic increase in lighting versus continuous lighting for layers. **Flórida Agr. Exp. Sta. Tech. Bull**, 420, 1946.
- MORRIS, T.R. The effects of ahemeral light and dark cycles on egg production in the fowl. **Poultry Science**, Champaign, v. 52, p. 423-445, 1973.
- MORRIS, T. R.; MIDGLEY, M.; BUTLER, E. A. Experiments with the Cornell intermittent lighting system for laying hens. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 29, n. 2, p. 325-332, 1988.
- MORRIS, T.R.; MIDGLEY, M.; BUTLER, E. A. Effect of age at starting biomittent lighting on performance of laying hens. **British Poultry Science Journal**, Madson, v.31, p.447-455, 1990.

- MORRIS, T.R.; BUTLER, E.A. New intermittent lighting program (the reading system) for laying pullets. **British Poultry Science Journal**, Madson, v.36, p. 531-535, 1995.
- MUNARI, D. P. **Fatores que afetam a taxa de postura de uma linhagem de aves White leghorn**. 1998. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 79 p.
- NAGARAJAN, S. et al. Influence of stoking density and layer age on production traits and egg quality in Japanese quail. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 32, p. 243-248, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Poultry**. 10. ed. Washington, 1994. 155p.
- NYS, Y.; MONGIN, P. The effect of 6 and 8 hour light/dark cycles on egg production an pattern of ovoposition. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 22, p. 391-397, 1981.
- OLIVEIRA, B. L. de. Manejo racional e produtividade das codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 77-84.
- OPELL, H. The time of release of ovulating hormone in the coturnix quail as assumed by hypophysectomy. **Poultry Science**, Champaign, v.46, p.1302, 1967.
- OSTRANDER, C. E.; TURNER, C. N. Effect of various intensities of light on egg production of single comb white leghorn pullets. **Poultry Science**, Ontário, v. 40, p. 1440, 1962.
- PESTI, G. M. Environmental temperature and the protein aminoacid requirements of laying hens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1992. p.43.
- PINTO, R. **Níveis de proteína e energia para codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) em postura**. 1998. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PROUDMAN, J. A. Hormônios reprodutivos nas aves. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas, 1994. p. 31-48.

ROBINSON, F. E. et al. The relationship between body weight and reproductive efficiency in meat-type chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.912-922, 1993.

ROBINSON, F. E.; RENEMA, R. A. Os efeitos do consumo de nutrientes na função reprodutiva de matrizes fêmeas de frango. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE MATRIZES DE CORTE, 4., 2002, Chapecó. **Anais...** Chapecó. 2002. p. 13-20.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV/Departamento de Zootecnia, 2000, 141 p.

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

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

SAUVEUR, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs**. Paris: INRA, 1988. 450 p.

SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **INRA Productions Animales**, v. 9, n.1, p.25-34, 1996.

SHANAWANY, M.M. The effect of ahemeral light and dark cycle on the performance of laying hens (a review). **World Poultry Science Journal**, Madson, v. 38, p. 120-126, 1982.

SHANAWANY, M.M.; MORIS, T.R.; PIRCHNER, F. Influence of sequence length on the response to ahemeral lighting late in lay. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 34, p. 873-880, 1993.

SILBERNALL, S.; DESPOPOULOS, A. **Atlas de poche de physiologie**. 5.ed. Paris: Flammarion Médecine Science, 1989. 359 p.

SINGH, R. V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 27-35.

SKOGLUND, W.C.; WHITTAKER, D. **Poultry Science**, Champaign, v.59, p. 2397-2399, 1980.

SNETZINGER, D. C.; ZIMMERMANN, R. A. Limiting energy intake of laying hens. In energy requirements of poultry. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 14, n.3, p. 185-199, 1974.

SOUBA, A.J.; KNANDEL, H.C.; DUCTCHER, R. A. Dred yeast product as supplement to a good poultry laying ration as a means of increasing egg production. **Poultry Science**, Illinois, v. 3, n. 6, p. 204-213, 1924.

SWENSON, M. J. **Dukes**: fisiologia dos animais domésticos. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984.

TAKAHASHI, T. et al. Arginine vasotocin receptor binding in the hen uterus (shell gland) before and after oviposition. **Europe Journal Endocrinology**, v.130, p.366-372, 1994.

THEIS, I. M. **Limites energéticos do desenvolvimento**. Blumenau: FURB, 1996. 77 p.

THIMONIER, J. Photopériode et reproduction. **INRA Productions Animales**, v.9, n 1, p. 3-8, 1996.

TIENHOVEN, A. V.; OSTRANDER, C. E. The effect of interruption of dark period at different intervals on egg production and shell breaking strength. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 52, p. 998-1001, 1973.

TIENHOVEN, A. V.; OSTRANDER, C. E. Short total photoperiods and egg production of white leghorns. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 55, p. 1361-1364, 1976.

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

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern applied statistics with S**. 4th ed. Heidelberg: Springer. 2002. 495p.

WAKABAYASHI, S. et al. Induction of ovation growth and ovulation by administration of chicken gonadotrophin preparation to Japanese quail kept under a short-day regimen. **British Poultry Science Journal**, Madson, v. 33, p. 847-856, 1992.

WILSON, W. O.; ABPLANALP, H. Intermittent lighting stimuli in egg production of chickens. **Poultry Science**, v. 35, p. 532-538, 1956.

WILSON, W. O.; ABPLANALP, H.; ARRINGTON, L. Sexual development of Coturnix as effected by changes in photoperiods. **World's Poultry Science Journal**, Madson, v. 41, p. 17-22, 1962.

WILSON, W.O.; HUANG, R.H. A comparison of the time of oviposition for coturnix and chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 41, n. 6, p. 1843-1851, 1962.

8 ANEXOS

TABELA 1A - Temperaturas médias no período experimental (°C)	73
TABELA 2A – Intensidade de luz durante o período noturno com lâmpadas acesas (lux) nos diferentes tratamentos	74
TABELA 3A - Intensidade de luz durante o período noturno com as lâmpadas apagadas (lux) nos diferentes tratamentos	74
TABELA 4A - Horário do acender e apagar das lâmpadas do tratamento testemunha conforme o fotoperíodo natural durante o período experimental...	74
Tabela 5A - Horário do acender e apagar das lâmpadas do tratamento intermitente 1 conforme o fotoperíodo natural durante o período experimental e tempo de redução de luz artificial.....	75
TABELA 6A - Horário do acender e apagar das lâmpadas do tratamento intermitente 2 conforme o fotoperíodo natural durante período experimental e tempos de redução de luz artificial.....	75
TABELA 7A – Resumo da análise de variância do consumo de ração de acordo com o programa de iluminação e períodos	76
TABELA 8A – Resumo da análise de variância da produção de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos	76
TABELA 9A – Resumo da análise de variância do peso de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos	77
TABELA 10A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar (g/g) de acordo com o programa de iluminação e períodos	77
TABELA 11A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar (g/dz) de acordo com o programa de iluminação e períodos	78
TABELA 12A – Resumo da análise de variância da massa de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos	78

TABELA 13A – Resumo da análise de deviance da perda de ovos em diferentes programas de iluminação	78
TABELA 14A – Resumo da análise de deviance da viabilidade de codornas em diferentes programas de iluminação.....	79
TABELA 15A – Resumo da análise de variância do peso específico de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos	79
TABELA 16A – Resumo da análise de variância da altura de albúmem de acordo com o programa de iluminação e períodos	79
TABELA 17A – Resumo da análise de variância do peso da casca de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos	80
TABELA 18A – Resumo da análise de variância do rendimento de casca de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos	80
TABELA 19A – Resumo da análise de variância da espessura de casca de acordo com o programa de iluminação e períodos	81
TABELA 20 A – Resumo da análise de variância do índice gonadal em programas de iluminação.....	81
TABELA 21A – Resumo da análise de variância do índice hepatossomático em programas de iluminação	81

TABELA 1A – Temperaturas (°C) médias durante o período experimental

Dia	1º Período		2º Período		3º Período		4º Período		5º Período	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	31,0	23,0	32,0	25,0	30,0	23,0	29,5	20,0	23,0	12,5
2	31,0	23,0	32,0	25,0	30,0	22,0	29,0	21,5	23,0	9,0
3	31,5	25,0	32,0	26,0	30,0	23,0	28,0	21,5	23,0	16,0
4	31,5	25,0	32,5	25,5	29,0	23,0	28,0	21,5	22,0	16,0
5	30,0	24,0	32,0	25,0	29,0	23,0	28,0	21,0	23,0	16,0
6	30,0	25,0	32,0	25,0	29,0	20,0	28,0	21,5	24,0	18,0
7	31,0	25,0	31,0	24,0	29,0	19,0	27,0	20,0	24,0	21,0
8	31,0	24,0	31,0	24,5	28,5	20,5	27,0	20,0	25,0	16,0
9	31,5	25,0	30,0	25,0	28,0	22,0	28,0	20,0	25,0	18,0
10	31,0	26,0	32,0	25,0	28,0	20,5	27,0	20,0	26,0	16,0
11	31,0	23,0	31,0	24,0	27,0	24,0	27,0	20,0	26,0	16,0
12	30,0	23,0	31,0	25,5	30,0	22,0	26,0	20,0	26,5	17,0
13	30,5	23,0	32,0	26,0	29,0	19,5	26,5	20,0	27,0	17,0
14	30,0	25,0	31,0	24,0	29,0	21,5	26,0	19,5	27,0	18,0
15	31,0	24,0	32,0	24,0	28,0	21,0	27,0	19,0	27,0	18,0
16	32,0	22,0	31,0	26,0	28,5	21,5	27,0	19,0	26,0	18,0
17	32,0	22,0	31,5	26,0	29,0	23,0	28,0	19,5	26,0	18,0
18	31,0	23,0	31,5	25,0	29,0	21,0	28,0	19,5	27,0	18,5
19	30,5	24,0	30,5	24,0	29,0	20,5	27,0	19,5	27,5	17,0
20	30,0	24,0	30,0	25,0	29,0	22,0	27,0	19,0	27,0	17,0
21	30,5	25,0	30,0	24,0	29,0	21,5	26,0	19,5	24,0	17,0
22	30,0	24,0	31,0	24,0	29,0	21,5	26,0	19,5	24,0	16,0
23	29,0	24,0	30,0	24,0	28,0	22,5	25,0	17,5	26,0	15,0
24	29,0	25,0	31,0	25,0	28,0	21,0	25,0	17,5	22,0	16,0
25	28,0	24,0	31,0	24,0	28,0	18,5	25,0	17,5	22,0	15,0
26	30,0	23,0	32,0	24,0	28,0	19,0	25,0	17,0	22,0	15,0
27	31,0	24,0	32,0	24,0	31,0	19,0	24,0	16,0	23,0	15,0
28	31,0	24,5	31,0	24,5	31,0	19,0	24,0	16,0	23,0	15,0
Média	30,67	23,98	31,28	24,75	29,92	21,22	26,76	19,38	24,68	16,3,2

TABELA 2A – Intensidade de luz durante o período noturno com lâmpadas acesas (lux) nos diferentes fotoperíodos tratamentos

			Testemunha		Intermitente 1		Intermitente 2	
			Frente	Fundo	Frente	Fundo	Frente	Fundo
Lado	Gaiolas Superiores	Cima	43,9	30,2	29,7	18,7	33,5	26,8
		Baixo	30,2	22,8	23,9	17,2	32,0	26,0
Sul	Gaiolas Inferiores	Cima	40,7	25,0	27,6	19,4	25,1	14,1
		Baixo	40,8	26,7	21,3	9,8	28,5	13,4
Lado	Gaiolas Superiores	Cima	15,2	8,8	33,3	12,9	41,3	11,3
		Baixo	15,7	8,5	27,3	18,1	36,6	18,5
Norte	Gaiolas Inferiores	Cima	37,4	27,7	22,4	23,6	49,8	36,6
		Baixo	36,5	10,9	24,8	19,6	38,7	16,4

TABELA 3A – Intensidade de luz durante o período noturno com as lâmpadas apagadas (lux) nos diferentes tratamentos

	Testemunha		Intermitente 1		Intermitente 2	
Lado sul	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
LADO NORTE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

TABELA 4A - Horário do acender e apagar das lâmpadas no tratamento testemunha durante o período experimental conforme a variação do fotoperíodo natural* e horas de estimulação

Dia*	Nascente*	Poente*	Acender	Apagar	Horas de luz
01/02	05h45	18h55	03h30	07h30	15h25
11/02	05h51	18h50	03h30	07h30	15h20
21/02	05h58	18h42	03h00	07h30	15h42
01/03	06h01	18h36	03h00	07h30	15h36
11/03	06h06	18h27	03h00	07h30	15h27
21/03	06h10	18h18	03h00	07h30	15h18
01/04	06h14	18h06	02h30	07h30	15h36
11/04	06h19	17h57	02h30	07h30	15h27
21/04	06h22	17h48	02h30	07h30	15h18
01/05	06h27	17h40	02h00	07h30	15h40
11/05	06h32	17h34	02h00	07h30	15h34
21/05	06h36	17h30	02h00	07h30	15h30
01/06	06h41	17h27	02h00	07h30	15h27
11/06	06h45	17h27	02h00	07h30	15h27

*Dados de Murakami & Arikí (1998) como referência para a região sudeste.

Tabela 5A - Horário do acender e apagar das lâmpadas no tratamento intermitente 1 durante o período experimental conforme o fotoperíodo natural* e tempo de redução de luz artificial

Dia*	Nascente*	Poente*	Acender	Apagar	Redução de luz (h)
01/02	05h45	18h55	03h30	04h00	01h45
11/02	05h51	18h50	03h30	04h00	01h51
21/02	05h58	18h42	03h00	03h30	02h28
01/03	06h01	18h36	03h00	03h30	02h31
11/03	06h06	18h27	03h00	03h30	02h36
21/03	06h10	18h18	03h00	03h00	03h10
01/04	06h14	18h06	02h30	03h00	03h14
11/04	06h19	17h57	02h30	03h00	03h19
21/04	06h22	17h48	02h30	03h00	03h22
01/05	06h27	17h40	02h00	02h30	03h57
11/05	06h32	17h34	02h00	02h30	04h02
21/05	06h36	17h30	02h00	02h30	04h06
01/06	06h41	17h27	02h00	02h30	04h11
11/06	06h45	17h27	02h00	02h30	04h15

* Dados de Murakami & Ariki (1998) como referência para a região Sudeste.

TABELA 6A - Horário do acender e apagar das lâmpadas do tratamento intermitente 2 durante período experimental e tempos de redução de luz artificial conforme o fotoperíodo natural*

Dia*	Nasce*	Poente*	Madrugada			Noite		Redução De luz(h)	
			Acende	Apaga	Escuro1	Acende	Apaga		Escuro2
01/02	05h45	18h55	04h30	05h00	00h45	19h30	20h00	00h35	01h20
11/02	05h51	18h50	04h30	05h00	00h51	19h30	20h00	00h40	01h31
21/02	05h58	18h42	04h30	05h00	00h58	19h30	20h00	00h48	01h46
01/03	06h01	18h36	04h30	05h00	01h01	19h30	20h00	00h54	01h55
11/03	06h06	18h27	04h30	05h00	01h06	19h30	20h00	01h03	02h09
21/03	06h10	18h18	04h30	05h00	01h10	19h30	20h00	01h12	02h22
01/04	06h14	18h06	04h30	05h00	01h14	19h30	20h00	01h24	02h38
11/04	06h19	17h57	04h30	05h00	01h19	19h30	20h00	01h35	02h54
21/04	06h22	17h48	04h30	05h00	01h22	19h30	20h00	01h42	03h06
01/05	06h27	17h40	04h30	05h00	01h27	19h30	20h00	01h50	03h17
11/05	06h32	17h34	04h30	05h00	01h32	19h30	20h00	01h56	03h28
21/05	06h36	17h30	04h30	05h00	01h36	19h30	20h00	02h00	03h36
01/06	06h41	17h27	04h30	05h00	01h41	19h30	20h00	02h03	03h44
11/06	06h45	17h27	04h30	05h00	01h45	19h30	20h00	02h03	03h48

* Dados de Murakami & Ariki (1998) como referência para a região Sudeste.

TABELA 7A – Resumo da análise de variância do consumo de ração de acordo com o programa de iluminação e períodos

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	19,26778	0,0098
Erro (a)	33	3,61234	
Período(Per)	4	46,86293	0,0000
Trat*Per	8	1,36098	0,0003
Per/T1	(4)	17,76593	0,0000
Per/T2	(4)	10,53376	0,0000
Per/T3	(4)	21,28521	0,0000
Trat/P1	(2)	1,47334	0,0154
Trat/P2	(2)	3,71950	0,0000
Trat/P3	(2)	0,40264	0,3099
Trat/P4	(2)	10,76653	0,0000
Trat/P5	(2)	8,34967	0,0000
Resíduo	132	0,34422	

TABELA 8A – Resumo da análise de variância da produção de ovos de acordo com o programa de iluminação e períodos experimentais

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	208,11336	0,3353
Erro (a)	33	184,22836	
Período (Per)	4	387,21621	0,0000
Trat*Per	8	21,56859	0,2282
Per/T1	(4)	202,82746	0,0000
Per/T2	(4)	154,45158	0,0000
Per/T3	(4)	73,07434	0,0018
Resíduo	132	16,06844	

TABELA 9A – Resumo da análise de variância do peso dos ovos de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	0,35211	0,2585
Erro (a)	33	0,24977	
Periodo (Per)	4	3,31837	0,0000
Trat*Per	8	0,07807	0,0143
Trat/P1	(2)	0,00783	0,7776
Trat/P2	(2)	0,23489	0,0008
Trat/P3	(2)	0,19943	0,0021
Trat/P4	(2)	0,17492	0,0044
Trat/P5	(2)	0,04734	0,2188
Per/T1	(4)	0,94948	0,0000
Per/T2	(4)	1,00957	0,0000
Per/T3	(4)	1,51546	0,0000
Resíduo	132	0,03110	

TABELA 10A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar/peso de ovos (g/g) de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	0,13583	0,0015
Erro (a)	33	0,01710	
Periodo (Per)	4	0,10927	0,0000
Trat*Per	8	0,00951	0,0153
Trat/P1	(2)	0,01321	0,0338
Trat/P2	(2)	0,00654	0,1823
Trat/P3	(2)	0,01575	0,0180
Trat/P4	(2)	0,07632	0,0000
Trat/P5	(2)	0,06206	0,0000
Per/T1	(4)	0,04407	0,0000
Per/T2	(4)	0,02471	0,0001
Per/T3	(4)	0,05952	0,0000
Resíduo	132	0,00383	

TABELA 11A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar/dz de ovos de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	1870	0,5043
Erro (a)	33	2670	
Periodo (Per)	4	30500	0,0000
Trat*Periodo	8	860	0,0096
Trat/P1	(2)	240	0,4777
Trat/P2	(2)	40	0,8986
Trat/P3	(2)	950	0,0555
Trat/P4	(2)	1450	0,0127
Trat/P5	(2)	2640	0,0004
Per/T1	(4)	15350	0,0000
Per/T2	(4)	9830	0,0000
Per/T3	(4)	7050	0,0000
Resíduo	132	320	

TABELA 12A – Resumo da análise de variância da massa de ovos de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	2,47613	0,3831
Erro (a)	33	2,50679	
Período (Per)	4	5,67000	0,0000
Trat*Per	8	0,26371	0,2834
Per/T1	(4)	2,40250	0,0000
Per/T2	(4)	1,77763	0,0000
Per/T3	(4)	2,01729	0,0000
Resíduo	132	0,21347	

TABELA 13A – Resumo da análise de deviance da perda de ovos de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	F	Pr > F
Tratamento (Trat)	2	0,2906	0,7497
Período (Per)	4	0,3139	0,8683
Per x Trat	8	0,8250	0,5820

TABELA 14A – Resumo da análise de deviance da viabilidade das codornas de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	F	Pr > F
Tratamento (Trat)	2	3,0724	0,0598
Período (Per)	4	13,8504	0,0000
Per x Trat	8	1,0490	0,4030

TABELA 15A – Resumo da análise de variância do peso específico de ovos de codornas de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	20,15000	0,0483
Erro (a)	33	6,05606	
Periodo (Per)	4	209,39444	0,0000
Trat*Periodo	8	0,86528	0,8504
Trat/P1	(2)	1,69444	0,3705
Trat/P2	(2)	4,19444	0,0883
Trat/P3	(2)	7,11111	0,0173
Trat/P4	(2)	2,52778	0,2287
Trat/P5	(2)	8,08333	0,0101
Per/T1	(4)	77,10833	0,0000
Per/T2	(4)	75,43333	0,0000
Per/T3	(4)	58,58333	0,0000
Resíduo	132	1,71136	

TABELA 16A – Resumo da análise de variância de altura de albúmem de acordo com os programas de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	0,01003	0,9243
Erro (a)	33	0,12701	
Periodo (Per)	4	2,32113	0,0000
Trat*Per	(8)	0,22885	0,0007
Trat/P1	2	0,49300	0,0005
Trat/P2	(2)	0,18823	0,0509
Trat/P3	(2)	0,09014	0,2355
Trat/P4	(2)	0,00564	0,9152
Trat/P5	(2)	0,14841	0,0943
Per/T1	(4)	0,45051	0,0000
Per/T2	(4)	1,01332	0,0000
Per/T3	(4)	1,31499	0,0000
Resíduo	132	0,06228	

TABELA 17A – Resumo da análise de variância do peso de casca de ovos de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	0,00004	0,9845
Erro (a)	33	0,00237	
Periodo (Per)	4	0,03659	0,0000
Trat*Per	8	0,00123	0,2260
Trat/P1	(2)	0,00018	0,8263
Trat/P2	(2)	0,00209	0,1038
Trat/P3	(2)	0,00025	0,7581
Trat/P4	(2)	0,00186	0,1324
Trat/P5	(2)	0,00059	0,5248
Per/T1	(4)	0,01349	0,0000
Per/T2	(4)	0,00739	0,0000
Per/T3	(4)	0,01818	0,0000
Resíduo	132	0,00091	

TABELA 18A– Resumo da análise de variância do rendimento de casca de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr > F
Tratamento (Trat)	2	0,2643	0,1671
Erro (a)	33	0,1398	
Período (Per)	4	1,302	0,0001
Trat * Per	8	0,0720	0,5799
Per/T1	(4)	0,6118	0,0000
Per/T2	(4)	0,2983	0,0109
Per/T3	(4)	0,53317	0,0002
Resíduo	132	0,08754	

TABELA 19A – Resumo da análise de variância da espessura de casca de acordo com o programa de iluminação

FV	GL	QM	Pr>Fc
Tratamento (Trat)	2	0,00025	0,0175
Erro (a)	33	0,00006	
Periodo (Per)	4	0,00019	0,0000
Trat*Per	8	0,00009	0,0000
Trat/P1	(2)	0,00025	0,0000
Trat/P2	(2)	0,00010	0,0048
Trat/P3	(2)	0,00001	0,5681
Trat/P4	(2)	0,00019	0,0001
Trat/P5	(2)	0,00005	0,0544
Per/T1	(4)	0,00004	0,0745
Per/T2	(4)	0,00020	0,0000
Per/T3	(4)	0,00014	0,0000
Resíduo	132	0,00002	

TABELA 20A – Resumo da análise de variância do índice gonadossomático em programas de iluminação de codornas

FV	GL	QM	Pr > F
Tratamento	2	4,9269	0,0059
Resíduo	33	0,819	

TABELA 21A – Resumo da análise de variância do índice hepatossomático em programas de iluminação de codornas

FV	GL	QM	Pr > F
Tratamento	2	0,9581	0,0386
Resíduo	33	0,2664	