

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS
DE GALOS LEVES E SEMIPESADOS
SUBMETIDOS A DIFERENTES
FOTOPERÍODOS**

MÔNICA PATRÍCIA MACIEL

2006

MÔNICA PATRÍCIA MACIEL

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE GALOS LEVES E
SEMPESADOS SUBMETIDOS A DIFERENTES FOTOPERÍODOS**

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

Orientador

Prof. Dr. Judas Tadeu de Barros Cotta

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

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

Maciel, Mônica Patrícia

Características reprodutivas de galos leves e semi-pesados submetidos a diferentes fotoperíodos / Mônica Patrícia Maciel. -- Lavras : UFLA, 2006.
126p. : il.

Orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Reprodução. 2. Galo. 3. Sêmen. 4. Fotoperíodo. 5. Iluminação intermitente.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.51

MÔNICA PATRÍCIA MACIEL

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE GALOS
LEVES E SEMIPESADOS SUBMETIDOS A DIFERENTES
FOTOPERÍODOS

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

Aprovada em 27 de janeiro de 2006

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas	UFLA
Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas	UFLA
Prof. Dr. Flamarion Tenório de Albuquerque	UFLA
Prof. Dr. Francisco Duque de Mesquita	UFLA
Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino	UFV

Prof. Dr. Judas Tadeu de Barros Cotta
UFLA
(orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, por sempre iluminar meu caminho,
A meus pais, Paulo e Ana, pelo amor, apoio e incentivo constante,
DEDICO.

A meus irmãos Míriam, Paulo Roberto e Márcio,
Aos meus sobrinhos, Pedro Henrique e Sabrina,
À minha querida tia Mirtes,
OFEREÇO

Não há desespero para quem pensa "estou apenas começando". Mesmo que esteja agora enfrentando dificuldades, não perca a coragem. Mesmo que tenha alcançado êxitos e conhecimentos, saiba que ainda pode melhorar mais. Na expressão "estou apenas começando" está oculta a força para melhorar muito mais ainda.

M. Taniguchi.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e aos Departamentos de Zootecnia e Medicina Veterinária, pelo apoio e oportunidade de realização do curso.

Ao professor Judas Tadeu de Barros Cotta, pelos ensinamentos e orientação oferecidos durante o curso.

Ao professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelas sugestões e auxílio oferecidos.

Ao professor Luis David Solis Murgas, pela amizade, dedicação e atenção prestadas a este trabalho.

Aos professores Giovanni Rabelo, Flamarion Tenório de Albuquerque e Luiz Fernando Teixeira Albino, pelo auxílio e atenção.

A Granja Planalto, pelo fornecimento das aves utilizadas no experimento.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Borginho, Geraldo, Márcio, Gilberto, Keila, Pedro, Carlos, Rogéria e Meire; e funcionários do Departamento de Medicina Veterinária, Marcos, William e Miro, pela amizade e colaboração durante a condução do experimento.

Aos funcionários da Biblioteca Central da UFLA, pelo apoio.

Ao vigilante Francisco, pelo apoio e atenção prestados durante a condução do experimento.

Aos amigos e acadêmicos dos cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária, Daniela, Givanildo, Gustavo, Celso, Andressa, Marco Aurélio,

Daniele, Elaine, Ana Luisa, Larissa e Micaela; aos colegas de pós-graduação Ana Luísa, Valério, Lutércia, Ronan, Fernanda, Adriano, Carol, Paula, Cristina, Laureano e Ellen, pelo valioso auxílio antes e durante a condução do experimento.

Ao colega de pós-graduação Sidney Tavares dos Reis, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos queridos amigos Paula, Ana Luísa, Cristina, Bruno, Juliana, Kamilla, Adriano, Reinaldo, Lutércia, Carol, Fernanda e Ellen, meu agradecimento especial pela amizade e apoio incondicional em todos os momentos.

A todos os companheiros do curso de pós-graduação, pelo alegre convívio.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Características reprodutivas do macho.....	3
2.2 Regulação hormonal da reprodução.....	9
2.3 Fatores que afetam a fertilidade do macho.....	10
2.4 Efeito da luz sobre a fisiologia das aves.....	11
2.4.1 A percepção da luz	11
2.4.2 Ritmo circadiano	12
2.5 Utilização de programas de luz	13
2.5.1 Tipos de programas de luz.....	14
2.5.2 Efeito de programas de luz sobre o desempenho e reprodução das aves.....	16
2.5.2.1 Programas de luz para fêmeas.....	16
2.5.2.2 Programas de luz para machos.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Localização e duração do experimento.....	23

3.2 Instalações, aves e manejo	23
3.3 Tratamentos	27
3.4 Parâmetros avaliados	31
3.4.1 Consumo de ração	31
3.4.2 Peso corporal	32
3.4.3 Parâmetros seminais	32
3.4.3.1 Volume de sêmen.....	32
3.4.3.2 Motilidade e vigor espermáticos.....	32
3.4.3.3 Concentração espermática.....	33
3.4.3.4 Número de células totais (NCT).....	33
3.4.3.5 Morfologia espermática	33
3.4.4 Desenvolvimento testicular, avaliações seminal e histológica.....	34
3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas	35
3.5.1 Consumo de ração, peso corporal e parâmetros seminais.....	35
3.5.2 Desenvolvimento testicular, avaliações seminal e histológica.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 GALOS LEVES.....	38
4.1.1 Consumo de ração.....	38
4.1.2 Peso corporal	40
4.1.3 Parâmetros seminais	41
4.1.3.1 Volume de sêmen	41
4.1.3.2 Concentração espermática e número de células totais (NCT).....	44
4.1.3.3 Motilidade e vigor espermáticos.....	48
4.1.3.4 Morfologia espermática.....	51
4.1.4 Parâmetros testiculares.....	55
4.1.4.1 Desenvolvimento testicular.....	57
4.1.4.2 Avaliação histológica testicular.....	59

4.1.4.3 Avaliação seminal.....	63
4.2 GALOS SEMI-PESADOS.....	65
4.2.1 Consumo de ração.....	65
4.2.2 Peso corporal.....	66
4.2.3 Parâmetros seminais.....	67
4.2.3.1 Volume de sêmen.....	67
4.2.3.2 Concentração espermática e número de células totais (NCT).....	70
4.2.3.3 Motilidade espermática e vigor espermáticos.....	73
4.2.3.4 Morfologia espermática	76
4.2.4 Parâmetros testiculares	80
4.2.4.1 Desenvolvimento testicular	80
4.2.4.2 Avaliação histológica testicular.....	83
4.2.4.3 Avaliação seminal	87
5 CONCLUSÕES.	94
6 SUGESTÕES	95
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
8 ANEXOS.....	109
ANEXO A.....	113
ANEXO B.....	124
ANEXO C.....	126

RESUMO

MACIEL, Mônica Patrícia. **Características reprodutivas de galos leves e semi-pesados submetidos a diferentes fotoperíodos.** 2006. 126p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes fotoperíodos (programas de luz) sobre parâmetros reprodutivos de galos de linhagens leves e semipesadas, foi conduzido um experimento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados 24 galos da linhagem Lohman LSL (leve) e 24 galos da linhagem Lohman Brown (semipesada) com idade inicial de 19 semanas, sendo os mesmos submetidos a 3 tratamentos: a) fotoperíodo 1: contínuo; b) fotoperíodo 2: intermitente c) fotoperíodo 3: luz natural crescente. As aves foram alojadas em galpão dividido em 3 ambientes, de forma que a iluminação de um não interferisse na do outro. O período experimental teve duração de 140 dias e as medidas foram tomadas aos 168, 203, 238 e 273 dias de idade dos galos. Os animais foram distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado em um esquema de parcelas subdivididas, considerando-se as avaliações nas diferentes idades como medidas no tempo. Para as medidas de peso corporal, consumo de ração e parâmetros seminais, foram utilizados 8 animais de cada linhagem, por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de 1 animal. As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), peso corporal (g), produção de sêmen (ml), motilidade (%) e vigor espermáticos (0 a 5), concentração espermática (número de células x 10⁹), número de células espermáticas totais (NCT- volume x concentração) e morfologia espermática (alterações de cabeça, cauda e alterações totais). Para avaliações do desenvolvimento e histologia testicular e do sêmen coletado no ducto deferente foram utilizados 4 animais de cada linhagem, por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de 1 animal. Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso corporal, peso dos testículos direito e esquerdo, peso testicular total, em gramas; diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e espessura do epitélio seminífero (EES), em µm número de células dos túbulos seminíferos (células de Sertoli; espermatogônias e espermátides arredondadas), motilidade (%), vigor (0 a 5) e concentração espermática (número de células x 10⁹). As diferenças entre tratamentos foram comparadas pelo teste Scott Knott (5%) e as idades submetidas à análise de regressão. Os galos leves submetidos ao fotoperíodo contínuo apresentaram

¹ Comitê orientador: Judas Tadeu de Barros Cotta – UFLA (Orientador); Luis David Solis Murgas – UFLA; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

maior consumo de ração ($P < 0,05$), não havendo influência significativa ($P > 0,05$) dos fotoperíodos sobre as demais variáveis. Os galos semipesados submetidos ao fotoperíodo natural apresentaram menor produção de sêmen, NCT, pesos testiculares, EES e número de espermátides arredondadas. Conclui-se que os fotoperíodos contínuo, intermitente ou natural crescente (em condições de $21^{\circ}14'$ de latitude sul) podem ser utilizados em galpões abertos para galos leves durante o período reprodutivo, sem prejudicar os parâmetros reprodutivos. Galos semi-pesados podem ser criados sob fotoperíodo contínuo ou intermitente, porém, quando estes animais são submetidos apenas à luz natural crescente eles têm os parâmetros reprodutivos prejudicados.

ABSTRACT

MACIEL, Mônica Patrícia. Reproductive characteristics of light and semi-heavy roosters submitted to different photoperiods. 2006. 126p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

With the objective of evaluating the effects of different photoperiods on the reproductive parameters in roosters of light and semi-heavy strains, an experiment was conducted in the Animal Science Department of the Federal University of Lavras. 24 roosters of the Lohman LSL strain (light) and 24 roosters of the Lohman Brown strain (semi-heavy), aged 19 weeks were utilized, they themselves being submitted to 3 treatments: a) Photoperiod 1: Continuous; b) Photoperiod 2: Intermittent and c) Photoperiod 3: growing natural light. The birds were housed in a shelter divided into 3 environments, so that the lighting of one did not interfere upon the that of the other. The experimental period lasted 140 days and the measures were taken at 168, 203, 238 and 273 days of age of the roosters. The animals were allotted to a completely randomized experimental design in a split plot scheme, taking into account the evaluations in the different ages as measures in time. For the measures of body weight, feed intake, seminal performance and parameters, 8 animals of each strain per treatment were utilized, the experimental unit being made up of 1 animal. The variables evaluated were: feed intake (g/bird/day), body weight (g), seminal volume (ml), spermatic motility (%) and vigor (0 to 5), spermatic concentration (number of cells $\times 10^9$), number of total spermatic cells (NCT- volume \times concentration) and spermatic morphology (alterations of head, tail and total alterations). For the evaluations of the testicular development and histology and of the semen collected in the deferent duct, 4 animals of each strain per treatment were utilized, the experimental unit being constituted of 1 animal. The following variables were evaluated: body weight, weights of the right and left testes, total testicular weight in grams; diameter of the seminiferous tubules (DTS) and thickness of the seminiferous epithelium (EES) in μm ; number of cells of the seminiferous tubules (Sertoli cells; rounded spermatogonia and spermatids); motility (%), vigor (0 to 5) and spermatic concentration (number of cells $\times 10^9$). The differences between treatments were compared by the Scott Knott test (5%) and the ages submitted to the analysis of regression. The light roosters submitted of continuous light showed increased ration consumption ($P < 0,05$), there being no significant influence ($P > 0,05$) of the photoperiods on the other variables. The semi-heavy roosters submitted of the natural

² Guidance Committee: Judas Tadeu de Barros Cota – UFLA (Adviser); Luis David Solis Murgas – UFLA; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

photoperiod presented decreased semen production, NCT, testicular weights, EES and number of rounded spermatids. It follows that the photoperiods continuous, intermittent or growing natural light (21° 14' de south latitude) can be utilized in open shelters for light roosters over the reproductive period without harming the reproductive parameters. Semi-heavy roosters can be bred under either continuous or intermittent photoperiods, but when these animals are submitted only to growing natural light, they have their reproductive parameters wronged.

1 INTRODUÇÃO

A fertilidade das matrizes é um ponto crítico, uma vez que determina o número de pintos produzidos por ave alojada. Neste contexto, os machos desempenham um importante papel na fertilidade. Utilizando a proporção de 1 galo para 10 galinhas, e estas produzindo uma média de 180 ovos/ciclo (matriz pesada), cada galo seria responsável pela fertilização de 1.800 ovos. Considerando uma eclodibilidade de 85%, seria observada uma produção de 1.530 pintos/macho. Alterações de 1% na fertilidade poderiam provocar uma diferença de 15 pintos/galo (Cotta, 2002a).

A eficiência reprodutiva dos machos é determinada pela carga genética e por fatores como temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, manejo alimentar e peso corporal. Para alcançar o desempenho reprodutivo máximo é necessário o controle destes fatores e da sua influência sobre o início da maturidade sexual, desenvolvimento testicular, espermatogênese e fertilidade.

Um dos fatores ambientais que afetam a reprodução dos galos é o fotoperíodo. Em aves de postura já é bastante conhecida a função da luz elétrica com o objetivo de aumentar o fotoperíodo e estimular a produção de ovos. Entretanto, dados sobre os efeitos da luz sobre as funções reprodutivas do macho são limitados.

Um dos programas de luz utilizados atualmente em países da Europa e Estados Unidos é o chamado “programa de iluminação intermitente”, que fornece combinações alternadas de luz e escuro. Ele prevê uma iluminação fracionada descontínua e baseia-se no conceito de “dia subjetivo”, que denomina o período durante o qual o animal permanece fisiologicamente ativo, mesmo na escuridão. A adoção deste conceito de manejo permite uma redução na

utilização de iluminação artificial na produção de aves, sendo uma boa maneira de economizar eletricidade.

No Brasil, poucos pesquisadores têm dado a devida atenção a este tema. Muitos produtores julgam que quanto mais luz fornecida às aves melhor será o desempenho das mesmas.

A Universidade Federal de Lavras tem sido pioneira, na América Latina, na realização de experimentos que comparam fotoperíodos contínuos e intermitentes em ambiente aberto para poedeiras e codornas. Nestas pesquisas têm-se observado resultados semelhantes entre estes tipos de programas, demonstrando a possibilidade de utilização de luz intermitente, sem prejuízo da produtividade das aves e, ainda, com a vantagem de economia de energia elétrica.

Os efeitos do fotoperíodo sobre o desenvolvimento testicular e a produção de espermatozoides pelo galo precisam ser mais conhecidos, o que permitiria uma melhor definição das condições de criação destes animais. A conquista destes conhecimentos é facilitada na reprodução por inseminação artificial, pois permite manter separados os machos e as fêmeas e avaliar, a todo o momento, o desempenho reprodutivo dos mesmos.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos de diferentes programas de luz sobre parâmetros reprodutivos em galos de linhagens leves e semi-pesadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características reprodutivas do macho

Assim como nos mamíferos, nos machos das espécies aviárias, os testículos têm a função dupla de produzir espermatozoides (espermatogênese) e produzir e secretar hormônios esteróides. Os hormônios reprodutivos produzidos pelos testículos são principalmente andrógenos, sendo a testosterona o mais importante (Sesti & Ito, 2000).

Os testículos das aves estão localizados na cavidade abdominal, em posição imediatamente abaixo dos rins e paralelos ao eixo da coluna vertebral (Llobet et al., 1989). A espermatogênese é realizada a uma temperatura de aproximadamente 41°C, em contraste à temperatura escrotal dos mamíferos (24°C a 26°C). Enquanto na fêmea das aves só o ovário esquerdo é funcional, nos machos ambos os testículos são funcionais. Os testículos das aves são maiores, em relação ao peso corporal, do que os dos mamíferos, sendo o esquerdo de 0,5 a 3,0 g mais pesado que o direito (Etches, 1996).

Os galos não possuem vesículas seminais, glândulas bulbouretrais nem próstata. Estreitamente justaposto a cada testículo, há uma estrutura denominada epidídimo. A região do epidídimo consiste em túbulos eferentes que transportam o esperma desde o testículo até o ducto epididimário, que é visível na superfície do epidídimo. De cada epidídimo emerge o ducto deferente, que segue em direção posterior e termina na cloaca. Logo antes do seu término, o ducto deferente apresenta uma dilatação que funciona como local para armazenamento de espermatozoides, assim como todo o ducto. Cada vaso deferente penetra numa pequena papila e ejeta o sêmen, através dela, na cloaca. O falo (órgão copulatório rudimentar) do galo e dos machos de muitas outras aves é pequeno e

não funciona como órgão para penetração. O sêmen é transferido para a fêmea pelo contato entre o falo rudimentar e a vagina evertida da fêmea (Burke, 1996).

O desenvolvimento testicular do galo é caracterizado por 3 fases. A primeira fase é denominada pré-puberal (1 dia de idade a 10/12 semanas) e há um grande aumento do peso dos testículos, que passam dos 3 mg, ao primeiro dia, a 500 mg com 10/12 semanas de idade. Há intensa multiplicação das células de Sertoli. A segunda, chamada fase puberal (12 a 22/24 semanas), caracteriza-se pelo aparecimento dos primeiros espermatozóides nos testículos, cujo peso aumenta muito rapidamente, de forma exponencial, até alcançar 25 a 30 g, com 22/24 semanas de idade. Finalmente, na terceira fase (adulta), o peso dos testículos permanece basicamente o mesmo, de 24 até 39 semanas, começando, então, a decrescer a partir das 40 semanas de idade. A produção de espermatozóides atinge seu máximo entre 24 e 29/30 semanas de idade e, assim, permanece até aproximadamente 40 semanas e, então, decresce na medida em que os machos envelhecem. A queda de fertilidade com a idade é variável, de um macho para outro, e será retardada ou acelerada por diferentes fatores ambientais e de manejo (Adjanohoun, 1994).

Segundo Bakst & Bahr (1995), cada testículo está rodeado de tecido conjuntivo, contendo os túbulos seminíferos e as células de Leydig, dispersas entre os espaços tubulares. Estas células são secretoras de androgênios, sendo o principal a testosterona. Os túbulos seminíferos de galos imaturos são alinhados por uma camada simples de células de Sertoli e espermatogônias. Já os machos maduros possuem túbulos de forma irregular, alinhados por um epitélio germinativo de múltiplas camadas.

Como nos mamíferos, a espermatogênese nas aves é um processo complexo de proliferação celular, redução haplóide do genoma celular e diferenciação celular. As células germinativas sofrem divisões celulares e modificações de desenvolvimento, começando na periferia e progredindo em

direção à luz tubular. As espermatogônias (consideradas como a primeira etapa da espermatogênese) são células diplóides e, portanto, se dividem mitoticamente para manter constante a população de células-tronco da espermatogênese. Estas células dão origem aos espermatócitos, que passam pelo processo de meiose. As células haplóides resultantes, as espermatídes, sofrem uma série progressiva de modificações estruturais e de desenvolvimento, dando origem aos espermatozóides (espermioogênese). As células germinativas em desenvolvimento estão intimamente associadas a grandes células de Sertoli, ou células sustentaculares, que as envolvem durante o desenvolvimento. Estas células proporcionam um microambiente preciso para que ocorram as diferenciações celulares durante a espermatogênese (Garner & Hafez, 2004).

Em geral, os vários estágios da espermatogênese em espécies aviárias são de curta duração em comparação com os mamíferos. Enquanto que o intervalo do início da meiose até a formação completa do espermatozóide é de aproximadamente 26 dias no rato, 29,5 dias no carneiro e 37 dias no touro, somente 14 dias são necessários para o galo e o pato, 11 dias para a codorna e 14 dias para a galinha d'angola (Oakberg, 1956; Ortavan, 1956; Hochereau et al; de Reviers, 1968; Marchand et al., 1977; Amir et al., 1963; Brillard, 1981, citados por Noirault, 2005).

O número de células de Sertoli presentes nos testículos é proporcional ao tamanho/peso dos mesmos e, por isso, a produção diária de sêmen varia com o tamanho testicular. Existe uma correlação direta entre tamanho de testículo e produção de sêmen. Em geral, machos produtores de frangos de corte produzem mais sêmen que aqueles produtores de poedeiras (Etches, 1996).

Segundo Burke (1996), o sêmen é uma mistura de células espermáticas e líquidos de transporte. Nas aves domésticas, o ejaculado característico tem alta concentração e baixo volume (Tabela 1). A concentração do sêmen coletado

artificialmente é muito variável, estando as células espermáticas misturadas com líquidos secretados a partir do aparelho fático ingurgitado e com resíduos dos sistemas digestivo e urinário. As contribuições desses fatores não são facilmente controláveis e, em consequência disso, consideráveis variações no volume e na composição do sêmen têm sido observadas.

A produção diária de espermatozoides parece ocorrer em ritmo constante, da mesma forma que o volume do ejaculado. Estes parâmetros são reduzidos quando o sêmen é coletado em maior frequência e com o avançar da idade (Etches, 1996).

TABELA 1 Volume de sêmen e concentração de espermatozoides para várias espécies ou tipos de aves. ¹

Tipo de reprodutor	Volume do ejaculado (ml)		Concentração espermática (10 ⁹ células/ml)	
	Média	Variação	Média	Variação
Galo				
Pesado	0,35	0,10 a 0,90	5,7	3,0 a 8,0
Leve	0,15	0,05 a 0,30	5,0	5,0 a 7,5
Médio	0,20	0,08 a 0,50	5,0	3,5 a 6,0
Peru				
Pesado	0,15	0,08 a 0,30	9,0	8,0 a 13,5
Leve	0,20	0,10 a 0,30	9,5	4,0 a 8,0
Codorna	-	0,005 a 0,02	-	1,5 a 2,5
Galinha D'Angola	-	0,01 a 0,02	-	1,5 a 2,5

¹Lake & Steward, 1978; Rouvier et al., 1984; Etches, 1994; Surai & Wishart (1996).

Como ocorre em outros animais, os espermatozoides da ave são compostos por acrossoma, cabeça, peça intermediária e cauda. Porém, diferentemente dos mamíferos, a cabeça é estreita e alongada (0,5 x 12,5 μ m), com um pequeno acrossoma cobrindo a extremidade apical do núcleo. Nos galos e perus, o comprimento total do espermatozoide é de cerca de 110 micrômetros (μ m) e o diâmetro da cauda é de cerca de 0,5 μ m ou ligeiramente menor, dando ao espermatozoide uma forma filiforme (Burke, 1996).

Trabalhos sobre morfologia espermática em galos são bastante escassos e em menor número são aqueles que relacionam esses achados a problemas reprodutivos. As anormalidades espermáticas são incompatíveis com a boa fertilidade, a despeito dos parâmetros físicos do sêmen. Qualquer alteração nas características morfológicas pode comprometer a motilidade e a sobrevivência do espermatozoide. Segundo Correa & Arceo (1995), a percentagem de defeitos espermáticos é maior no início da vida reprodutiva dos galos (16%) e diminui ao alcançar a maturidade sexual (11%). Variações no peso corporal alteram a morfologia espermática, sendo mais evidente em animais com excesso de peso (Jaenisch, 1998).

Moss et al. (1978) afirmam que todas as amostras de sêmen das diferentes espécies animais contêm uma proporção de células anormais. Elas podem ser classificadas em anormalidades primárias, originadas durante o desenvolvimento dos espermatozoides no túbulo seminífero e secundárias, que são alterações que ocorrem após a formação completa do espermatozoide, durante sua passagem pelo epidídimo. Alkan et al. (2002) afirmam que as alterações morfológicas encontradas em espermatozoides de galos e perus são similares e que as mais frequentes são aquelas relacionadas ao acrossoma e à peça intermediária.

Lake (1971), citado por Garner & Hafez (2004), afirmam que a proporção média de espermatozoides normais encontrada em galos é de 85% a

90%. Em perus, uma taxa de 80% de formas espermáticas normais garante uma boa fertilização, enquanto que valores menores podem resultar em redução na fertilidade em até 8% (Surai & Wishart, 1996).

A morfologia espermática pode variar entre raças ou linhagens. Sevinç et al. (1983), citados por Alkan et al. (2002), verificaram maior número de alterações em galos New Hampshire em comparação com galos Leghorn.

Segundo Gomes (1970), a motilidade é um dos testes utilizados para avaliar a qualidade do sêmen e tem sido considerado um bom indicador da viabilidade espermática geral. Porém, deve ser reconhecido como apenas um dos fatores para a estimativa da fertilidade.

Froman & Feltman (1998), em estudo com galos selecionados para baixa e alta motilidade espermática, observaram que estes últimos produziram sêmen com maior capacidade fertilizante. Bowling et al. (2003), verificaram resultado semelhante, encontrando ainda menor percentagem de anomalias espermáticas em galos com maior motilidade espermática.

Segundo Munro (1938 a,b), a motilidade é adquirida gradativamente à medida que os espermatozóides vão percorrendo o trato reprodutivo do macho, especialmente após passarem pelo epidídimo. Isso foi confirmado posteriormente por Howarth Jr. (1983), que observou que a movimentação espermática é mínima nos testículos (19%), aumenta relativamente no epidídimo rudimentar (49%) e atinge o máximo somente nos ductos deferentes (88%). A motilidade do ejaculado foi próxima àquela observada nos ductos deferentes: 87%.

Assim como o volume e a concentração, a motilidade espermática é influenciada pela idade das aves, aumentando nas primeiras semanas reprodutivas até alcançar a maturidade sexual completa e diminuindo após um período de pico de produção (Rosenstrauch et al., 1994; Correa & Arceo, 1995; Celorini et al., 1997). Com relação ao vigor espermático, Celeghini et al. (2001)

não observaram variações expressivas nesta variável ao longo da vida reprodutiva do galo.

Lake (1971), citado por Garner & Hafez (2004), afirma que a variação média da motilidade espermática em galos está entre 60% e 80%.

2.2 Regulação hormonal da reprodução

As gônadas das aves produzem hormônios esteróides que atuam em todo o organismo, afetando o desenvolvimento do sistema dos ductos reprodutivos, apêndices de cabeça (crista e barbelas), penas, emissão de sons, composição do sangue, absorção de nutrientes e comportamento. O esteróide testicular predominante é a testosterona, enquanto o ovário secreta estrogênio, progesterona e testosterona (Burke, 1996).

Os fotorreceptores hipotalâmicos convertem sinais eletromagnéticos em uma mensagem hormonal, por meio dos seus efeitos nos neurônios hipotalâmicos, que secretam o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH). O GnRH é secretado no sistema portal hipotalâmico e transportado aos gonadotrofos da hipófise. Os gonadotrofos respondem ao estímulo do GnRH, produzindo as gonadotrofinas: hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH), secretando-os no sistema circulatório. Nos testículos, o LH atua sobre as células intersticiais, ou de Leydig, estimulando a produção de andrógenos, sendo a testosterona o mais importante. O FSH atua sobre as células de Sertoli, provavelmente estimulando o crescimento, a diferenciação e a espermatogênese nos túbulos seminíferos (Etches, 1994; Sesti & Ito, 2000).

2.3 Fatores que afetam a fertilidade do macho

Alguns fatores podem afetar o desempenho reprodutivo das aves domésticas. No caso dos machos, estes fatores podem mudar a capacidade de fertilização destes animais.

Segundo Sesti & Ito (2000), certos aspectos do manejo do macho são cruciais para o alcance de taxas de fertilidade e produtividade aceitáveis em lotes de reprodutores. Não se deve assumir que determinada prática de manejo deva ser sempre aplicada da mesma maneira para machos de diferentes linhagens.

A composição da dieta dos machos pode ter um efeito dramático e absoluto na taxa de fertilidade. Tanto a super quanto a subalimentação causam reduções na produção de sêmen. Existem evidências de que a taxa de produção espermática de um macho será maximizada quando as aves ingerirem níveis de proteína (ou de aminoácidos) menores do que aqueles necessários para as fêmeas. Um nível dietético de 9% a 10% de proteínas já seria suficiente para atender à sua necessidade (Sesti & Ito, 2000).

A restrição alimentar tem efeito direto na redução do peso corporal e da carcaça, na cria e na produção. No caso de reprodutores de corte que são selecionados pela capacidade de crescimento precoce, uma alimentação à vontade proporciona o desenvolvimento de carcaça muito grande e conformação fisicamente prejudicial para um bom acasalamento e uma boa fertilidade. Aves em restrição apresentam melhor persistência do peso dos testículos na produção do que aves alimentadas à vontade, cujas fertilidades caem rapidamente após 40 semanas de idade (Brown & McCartney, 1983; Buckner & Savage, 1986).

Temperaturas elevadas, especialmente quando combinadas com umidade relativa do ar elevada podem reduzir drasticamente o desempenho reprodutivo dos machos. A temperatura ambiental ótima para uma melhor

espermatogênese está entre 15°C e 20°C. Na fase de cria, altas temperaturas tendem a acelerar a maturidade sexual. Na fase de produção, a fertilidade não é afetada por uma queda de temperatura de até 6°C ou 7°C, desde que os machos sejam alimentados corretamente. Entretanto, abaixo de 6°C, observa-se freqüentemente queda de fertilidade pela redução das atividades do macho. Por outro lado, temperaturas acima de 30°C, geralmente reduzem a espermatogênese e, conseqüentemente, a fertilidade. É observada, em épocas quentes, fertilidade menor em 2% a 3% em relação às estações frias (Adjanohoun, 1994).

2.4 Efeitos da luz sobre a fisiologia das aves

2.4.1 A percepção da luz

A luz é percebida pelas aves graças a fotorreceptores que transformam a energia contida nos fótons em sinais biológicos. No olho, a energia dos fótons é transformada pelos pigmentos fotossensíveis contidos nos cones e bastonetes e transmitida pelos neurônios até o cérebro, onde o sinal é integrado em uma imagem. Para finalidades de reprodução, entretanto, a percepção da luz não depende dos fotorreceptores do olho. Já foi demonstrado que fotorreceptores no hipotálamo são os transformadores biológicos que convertem a energia dos fótons em impulsos neurais. Estes impulsos são, então, captados pelo sistema endócrino, que controla a função testicular e ovariana e, por conseqüência, as múltiplas funções reprodutivas, comportamentais e as características sexuais secundárias (Etches, 1994).

Segundo Sauveur (1996), ao contrário do que é observado nos mamíferos, a percepção da informação luminosa nas aves é mais importante pela via transcraniana do que pela via ocular. Este autor relatou que o escurecimento

do crânio de pardal com tinta preta bloqueia a resposta sexual, enquanto a privação do globo ocular não apresenta o mesmo efeito.

2.4.2 Ritmo circadiano

Ritmo circadiano, ou biorritmo, representa o controle fisiológico das atividades metabólicas do indivíduo por meio da luz. Nas condições de iluminação natural, o organismo apresenta modificações fisiológicas durante o período de 24 horas do dia (Freitas, 2003).

Para que possam reconhecer que a duração do dia (período de 24 horas) aumentou ou diminuiu, as aves devem ser capazes de diferenciar um dia “curto” de um dia “longo”. O dia mais curto no hemisfério sul (21 de junho), é chamado de solstício de inverno e o mais longo (21 de dezembro), solstício de verão. Entre o solstício de inverno e o de verão, os dias têm luminosidade crescente, o que estimula a maturidade sexual. Ao contrário, a partir do solstício de verão, o fotoperíodo diminui (os dias se tornam mais curtos), inibindo o ciclo reprodutivo (Cotta, 1997).

Segundo Sesti & Ito (2000), as aves não são na realidade estimuladas constantemente durante toda a duração do fotoperíodo, mas, sim, durante apenas dois momentos muito importantes deste período. As aves são sensibilizadas inicialmente, no momento em que as luzes são acesas e 11 a 15 horas mais tarde. Este período é chamado de fase fotossensitiva e, essencialmente, vai determinar se a ave irá perceber o dia como longo ou curto. Um dia curto não é estimulatório, enquanto que um dia longo irá iniciar e manter um fluxo hormonal que controla a ovulação e a espermatogênese. Portanto, se as luzes estiverem acesas durante a fase fotossensitiva, então o estímulo luminoso será estimulatório para a reprodução.

2.5 Utilização de programas de luz

A atividade reprodutiva, em muitas espécies de aves, é controlada pelos estímulos ambientais que sincronizam as estações de reprodução com a época ótima para a sobrevivência da prole. A duração do dia regula as estações de reprodução de muitas espécies silvestres e domésticas e a atividade reprodutiva aumenta nos dias mais longos e diminui nos mais curtos. Assim, a regulação com luz artificial é muito utilizada em criações comerciais de aves, tanto para retardar como para iniciar a atividade das gônadas (Burke, 1996).

Segundo Sesti & Ito (2000), o objetivo principal de um programa de luz ao qual o lote é submetido é controlar e estimular a maturação sexual (desenvolvimento do ovário, testículos e anexos) para que esta ocorra na idade adequada. A maioria das espécies aviárias é de reprodução sazonal. O ciclo reprodutivo é controlado por mudanças no comprimento do dia, ou seja, número de horas de luz no período de 24 horas (fotoperíodo).

A duração do fotoperíodo, em avicultura, pode variar enormemente (desde 2 a 3 horas até 24 horas de luz por dia). Entretanto, recomenda-se do ponto de vista do bem-estar animal, que as aves recebam pelo menos 8 horas de luz artificial por dia, quando em ambientes controlados. Ainda não está claro se as 8 horas de luz ao dia devem ser contínuas ou intermitentes. De qualquer modo, menos de 8 horas de luz poderá acarretar prejuízo ao bem-estar da ave (Hevia & Quiles, 2003).

O programa de luz ideal seria aquele que proporcionasse a máxima produção com o mínimo gasto de energia elétrica (Freitas, 2003).

Eitan & Soller (1996) afirmam que a resposta para diferentes fotoperíodos em aves é afetada por fatores genéticos. A aplicação de fotoperíodos insuficientes provoca um efeito prejudicial maior sobre o início da maturidade sexual e a produção de sêmen em machos de linhagens de corte em comparação com machos de linhagens de postura. Os efeitos são similares ao observado em fêmeas (Eitan & Soller, 1994), indicando a presença de fatores genéticos semelhantes em ambos os sexos.

Ao adotar-se um programa de luz, deve-se levar em consideração que as fêmeas respondem à luz (amadurecimento folicular) 21 dias após o início do estímulo luminoso e os machos respondem aproximadamente 5 semanas após este estímulo. Os machos devem ter o mesmo programa de luz, ou semelhante, utilizado pelas fêmeas para sincronizar a maturidade sexual (Boni & Paes, 1999).

2.5.1 Tipos de programas de luz

Segundo Freitas (2003), os programas de luz são divididos em hemerais e ahemerais. Programas hemerais são compostos de períodos de 24 horas, distribuídos em duas fases distintas denominadas de fotofase (fase clara) e escotofase (fase escura). Quando as duas fases apresentam a mesma duração, o período é chamado de simétrico, e, quando suas durações são diferentes, eles são assimétricos.

Os programas hemerais são divididos em contínuos e intermitentes. O programa contínuo oferece luz natural e artificial de forma contínua em instalações abertas ou apenas luz artificial continuamente em ambientes controlados.

Segundo Sesti & Ito (2000), embora seja muito comum a utilização de iluminação contínua desde o momento do “amanhecer” artificial (luzes são

acesas) até o “anoitecer” artificial (luzes são apagadas), isso não é essencial. Após o “amanhecer”, o dia pode ser interrompido por períodos de escuro. Programas deste tipo são comumente utilizados para poedeiras leves alojadas em galpões de ambiente controlado.

O programa de luz intermitente fornece combinações alternadas de luz e escuridão, baseando-se na noção de dia subjetivo. Ele prevê uma iluminação descontínua e é uma boa maneira de economizar eletricidade.

A expressão “dia subjetivo” designa o período durante o qual o animal permanece fisiologicamente ativo, mesmo na obscuridade (Cotta, 1997). Quando um flash de luz é dado em um certo momento da “noite”, a ave o interpreta como o início do dia, ignorando o período escuro que se estabelece entre o flash e o clarear natural do dia (aurora). O mesmo ocorre após o escurecer natural e o último flash é entendido fisiologicamente como o fim do fotoperíodo. Esse período entre o primeiro e o último flash, a ave interpreta como “dia subjetivo”.

Segundo Mongin (1980), ao serem utilizados programas que utilizam o conceito de “dia subjetivo”, o período máximo de atividade das aves é de 15 horas e o período cotidiano de atividade não pode ser prolongado indefinidamente. Após as 15 horas de luz, a ave se torna fotorrefratária, podendo-se concluir que fotoperíodos curtos não atingem a fase fotossensível, enquanto dias longos têm esta capacidade (Sauveur, 1996). Tais programas vêm sendo utilizados, principalmente, para poedeiras. Poucos dados são disponíveis sobre a sua aplicação em aves de reprodução.

Os programas ahemerais fornecem períodos de luz e escuro em combinação e que podem ser maiores ou menores, mas não iguais a 24 horas. Eles podem ser convencionais ou intermitentes, embora poucos estudos descrevendo as características do fotoesquema ahemeral intermitente sejam disponíveis. Estes programas só são possíveis em ambiente controlado (Etches, 1994).

Os programas mais utilizados na atualidade são os hemerais assimétricos, os quais visam a economia de energia elétrica.

2.5.2 Efeito de programas de luz sobre o desempenho e reprodução das aves

Estudos sobre efeitos de programas de iluminação para aves de postura vêm sendo realizados há vários anos por diversos autores que avaliam a influência dos mesmos sobre as fases de crescimento, maturidade sexual e produção de ovos. Porém, dados sobre os efeitos destes programas sobre a função reprodutiva dos machos ainda são raros.

Na fase de crescimento, a utilização de programas de luz tem como principal objetivo retardar a maturidade sexual das frangas, fazendo com que elas iniciem a postura por volta de 20 semanas (aves leves) e 24 semanas (aves pesadas) de idade. A partir daí, o objetivo é estimular a produção de ovos e sincronizar a postura (Freitas, 2003). Nos machos, o objetivo seria semelhante, refletindo numa espermatogênese prolongada.

2.5.2.1 Programas de luz para fêmeas

Rowland (1985) e Koelkebeck (1986), comparando o efeito de fotoperíodos contínuos e intermitentes sobre a produção e qualidade dos ovos, concluíram que a maior produção de ovos ocorreu com a utilização de tratamento contínuo. Porém, Pesquisas de Midgley et al. (1988), Lewis & Perry (1990) e Sauveur (1996), sobre fotoperiodismo e reprodução das fêmeas, mostram que o fracionamento da duração do dia com a manutenção de uma noite principal permite manter a produtividade sem modificar as características dos ovos.

Lewis & Perry (1989) verificaram diminuição na deposição de gordura e menor peso corporal em poedeiras semipesadas submetidas à iluminação intermitente em comparação com aquelas criadas sob luz contínua, sendo estas características mantidas durante todo o experimento (22 a 70 semanas de idade). Não houve diferença na produção de ovos, segundo os programas luminosos. Lewis et al. (1992), em revisão de trabalhos sobre programas intermitentes, observaram os mesmos resultados, concluindo que estes tipos de programa geralmente aumentam a viabilidade porque reduzem a obesidade e o estresse.

Trabalhos de Koelkebeck (1986), Lewis & Perry (1986) e Morris et al. (1990) sobre a utilização de iluminação intermitente para poedeiras, mostram que este tipo de programa de luz reduz o consumo de ração, quando comparados com programas com iluminação contínua. No entanto, Lewis & Perry (1990) e Morris & Butler (1995) não observaram diferenças no consumo das poedeiras, concluindo que o mesmo não varia quando na utilização de programas de luz intermitente ou contínuo.

De acordo com Etches (1996), o efeito da iluminação sobre o consumo de ração depende da atividade locomotora da ave, que fica reduzida ao mínimo nos períodos escuros. O gasto de energia metabólica é também reduzido, pois diminuem os movimentos, levando a uma melhoria na eficiência alimentar nos programas de iluminação intermitente.

Charles & Tucker (1993), trabalhando com modernos híbridos de postura, encontraram pouca ou nenhuma diferença sobre o desempenho das aves mantidas sob variados fotoperíodos. Estes autores sugerem que estas aves estão tão geneticamente predispostas à postura que praticamente se apresentam refratárias às mudanças de regime luminoso.

Em trabalho recente, Freitas (2003) submeteu poedeiras leves e semipesadas em final de postura a três tipos de regimes luminosos: contínuo (natural + artificial), natural crescente e intermitente (natural + 15 segundos de

luz). O autor concluiu que as poedeiras leves e semipesadas podem ser criadas com programa de iluminação intermitente, sem diminuir a sua produtividade e sem alterar as características dos ovos. Resultados semelhantes foram observados por Gewehr (2003), em trabalho com codornas adultas criadas com programas contínuos (artificial + natural) e intermitentes (natural + uma fotofase 30 minutos de luz ou natural + 2 fotofases de 30 minutos).

2.5.2.2 Programas de luz para machos

Bajpai (1962) estudou o efeito dos fotoperíodos contínuo e natural crescente sobre as características do sêmen de galos adultos Rhodes Island Red. O autor observou que os programas: somente luz natural, 16 horas de luz (L) e 8 horas de escuro (E) e 8L:16E não afetaram a concentração espermática e o pH do sêmen. Os galos que receberam 16L:8E apresentaram maior volume de sêmen, maior número de espermatozoides por ejaculado, maior percentagem (%) de espermatozoides vivos e menor percentagem de espermatozoides anormais na comparação com os demais programas. Com relação à motilidade, não foram observadas diferenças nos espermatozoides dos galos que receberam luz natural ou 16L:8E. As aves que receberam luz natural apresentaram menor número de espermatozoides por ejaculado que os demais programas. As aves que receberam 8L:16E apresentaram menor número de espermatozoides por ejaculado em comparação com 16L:8E e menor motilidade, porcentagem de espermatozoides vivos e maior porcentagem de espermatozoides anormais, em comparação com todos os outros programas.

Parker & McCluskey (1963) estudaram o efeito de diferentes fotoperíodos contínuos (1, 3, 9 ou 13 horas de luz) sobre o volume e a capacidade fertilizante do sêmen de galos sexualmente maduros (210 dias de idade). O volume e a capacidade fertilizante do sêmen não foram afetados pelos

diferentes fotoperíodos, mas, 3 horas de luz proporcionaram menor flutuação na produção de sêmen. O peso dos testículos também não foi afetado.

Ingkasuwan & Ogasawara (1966) realizaram experimento com galos White Leghorn e dois fotoperíodos constantes (curto= 8 horas de luz ou longo= 14 horas de luz) e duas temperaturas ambientes (moderada= em torno de 23°C ou alta= 32,2°C). Eles observaram que o fotoperíodo de 14 horas estimulou o desenvolvimento precoce dos testículos quando comparado com o de 8 horas. O fotoperíodo de 8 horas atrasou o início do crescimento dos testículos, mas, não impediu que os testículos atingissem o tamanho normal aos 224 dias (32 semanas). Uma vez atingido o desenvolvimento testicular completo, o fotoperíodo curto proporcionou uma melhor qualidade de sêmen quando comparado ao fotoperíodo longo sob uma temperatura moderada. A mudança de fotoperíodo após a maturidade sexual não afetou a produção de sêmen.

Reviere et al. (1973), trabalhando com galos reprodutores leves e pesados, observaram que, durante o período pré-puberal (anterior a 12 semanas de idade), um fotoperíodo contínuo (8L:16E, 16L:8E) não exerceu nenhum efeito no desenvolvimento dos testículos. Entretanto, durante o período puberal (de 12 a 24 semanas), a duração do fotoperíodo constante exerceu um grande efeito na idade de maturação sexual. Dias curtos constantes de 8 horas retardaram a maturidade sexual em 2 a 4 semanas, mas, evitaram uma queda posterior no peso dos testículos, mantendo-os em torno de 16 gramas até um período superior a 50 semanas. Por outro lado, dias constantes longos de 16 horas adiantaram a maturidade sexual, mas aceleraram a regressão de peso dos testículos (em torno de 24 semanas) e aumentaram a queda na produção de sêmen.

Reviere (1996) observou que uma redução na duração do dia (fotoperíodo decrescente), a partir do primeiro dia, aumenta a duração do período pré-puberal e retarda a maturidade sexual em galos leves. Por outro

lado, um aumento na duração do dia (fotoperíodo crescente) adianta a maturidade sexual, mas resulta em menor peso testicular.

Follett & Maung (1978) desenvolveram pesquisa, durante um ano, sobre a influência de fotoperíodos contínuos longos (12 a 20 horas de luz) e iluminação natural sobre os níveis plasmáticos de FSH, LH e testosterona e desenvolvimento testicular em codornas. Todos os fotoperíodos contínuos utilizados estimularam a espermatogênese, sendo o máximo desenvolvimento testicular observado nas aves criadas sob 14, 16 ou 20 horas de luz (L). O menor desenvolvimento (50%) foi verificado naquelas codornas criadas sob 12L, tendo provocado diminuição no crescimento (diâmetro) do epitélio dos túbulos seminíferos. A secreção de LH foi similar para todos os fotoperíodos, mas foram observados menores níveis de testosterona e FSH nos animais mantidos sob 12L:12E. Nas aves mantidas sob luz natural, houve uma nítida variação ao longo do ano. Durante períodos de iluminação crescente, a produção hormonal se manteve alta, com correspondente aumento do desenvolvimento testicular, ocorrendo o oposto nos períodos decrescentes de iluminação. Resultados semelhantes foram observados por Baraldi Artoni et al. (1999), que verificaram uma maior proliferação celular e, conseqüentemente, maiores diâmetro e espessura do epitélio seminífero e maiores pesos testiculares em codornas adultas criadas em meses de iluminação crescente.

Em trabalho com galos adultos de linhagem pesada, Proudfoot (1981) forneceu fotoperíodos constantes de 15,5; 14; 6 e 2 horas de luz (L). Os animais que receberam fotoperíodos de 15,5 e 14L apresentaram maior motilidade espermática. Apesar dos espermatozóides produzidos pelos galos que receberam 6L apresentarem menor motilidade, a sua capacidade fertilizante se manteve alta (93%). O volume de sêmen produzido foi semelhante entre os galos submetidos aos diferentes fotoperíodos. O autor concluiu que a utilização de um período curto de 6L, comparado com períodos longos, pode ser vantajosa, não só para a

redução do consumo de energia elétrica, mas também para reduzir a agressividade que ocorre quando as aves são alojadas juntas.

A influência de fotoperíodos longos e contínuos (15,5 ou 16,5 horas de luz) sobre o desempenho reprodutivo de galos de linhagem pesada com idade de 245 a 350 dias (35 a 50 semanas) foi avaliada por Harris et al. (1984). Estes autores observaram que o volume de sêmen e o número de espermatozoides aos 245 e 280 dias (35 e 40 semanas), foram maiores nos galos que receberam o fotoperíodo de 16,5 horas.

Beaupré et al. (1997) não observaram diferenças na produção de sêmen e no peso testicular de galos adultos submetidos a 24 horas de luz constante e a 13L:11E. As características histológicas dos testículos (proliferação celular) também não foram afetadas.

Semelhante ao que ocorre com galos, Noirault et al. (2005) observaram atraso no desenvolvimento testicular de perus submetidos a dias curtos constantes (7L:17E), enquanto que animais sob dias longos (14L:10E) ou crescentes apresentaram desenvolvimento precoce dos testículos. Os autores observaram também semelhança na duração da espermatogênese destes animais em comparação com galos e galinhas d'angola.

Com respeito aos programas que utilizam luz intermitente, poucas são as informações na literatura sobre os seus efeitos na reprodução dos machos das aves.

Reviere (1980) desenvolveu experimento com galos fornecendo aos mesmos um fotoperíodo principal de 7 horas de luz e outro secundário de 1 hora, sendo este fornecido de 10 a 20 horas após o fotoperíodo principal, destinado a localizar o momento de maior fotossensibilidade da ave. Este autor observou que o desenvolvimento testicular avaliado é máximo quando o fotoperíodo curto (1 hora de luz) é fornecido 11 horas depois do fotoperíodo principal (7 horas de luz). O interesse prático essencial deste tipo de programa de iluminação é

permitir uma economia de energia elétrica, não iluminando os galos em um momento “menos eficiente”.

Siopes & Wilson (1980) verificaram que o desenvolvimento testicular máximo em codornas ocorreu de 12 a 16 horas após o fornecimento de luz (fase fotossensitível). Na comparação de fotoperíodos contínuos e intermitentes, os autores observaram que não existiram diferenças sobre o desenvolvimento testicular, desde que o fornecimento de luz ocorresse dentro da fase fotossensitível.

Siopes (1983) estudou a influência de luz intermitente sobre a economia de energia elétrica e as características seminais de perus adultos. Os animais foram expostos a diferentes fotoperíodos: 1) 15L:9E – tratamento controle; 2) 2L:11E:4L:7E; 3) 4L:9E:4L:7E; 4) 2L:11E:2L:9E. Observou-se que, embora os perus tivessem mantido pesos corporais semelhantes, os animais que receberam luz intermitente consumiram menos ração e produziram quantidades equivalentes de sêmen com número de espermatozoides semelhantes durante todo o período experimental em comparação ao tratamento controle. Foi observada uma menor incidência de espermatozoides morfologicamente anormais nos animais submetidos à luz intermitente, havendo uma economia de 73% de energia elétrica com a utilização dos programas intermitentes.

Em trabalho com perus sexualmente maduros, Bacon et al. (1994), submetem os mesmos a programas intermitentes (8 ciclos de 1L:2E) e contínuo (14L:10E). Não foram observadas diferenças entre os programas com relação ao peso corporal, peso testicular, produção de sêmen e secreção de LH e testosterona.

Sauveur (1998) afirma que o galo apresenta uma fase de fotossensibilidade máxima ao longo de 24 horas e responde conforme a noção de “dia subjetivo”. Uma duração de 8 horas de luz por dia, dividida em dois períodos de 4 horas espaçados de 6 a 8 horas (repartição da iluminação ou dia

subjetivo), é tão eficiente para o crescimento testicular quanto os fotoperíodos contínuos (14 horas).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração do experimento

Foi conduzido um experimento com galos de linhagens leves e semi-pesadas no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. O município de Lavras está localizado na região Sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste de Greenwich. A temperatura média anual de Lavras é de 19,4°C. O período experimental teve a duração de 140 dias, estendendo-se de julho a dezembro de 2004.

3.2 Instalações, aves e manejo

As aves de 1 dia de idade foram criadas sobre piso até a idade de 12 semanas, sendo posteriormente transferidas para gaiolas. A partir das 19 semanas de idade, as aves começaram a receber os diferentes regimes luminosos, dando início ao período experimental.

Foi utilizado um galpão com 16 m de comprimento por 8 m de largura, contendo 192 gaiolas, medindo 0,30 m x 0,40 m x 0,40 m, dispostas em duas filas, com dois andares por fila. Os comedouros utilizados foram do tipo calha, de 0,25 m de largura, com protetor para evitar desperdício de ração e bebedouros tipo “nipple”, dispostos na parte superior, dando acesso a duas gaiolas.

O galpão foi dividido em quatro ambientes por lonas de plástico pretas, colocadas perpendicularmente, do chão ao teto, de forma a evitar a passagem de luz de um ambiente para o outro. Três divisões foram utilizadas como ambientes experimentais e a quarta como escritório. Cada ambiente experimental contou com 48 gaiolas individuais, sendo 24 utilizadas para o alojamento dos galos de linhagem leve e as restantes 24 destinadas aos galos de linhagem semipesada.

Para cada tratamento, foram utilizados 24 galos da linhagem Lohman LSL (linhagem leve) e 24 galos da linhagem Lohman Brown (linhagem semipesada) com idade inicial de 19 semanas, sendo os mesmos alojados individualmente em cada gaiola. Para as coletas de sêmen e para os abates foram reservados 8 e 16 galos por linhagem, respectivamente, por tratamento. Dessa forma, foram utilizados 144 galos no experimento.

A partir da idade de 19 semanas, foi feita a estimulação diária dos galos que seriam destinados às coletas de sêmen para que os mesmos fossem condicionados ao procedimento na fase experimental. A estimulação foi realizada pelo método de massagem abdominal, conforme Burrows & Quinn (1937).

No período experimental, foi fornecida uma ração formulada à base de milho e de farelo de soja e suplementada com minerais e vitaminas. A composição bromatológica dos ingredientes utilizados na ração e a composição centesimal e bromatológica da ração são apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2 Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na ração

INGREDIENTE	PB (%) ¹	EM (kcal/kg) ³	Ca (%) ¹	Pd (%) ²
Milho moído	8,56	3371	0,03	0,09
Farelo de soja	45,55	2266	0,33	0,19
Farelo de trigo	16,55	1888	0,12	0,30
Calcário calcítico	-	-	38,5	-
Fosfato bicálcico	-	-	24,9	18,6

¹Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA.

²Considerou-se 1/3 do fósforo total como disponível.

³Dados obtidos de Rostagno *et al.* (2000).

TABELA 3 Composição centesimal e bromatológica da ração

INGREDIENTE	(%)
Milho	72,30
Farelo de soja	17,43
Farelo de trigo	3,84
Calcário calcítico	1,49
Fosfato bicálcico	1,39
Sal comum	0,30
Premix vitamínico*	0,20
Premix mineral*	0,20
Inerte (caulim)	3,03
TOTAL	100,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900
Proteína bruta (%)	14,76
Cálcio (%)	1,00
Fósforo disponível (%)	0,37

*Composição do premix (quantidades ou unidades/kg): vitamina A - 2000000 UI, vitamina D3 - 60000 UI, vitamina E - 1000mg, vitamina K - 50mg, tiamina - 10mg, riboflavina - 600mg, piridoxina - 60mg, vitamina B12 - 2500mcg, ácido pantotênico - 1500mg, niacina - 5000mg, colina - 70000mg, ác. fólico - 2mg, BHT - 15g, Mn - 10g, Cu - 0,5g, Zn - 6,0g, Co - 0,05g, I - 0,1g, Fe - 6g.

A temperatura ambiente foi anotada diariamente pela manhã por meio de termômetros de máxima e mínima localizados no interior do galpão (Anexo B).

Nos ambientes experimentais que exigiam iluminação artificial foram colocadas lâmpadas incandescentes de 40 watts, sendo as mesmas limpas semanalmente, visando manter um fluxo luminoso constante.

Em dois dos ambientes experimentais foram instalados “timer” com o objetivo de acender e apagar as luzes nos horários determinados. Em um destes ambientes, acoplado ao “timer”, foi instalado um temporizador que possibilitou desligar as luzes 15 segundos após serem acesas.

3.3 Tratamentos

Os galos foram submetidos a três diferentes fotoperíodos (programas de luz) segundo os tratamentos:

Tratamento 1 – fotoperíodo contínuo → as lâmpadas foram acesas às 4 horas e desligadas na aurora, acesas novamente ao anoitecer e apagadas às 19 horas, de forma a receberem um fotoperíodo contínuo de 15 horas (Figuras 1 e 2), na soma do fotoperíodo artificial e natural (Anexo C).

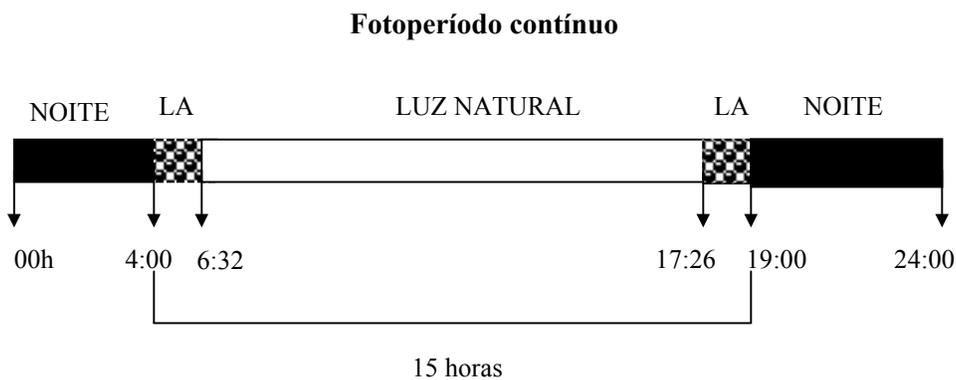


FIGURA 1 Representação do fotoperíodo contínuo, no início do período experimental (LA= luz artificial).

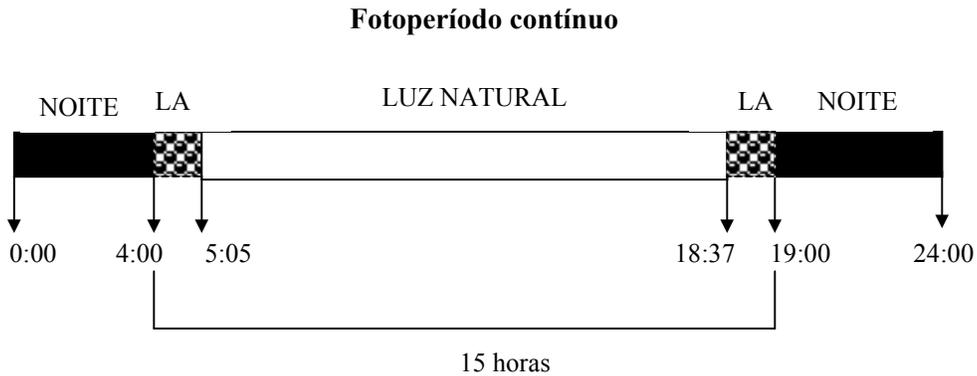


FIGURA 2 Representação do fotoperíodo contínuo, no final do período experimental (LA= luz artificial).

Tratamento 2 – fotoperíodo intermitente → as lâmpadas foram acesas às 4 horas e apagadas 15 segundos após. Eram novamente acesas às 18 horas, 59 minutos e 45 segundos e apagadas às 19 horas. Evocando-se o conceito de “dia subjetivo”, foi fornecido, então, um fotoperíodo intermitente de 15 horas (Figuras 3 e 4).

Fotoperíodo intermitente

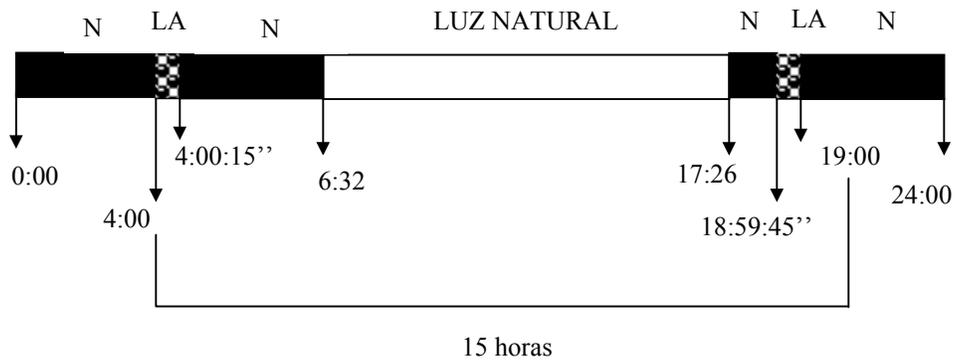


FIGURA 3 Representação do fotoperíodo intermitente, no início do período experimental (LA= luz artificial, N= noite).

Fotoperíodo intermitente

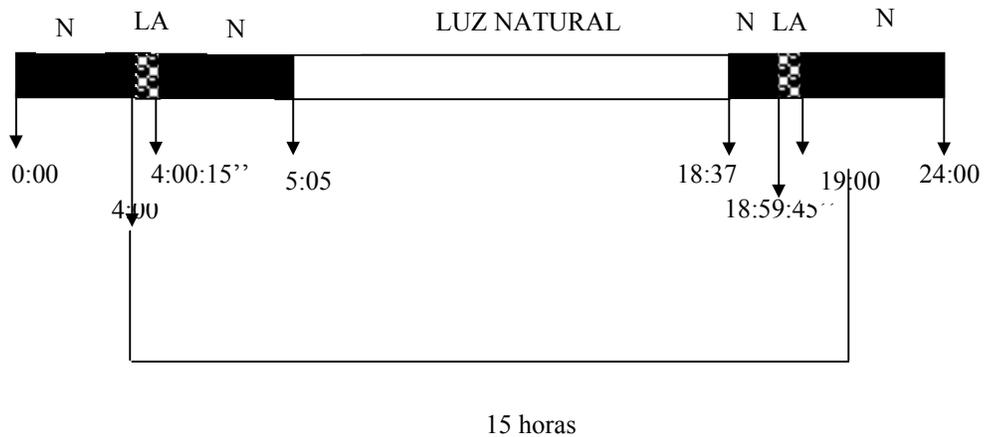


FIGURA 4 Representação do fotoperíodo intermitente, no final do período experimental (LA= luz artificial, N= noite).

Tratamento 3 – fotoperíodo natural → somente foi fornecida iluminação natural crescente (figuras 5 e 6), nas condições do Sudeste (Anexo C).

Fotoperíodo natural

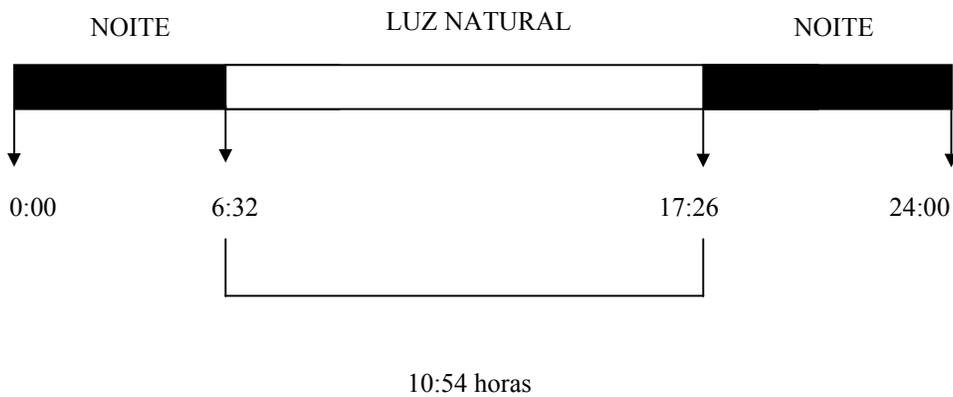


FIGURA 5 Representação do fotoperíodo natural, no início do período experimental.

Fotoperíodo natural

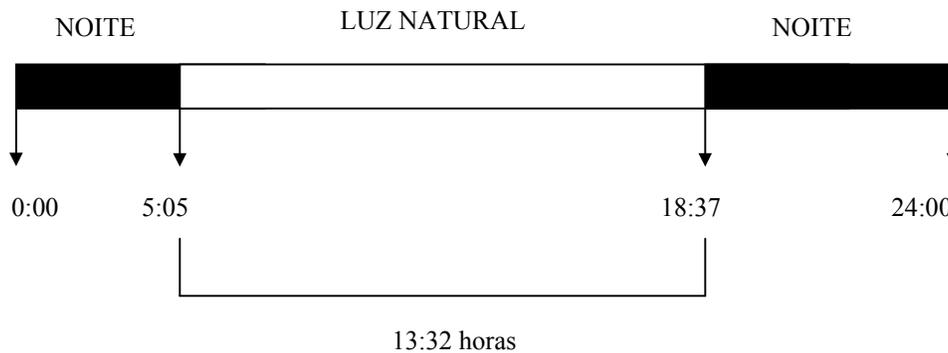


FIGURA 6 Representação do fotoperíodo natural, no final do período experimental.

3.4 Parâmetros avaliados

3.4.1 Consumo de ração

Foi determinado o consumo realizado pelos galos destinados à coleta de sêmen, sendo 16 galos por tratamento, 8 de linhagem leve e 8 de linhagem semipesada, no final da 24^a, 29^a, 34^a e 39^a semanas de idade (168, 203, 238 e 273 dias).

A ração foi pesada e distribuída para cada parcela (1 galo). A sobra dos comedouros foi pesada e, por diferença entre a fornecida e a sobra, foi determinado o consumo médio em gramas, por ave e por dia.

3.4.2 Peso corporal

Na idade de 168, 203, 238 e 273 dias, os galos foram pesados para a determinação do peso corporal, em gramas. Foram pesados aqueles animais destinados à coleta de sêmen, sendo 16 por tratamento, 8 de cada linhagem.

3.4.3 Parâmetros seminais

3.4.3.1 Volume de sêmen

Foram realizadas coletas de sêmen de 16 galos por tratamento, sendo 8 de cada linhagem, a cada 5 semanas (168, 203, 238 e 273 dias de idade). O volume foi medido individualmente, para cada galo, diretamente na escala da seringa de coleta graduada de 0 a 1,5 ml com precisão de 0,1 ml. A coleta foi feita pelo método de massagem abdominal, conforme Burrows & Quinn (1937).

3.4.3.2 Motilidade e vigor espermáticos

Para avaliação da motilidade e vigor, o sêmen recém-coletado foi colocado sobre uma lâmina histológica recoberto com lamínula. Em seguida foi realizada a análise em microscópio ótico, com um aumento de 40x. Todo o material analisado foi mantido em placa aquecedora a 40°C. A motilidade foi avaliada comparando-se a porcentagem (%) de espermatozóides móveis e imóveis, anotando-se a porcentagem de espermatozóides móveis. O vigor foi classificado de 0 a 5, sendo o escore 0 equivalente à total imobilidade espermática e o escore 5 à movimentação intensa, vigorosa, progressiva e com formação de ondas.

3.4.3.3 Concentração espermática

Foi retirada uma amostra de 10 μ l de sêmen para ser adicionado a 1ml de solução de formol citrato, sendo a contagem realizada com o uso de hemocítmetro (câmara de Neubauer) na diagonal com o resultado expresso em número de células por mm³ de sêmen. Para análise final, o resultado foi expresso em número de células/ml.

3.4.3.4 Número de células espermáticas totais (NCT)

O NCT foi calculado por meio da multiplicação da concentração e volume do ejaculado, segundo metodologia de Martin Rillo et al. (1996). O resultado final foi expresso em número de células/ml.

3.4.3.5 Morfologia espermática

Para a avaliação das anormalidades dos espermatozoides, 1 μ l de sêmen foi adicionado a 250 μ l de solução de formol citrato. Em seguida, no microscópio de contraste de fase, com aumento de 1000X, realizou-se a contagem de 100 células, expressando-se as alterações morfológicas em percentagem. As alterações avaliadas foram: alterações de cabeça, de cauda e alterações totais. Nessas últimas, foi considerada a soma das alterações de cabeça e cauda mais qualquer outro tipo de alteração não especificada.

3.4.4 Desenvolvimento testicular, avaliações seminal e histológica

A cada 5 semanas (168, 203, 238 e 273 dias de idade dos galos), foram sacrificados 8 animais por tratamento, 4 de cada linhagem, para a verificação do peso corporal e testicular. Foram coletadas amostras de sêmen diretamente do ducto deferente para avaliação da motilidade (%), vigor (score 0 a 5) e concentração espermática. Para avaliação histológica, foram retirados fragmentos de parênquima testicular, sendo os mesmos fixados em líquido de Bouin. Estes fragmentos foram, então, desidratados em concentrações crescentes de álcool etílico, diafanizados em xilol e incluídos em parafina, de acordo com metodologia de rotina. Fez-se microtomia dos blocos, obtendo-se cortes de 5 μ m de espessura que foram posteriormente corados com hematoxilina-eosina, de acordo com a técnica de Behmer et al. (1976) no Laboratório de Morfologia Microscópica do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA.

Na análise histológica dos testículos, para cada animal, mediram-se 10 secções transversais de túbulos seminíferos, escolhidos ao acaso, apresentando contornos os mais circulares possíveis, considerando-se sempre seu menor diâmetro, conforme recomendações de Berndtson & Pickett (1987). As variáveis histológicas avaliadas foram:

- diâmetro dos túbulos seminíferos;
- espessura do epitélio seminífero, desde a membrana basal até a borda luminal;
- população de células dos túbulos seminíferos, estimada pela contagem de núcleos de espermatogônias, de espermátides arredondadas e células de Sertoli.

As espermatogônias e as espermátides arredondadas foram escolhidas por serem células do primeiro e último estágio, respectivamente, da formação dos espermatozóides. A célula de Sertoli foi escolhida por ser uma célula que

intervém na formação dos espermatozoides, proporcionando um ambiente propício para seu desenvolvimento.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

3.5.1 Consumo de ração, peso corporal e parâmetros seminais

Para as medidas de consumo de ração, peso corporal e parâmetros seminais, os animais foram distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado sendo utilizado um esquema de parcelas subdivididas, considerando-se as avaliações nas diferentes idades como medidas no tempo (subparcelas). Foram testados 3 tratamentos, cada um apresentando 8 galos de linhagem leve e 8 galos de linhagem semipesada e 4 idades de avaliação, utilizando-se 8 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de 1 animal.

Os resultados foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + e(a)_{ji} + I_k + (FI)_{ik} + e_{ijk}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijk} : observação das aves submetidas ao fotoperíodo i , na repetição j , na idade k ;

μ : média geral;

F_i : efeito do fotoperíodo i , sendo $i = 1, 2, 3$;

$e(a)_{jj}$: erro associado a cada observação da parcela;

I_k : efeito da idade k , sendo $k = 1,2,3,4$;

$(FI)_{ik}$:efeito da interação do fotoperíodo i com a idade k ;

e_{ijk} : erro associado a cada observação da subparcela.

Os dados obtidos dos galos de linhagem leve foram submetidos à transformação para ajuste da normalidade:

- motilidade espermática: arco seno de $X/100$;
- alterações de cabeça dos espermatozoides: raiz de $X + 0,5$;
- alterações de cauda dos espermatozoides e alterações totais: raiz de X .

Os dados obtidos dos galos de linhagem semipesada foram submetidos à transformação para ajustar a normalidade:

- concentração espermática e número de células totais: raiz de X ;
- alterações de cabeça dos espermatozoides: raiz de $X + 0,5$;
- alterações de cauda dos espermatozoides: raiz de X .
- alterações totais: logaritmo na base 10 de X .

As diferenças entre tratamentos foram comparadas pelo teste Scott Knott (5%) e as idades de avaliação foram submetidas à análise de regressão, utilizando-se o pacote computacional SISVAR, descrito por Ferreira (2000).

3.5.2 Desenvolvimento testicular, avaliações seminal e histológica

Para avaliação do desenvolvimento testicular, histologia e avaliação do sêmen coletado no ducto deferente, os animais foram distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando-se um esquema de parcelas subdivididas, considerando-se as avaliações nas diferentes idades como medidas no tempo (subparcelas). Foram testados 3 tratamentos, cada um apresentando 16 galos de linhagem leve e 16 galos de linhagem semipesada e 4 idades, utilizando-se 4 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída de 1 animal.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + e(a)_{ji} + I_k + (FI)_{ik} + e_{ijk}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijk} : observação das aves submetidas ao fotoperíodo i , na repetição j , na idade k ;

μ : média geral;

F_i : efeito do fotoperíodo i , sendo $i = 1, 2, 3$;

$e(a)_{ji}$: erro associado a cada observação da parcela;

I_k : efeito da idade k , sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

$(FI)_{ik}$: efeito da interação do fotoperíodo i com a idade k ;

e_{ijk} : erro associado a cada observação da subparcela.

Os dados de concentração espermática dos galos de linhagem leve foram submetidos à transformação para ajuste da normalidade. Houve transformação dos valores encontrados para raiz de X .

As diferenças entre tratamentos foram comparadas pelo teste Scott Knott (5%) e as idades de avaliação foram submetidas à análise de regressão, utilizando-se o pacote computacional SISVAR, descrito por Ferreira (2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Galos leves

4.1.1 Consumo de ração

O consumo de ração (g/ave/dia) dos galos leves (Tabela 4) foi influenciado ($P < 0,05$) pelos diferentes fotoperíodos. Não foi observada diferença entre idades de avaliação e nem interação entre idades e fotoperíodos.

TABELA 4 Consumo de ração (g/ave/dia) de galos leves de acordo com o fotoperíodo e idade*

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	101,2	99,0	103,5	106,0	102,4A
Intermitente	99,0	98,6	98,2	99,8	98,9B
Natural	99,8	97,9	96,6	97,8	98,0B
MÉDIA	100,0	98,5	99,4	101,2	
CV parcela	5,69%				
CV subparcela	5,16%				

*Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$);

CV: coeficiente de variação.

O consumo está relacionado a vários fatores, como conteúdo calórico da ração, idade (Gonzales, 2002), temperatura (Furlan & Macari, 2002), genética (Richards, 2003), peso corporal (Forbes, 1988) e fotoperíodo ao qual o animal está submetido (Etches, 1996).

Os galos submetidos aos fotoperíodos intermitente e natural consumiram menor quantidade de ração, quando comparados ao fotoperíodo contínuo ($P < 0,05$).

Siopes (1983), estudando a influência de luz intermitente sobre o desempenho e características seminais de perus adultos, observou que os animais que receberam luz intermitente consumiram menos ração que aqueles submetidos ao fotoperíodo contínuo. A explicação para este comportamento não foi conclusiva, mas segundo o autor, houve uma redução da atividade dos animais do fotoperíodo intermitente, gerando uma menor exigência de energia de manutenção, levando a um menor consumo de ração.

Esta explicação é concordante com Etches (1996) que afirma que o efeito do fotoperíodo sobre o consumo de ração depende da atividade locomotora da ave, que fica reduzida ao mínimo nos períodos escuros. Com a diminuição dos movimentos, o gasto de energia é também reduzido, fazendo melhorar a eficiência alimentar nos fotoperíodos intermitentes.

Trabalhos de Koelkebeck (1986) e de Morris et al. (1990), os quais submeteram poedeiras à iluminação intermitente, demonstram que houve uma redução do consumo de ração quando comparados com aves submetidas à iluminação contínua.

Em pesquisa recente, Freitas et al. (2005) observaram resultado semelhante quando submeteu galinhas poedeiras leves a diferentes fotoperíodos. As aves que receberam iluminação intermitente e natural consumiram menor quantidade de ração, quando comparadas com aquelas que receberam fotoperíodo constante. Porém, Lewis & Perry (1990) e Morris & Butler (1995) não encontraram o mesmo resultado com poedeiras e concluíram que o consumo não varia quando são utilizados alguns fotoperíodos intermitentes.

Não houve efeito das idades sobre o consumo de ração ($P > 0,05$). Na literatura consultada não foram encontrados dados de consumo de galos de

linhagem leve. Porém, poedeiras leves da mesma linhagem (Manual de Poedeira Lohmann LSL, 2003) apresentam pequena variação no consumo de ração no período de 168 a 280 dias (24 a 40 semanas).

Aves de postura são selecionadas para baixo requerimento de manutenção e baixo consumo alimentar (Figueiredo & Schmidt, 2005) e, por isso mesmo, em situações nas quais o alimento é fornecido à vontade, as mesmas têm a capacidade de regular seu consumo.

4.1.2 Peso corporal

O peso corporal dos galos (g) não foi influenciado ($P>0,05$) pelos fotoperíodos e nem pelas idades (Tabela 5). Também não houve interação significativa ($P>0,05$) entre as duas fontes de variação.

TABELA 5 Peso corporal(g) de galos leves de acordo com o fotoperíodo e idade.

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	1809,4	1879,1	1893,3	1896,1	1869,5
Intermitente	1804,9	1874,9	1884,0	1892,1	1864,0
Natural	1806,8	1875,3	1886,5	1890,8	1864,9
MÉDIA	1807,0	1876,4	1887,9	1893,0	
CV parcela	6,59%				
CV subparcela	6,43%				

CV: coeficiente de variação.

O peso corporal pode ser influenciado pelo consumo alimentar, genética e idade da aves (Gonzales, 2002), bem como pelo fotoperíodo ao qual elas estão submetidas (Campos, 2000).

A semelhança observada entre as médias dos fotoperíodos indica que a utilização de fotoperíodo intermitente, bem como a ausência de luz artificial em períodos de luminosidade crescente (luz natural), não afeta o peso corporal das aves.

Lewis & Perry (1989) e Lewis et al. (1992) verificaram menores pesos corporais de poedeiras mantidas sob fotoperíodo intermitente quando comparadas àquelas sob fotoperíodo contínuo. Em ambos os trabalhos, os menores pesos foram consequência da diminuição do consumo de ração das aves do fotoperíodo intermitente. No presente experimento, apesar das aves submetidas ao fotoperíodo intermitente apresentarem menor consumo de ração, o mesmo não foi suficiente para gerar um menor peso corporal.

Siopes (1983) e Bacon et al. (1994) também não observaram diferenças entre os pesos corporais de perus adultos submetidos aos fotoperíodos contínuo e intermitente, apesar dos animais submetidos a este último terem consumido menor quantidade de ração.

Os galos apresentaram peso corporal semelhante ($P>0,05$) nas diferentes idades de avaliação. Dados referentes a poedeiras leves da mesma linhagem (Manual de Poedeira Lohmann LSL, 2003) mostram um aumento de peso nas primeiras semanas de postura 140 a 210 dias (20 a 30 semanas), havendo pouca variação até 280 dias (40 semanas).

4.1.3 Parâmetros seminais

4.1.3.1 Volume de sêmen

Os resultados para volume de sêmen (ml) produzido pelos galos leves apresentados na Tabela 6 mostram que não foram observadas diferenças entre os

fotoperíodos testados, nem entre as idades de avaliação ($P>0,05$). Não houve interação entre programas e idades ($P>0,05$).

TABELA 6 Volume de sêmen (ml), de acordo com o fotoperíodo e idade em galos

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	0,12	0,26	0,25	0,25	0,22
Intermitente	0,10	0,24	0,23	0,26	0,21
Natural	0,10	0,17	0,22	0,27	0,19
MÉDIA¹	0,11	0,22	0,23	0,26	
CV parcela	32,93%				
CV subparcela	26,94%				

¹Efeito linear ($P<0,05$);
CV: coeficiente de variação.

Os galos apresentaram volume de sêmen semelhante, independentemente do fotoperíodo utilizado. Pesquisas realizadas com linhagens modernas de galinhas postura (Charles & Tucker, 1993) afirmam que estas aves são tão geneticamente predispostas à alta produção que praticamente se apresentam refratárias a mudanças de regime luminoso. Isso pode ter acontecido com os animais deste experimento, já que a produção de sêmen e o crescimento folicular e ovulação na fêmea sofrem ação hormonal semelhante. Singh et al. (1987) observaram que o aumento no volume de sêmen de galos de linhagem White Leghorn está associado com o aumento na produção de ovos, indicando correlação genética positiva entre os dois caracteres.

Siopes (1983) e Bacon et al. (1994) não encontraram diferenças entre o volume de sêmen de perus adultos submetidos à luz intermitente ou contínua. Resultado semelhante foi observado neste experimento.

Em revisão sobre fotoperiodismo e reprodução das aves domésticas, Sauveur (1996) concluiu que o fracionamento da duração do dia com a manutenção de uma noite principal permite manter a produtividade. Esta observação também foi verificada neste experimento, ao comparar-se a produção de sêmen nos programas contínuo e intermitente.

Etches (1996) afirma que o estado passivo das aves durante o período escuro, nos fotoperíodos fracionados, pode resultar em menor gasto de energia, a qual pode ser utilizada para aumentar a produção das aves. Porém, neste experimento, a utilização de fotoperíodo intermitente pode não ter proporcionado menor gasto de energia, a qual pudesse ser utilizada para a maior produção de sêmen.

Na análise das médias entre idades, o volume de sêmen apresentou comportamento linear crescente (Figura 8). Este resultado discorda com Adjanohoun (1994), que afirma que a produção de sêmen atinge seu máximo entre 168 e 210 dias de idade (24 e 30 semanas) e mantém este alto nível até aproximadamente 280 dias (40 semanas). Já Hocking (1989) e Celeghini et al. (2001) observaram queda no volume seminal a partir dos 168 dias de idade (24 semanas) dos galos e Hocking & Bernard (1997) não encontraram variação no volume seminal durante a vida reprodutiva de galos de 147 a 462 dias de idade (21 a 66 semanas). Porém, estes autores utilizaram machos de linhagem pesada, os quais podem apresentar resultados diferentes dos machos de linhagem leve, com relação à produção seminal.

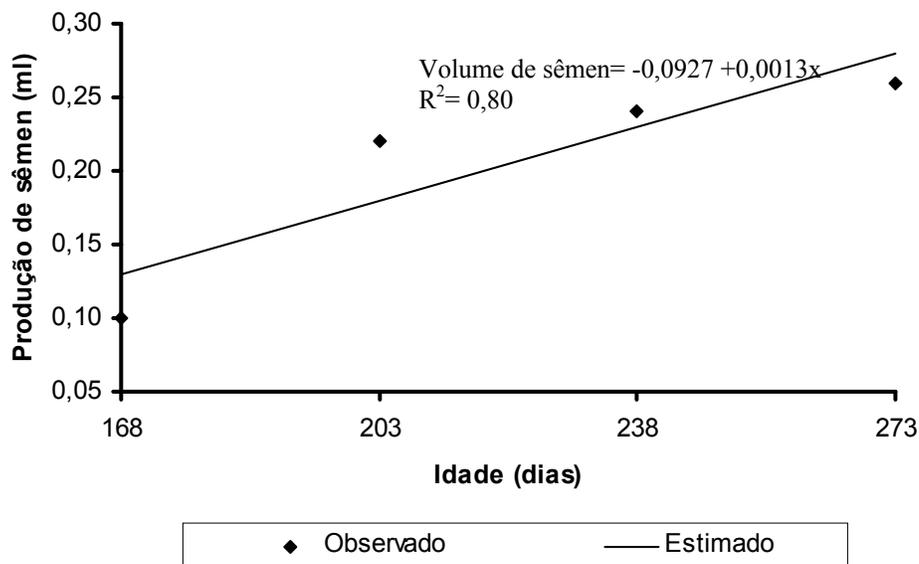


FIGURA 8 Volume de sêmen (ml) de galos leves nas diferentes idades (dias)

O volume de sêmen, observado nos animais deste trabalho, é similar ao encontrado por Lake & Steward (1978), Rouvier et al. (1984) e Etches (1994), os quais relatam uma variação entre 0,05 e 0,30ml para galos de linhagem leve.

4.1.3.2 Concentração espermática e número de células espermáticas totais (NCT)

Não houve influência significativa ($P > 0,05$) dos fotoperíodos, nem interação dos mesmos com as idades, sobre a concentração espermática (número

de células $\times 10^9$) e o NCT (volume \times concentração, $\times 10^9$). Houve influência das idades ($P < 0,05$) sobre estas variáveis (Tabela 7).

TABELA 7 Concentração espermática (número de células $\times 10^9$) e número de células espermáticas totais (volume \times concentração $\times 10^9$), de acordo com o fotoperíodo e idade em galos leves

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Concentração espermática ($\times 10^9$)					
Contínuo	4,06	6,35	8,06	8,63	6,78
Intermitente	4,81	6,38	8,31	10,63	7,53
Natural	4,69	5,81	6,75	7,44	6,17
MÉDIA¹	4,52	6,18	7,71	7,90	
CV parcela	31,14%				
CV subparcela	29,72 %				
Número de células espermáticas totais ($\times 10^9$)					
Contínuo	0,48	1,63	2,07	2,14	1,58
Intermitente	0,50	1,54	1,96	2,72	1,68
Natural	0,48	1,02	1,59	2,02	1,28
MÉDIA¹	0,49	1,40	1,89	2,30	
CV parcela	49,11%				
CV subparcela	44,97%				

¹Efeito linear ($P < 0,05$);

CV: coeficiente de variação.

Não houve diferença na concentração de sêmen dos galos criados sob fotoperíodo natural ou contínuo. Concordando com este resultado, Bajpai (1962), estudando o efeito destes dois tipos de fotoperíodos sobre as

características seminais de galos adultos Rhodes Island Red, também não observou diferenças na concentração espermática. No referido experimento, os animais que receberam 16 horas de luz contínua apresentaram maior NCT que aqueles mantidos sob luz natural, sendo este resultado provocado pelo aumento no volume de sêmen.

Com relação aos fotoperíodos contínuo e intermitente, não houve diferenças na concentração espermática e no NCT. Siopes (1983) também não observou diferenças nestas variáveis, em perus mantidos sob luz intermitente e aqueles que receberam luz contínua.

O NCT é obtido pela multiplicação do volume e concentração espermáticos. Como estes parâmetros sofreram variação ao longo do tempo (comportamento linear crescente), isso refletiu na variação do NCT produzido pelos animais (Figuras 8, 9 e 10).

Sexton et al.(1989), Correa & Arceo (1995), Cerolini et al. (1997) e Celeghini et al. (2001) observaram aumentos progressivos na concentração do sêmen de galos entre as idades de 168 e 280 dias (24 e 40 semanas), resultados estes condizentes com os do presente experimento. Porém, Rosenstrauch et al. (1994) encontraram diminuição gradativa na concentração espermática e no NCT já a partir dos 224 dias de idade (32 semanas).

As concentrações observadas neste trabalho estão de acordo com Lake & Steward (1978), Rouvier et al. (1984) e Etches (1994), os quais relataram uma variação entre 5,0 e 7,5 x 10⁹ células/ml de sêmen em galos de linhagem leve.

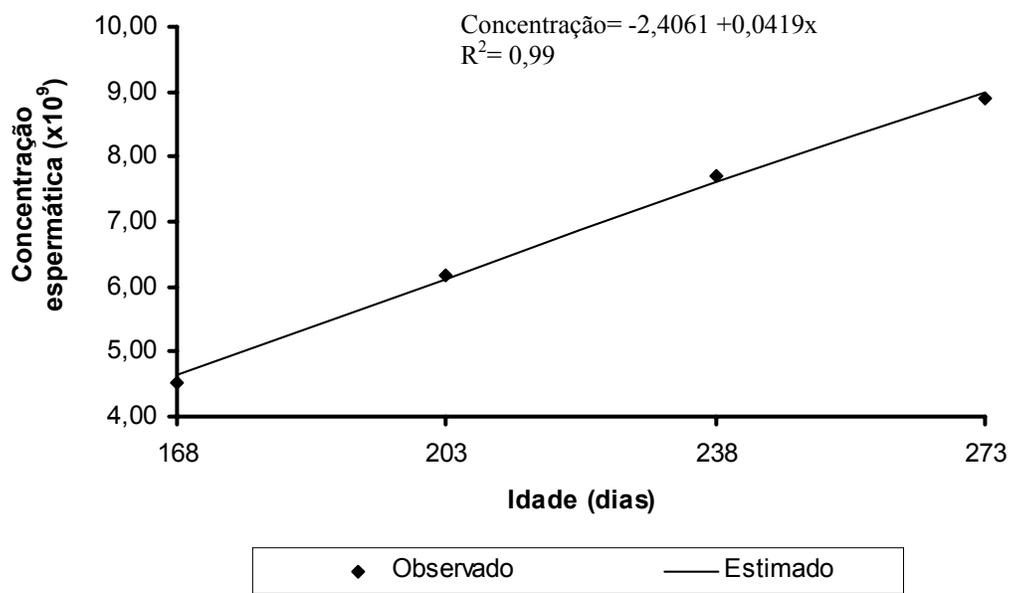


FIGURA 9 Concentração espermática (x10⁹) de galos leves nas diferentes idades (dias)

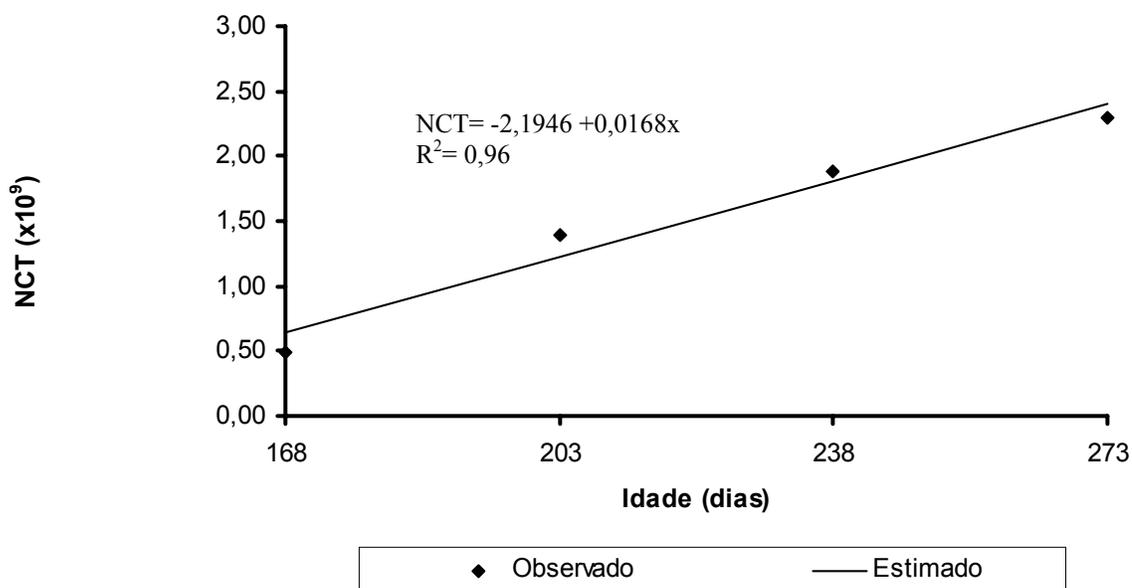


FIGURA 10 Número de células totais (NCT) ($\times 10^9$) de galos leves nas diferentes idades (dias)

4.1.3.3 Motilidade e vigor espermáticos

Os resultados de motilidade (%) e vigor espermáticos (0 a 5) estão apresentados nas Tabela 8 e 9, respectivamente. Observa-se que a motilidade espermática foi semelhante ($P > 0,05$) entre os fotoperíodos e idades. A interação entre estas duas fontes de variação não foi significativa. O vigor espermático foi semelhante ($P > 0,05$) entre os fotoperíodos, mas, foi influenciado pelas idades ($P < 0,05$). Não houve interações significativas.

TABELA 8 Motilidade espermática (%), de acordo com o fotoperíodo e idade, em galos leves

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	83,75	82,50	84,38	91,86	85,62
Intermitente	83,75	85,63	86,25	87,50	85,78
Natural	83,13	82,50	89,38	90,63	86,44
MÉDIA	83,54	83,54	86,67	90,00	
CV parcela	10,56%				
CV subparcela	16,10%				

CV: coeficiente de variação.

TABELA 9 Vigor espermático (0 a 5), de acordo com o fotoperíodo e idade, em galos leves

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	3,50	3,13	4,00	4,38	3,75
Intermitente	3,38	3,13	4,00	4,13	3,63
Natural	3,13	3,75	3,88	4,75	3,91
MÉDIA¹	3,33	3,33	3,96	4,42	
CV parcela	18,32%				
CV subparcela	21,49%				

¹Efeito linear (P<0,05);

CV: coeficiente de variação.

Bajpai (1962) estudou o efeito dos fotoperíodos contínuo e natural crescente sobre as características do sêmen de galos Rhodes Island Red. Foi observado que não houve diferença na motilidade dos espermatozoides dos galos

que receberam luz natural ou contínua. Resultado semelhante foi observado na presente pesquisa.

A literatura consultada não faz referência aos efeitos de fotoperíodos intermitentes sobre a motilidade e vigor espermáticos, não havendo, portanto, como comparar os resultados obtidos.

Não houve influência da idade sobre a motilidade espermática. Resultados diferentes foram observados por Correa & Arceo (1995), Cerolini et al. (1997) e Celeghini et al. (2001), que observaram aumento da motilidade nas primeiras semanas do período reprodutivo e diminuição nas últimas semanas. Todavia, Froman & Feltmann (1998) e Holsberger et al. (1998) descreveram que a motilidade espermática de cada galo foi mantida constante durante todo o período reprodutivo.

Lake (1971), citado por Garner & Hafez (2004), afirma que a variação média normal na taxa de motilidade espermática em galos se encontra entre 60% e 80%. No entanto, as médias observadas neste experimento foram bem superiores (acima de 83%).

Segundo Gomes (1970), a motilidade é um dos testes utilizados para avaliar a qualidade do sêmen, podendo ser considerado um bom indicador da viabilidade espermática geral e de sua capacidade fertilizante.

O vigor foi influenciado pela idade dos animais. Foi observado comportamento linear crescente ($P < 0,05$) das idades sobre o vigor espermático (Figura 11).

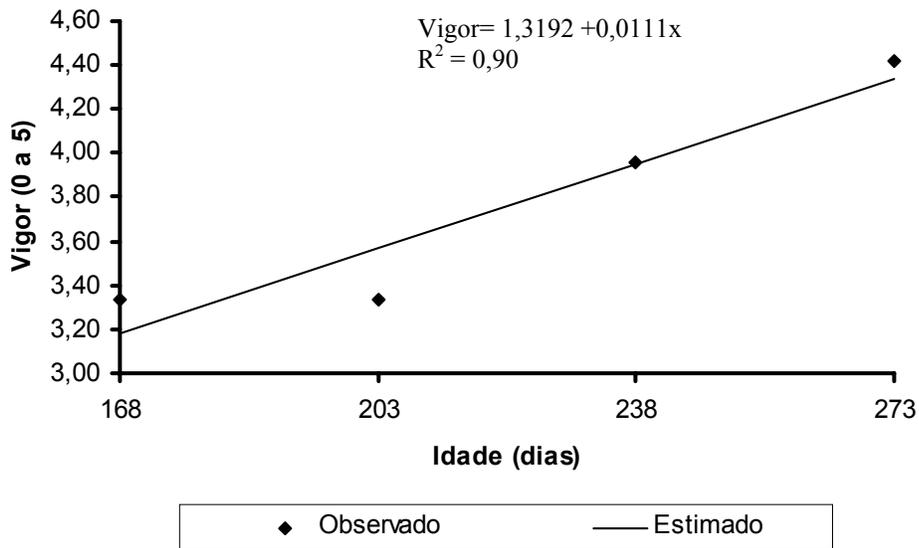


FIGURA 11 Vigor espermático (0 a 5) de galos leves nas diferentes idades (dias)

Diferente do resultado encontrado neste experimento, Celeghini et al.(2001) não observaram variações expressivas no vigor espermático em galos dos 168 a 273 dias de idade (24 a 39 semanas).

4.1.3.4 Morfologia espermática

Os dados de morfologia espermática, incluindo alterações de cabeça, cauda e alterações espermáticas totais (%), estão apresentados na Tabela 10. Os fotoperíodos não influenciaram ($P > 0,05$) esses parâmetros, não havendo,

também, interação significativa entre programas e idades de avaliação. Houve efeito significativo apenas das idades ($P < 0,05$) sobre a percentagem de alterações espermáticas de cauda e totais.

TABELA 10 Alterações espermáticas (cabeça, cauda e alterações totais), em %, de galos leves de acordo com o fotoperíodo e idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Alterações de cabeça					
Contínuo	1,88	1,13	2,25	3,88	2,29
Intermitente	2,75	2,00	3,25	1,75	2,44
Natural	1,88	1,50	2,00	4,75	2,53
MÉDIA	2,16	1,54	2,50	3,46	
CV parcela	41,10%				
CV subparcela	34,78%				
Alterações de cauda					
Contínuo	8,13	7,38	4,63	2,63	5,69
Intermitente	9,00	8,38	7,63	3,63	7,16
Natural	10,6	10,00	9,75	4,63	8,75
Média¹	9,25	8,59	7,33	3,63	
CV parcela	45,61%				
CV subparcela	33,18%				
Alterações totais					
Contínuo	10,13	8,63	7,00	7,00	8,18
Intermitente	11,88	10,38	10,88	6,50	9,91
Natural	12,63	11,50	11,75	11,75	11,9
Média¹	11,55	10,17	9,88	8,42	
CV parcela	32,08%				
CV subparcela	24,13%				

¹Efeito linear ($P < 0,05$);

CV: coeficiente de variação.

As alterações espermáticas podem ser influenciadas pela idade do animal (Correa & Arceo, 1995), pelo peso corporal (Jaenisch, 1998), pela genética (Alkan et al., 2002), pela temperatura ambiente (Saeid & Al-Soudi,

1975) e pelas técnicas e procedimento de coleta e conservação (Mies Filho, 1987), assim como pelo fotoperíodo ao qual a ave está sendo submetida.

Bajpai (1962) observou que galos adultos mantidos sob fotoperíodo contínuo apresentaram sêmen com menor percentagem de espermatozóides anormais quando comparados com aqueles sob fotoperíodo natural. Porém, esta diferença não foi observada no presente experimento.

Também diferentemente do que foi observado neste trabalho, Siopes (1983) verificou uma menor incidência de espermatozóides morfologicamente anormais em perus submetidos à luz intermitente em comparação com aqueles submetidos à luz contínua.

As percentagens de alterações de cauda e alterações totais apresentaram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), conforme é demonstrado nas Figuras 12 e 13, diminuindo com a idade das aves.

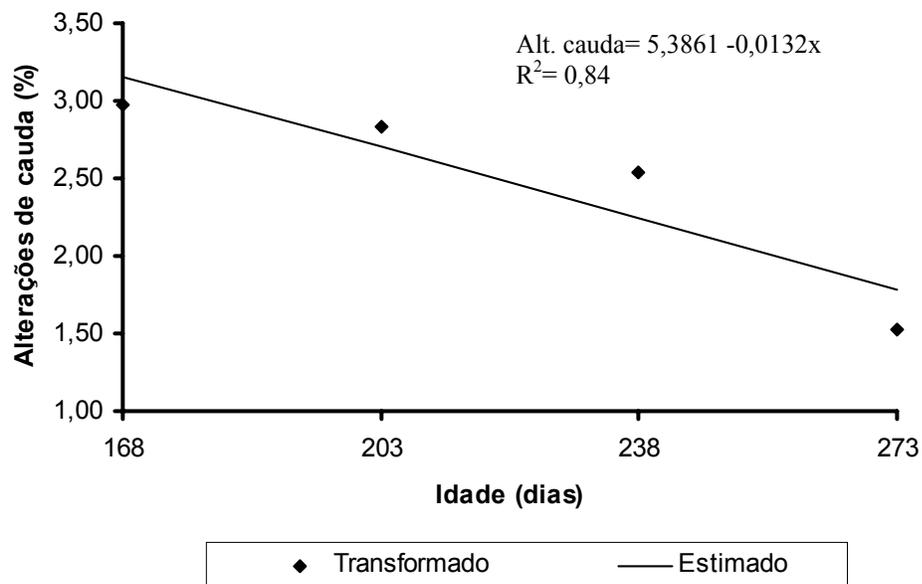


FIGURA 12 Alterações de cauda dos espermatozóides (%) de galos leves nas diferentes idades (dias)

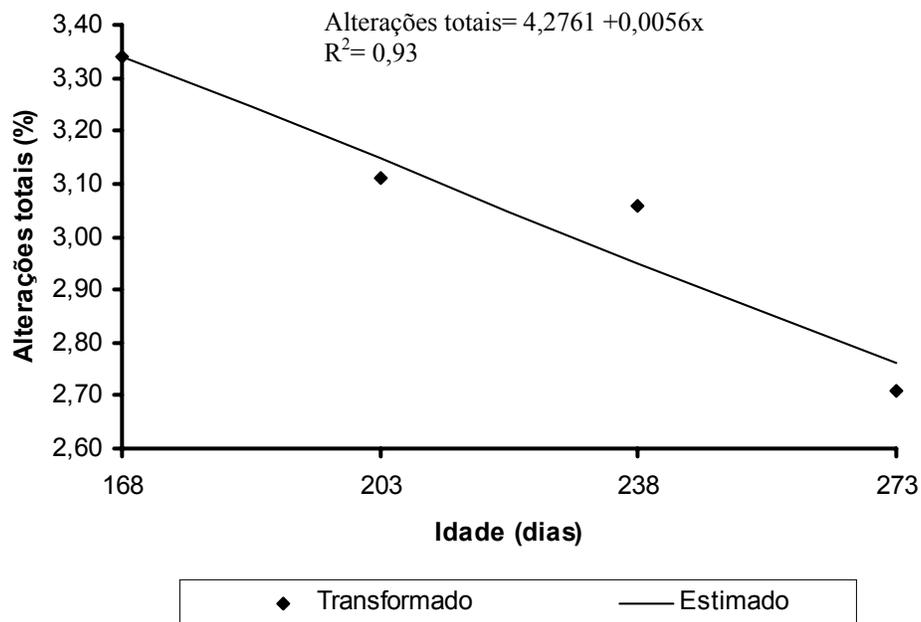


FIGURA 13 Alterações totais dos espermatozóides (%) de galos leves nas diferentes idades (dias)

Semelhante ao observado neste experimento, Correa & Arceo (1995) observaram maior percentagem de defeitos espermáticos no início da vida reprodutiva dos galos, ocorrendo diminuição após o alcance da maturidade sexual.

Celeghini et al. (2001) também observaram diminuição dos defeitos espermáticos, já a partir dos 168 dias de idade (24 semanas), de galos de linhagem pesada. Estes autores verificaram uma percentagem de alterações maior no início da vida reprodutiva dos animais (maiores do que 20%). No presente experimento, a percentagem máxima observada foi em torno de 12%.

Lake (1971), citado por Garner & Hafez (2004), afirma que a percentagem máxima de alterações totais espermáticas observadas em galos é de 15%. Em perus, até 20% de alterações totais são aceitáveis para uma boa fertilidade.

Pode-se, então, inferir, pela observação das médias de alterações observadas neste experimento, que nenhum dos fotoperíodos utilizados exerceu efeito efetivamente prejudicial sobre a morfologia espermática.

4.1.4 Parâmetros testiculares

4.1.4.1 Desenvolvimento testicular

As médias de peso corporal ao abate e pesos testiculares, em gramas, estão apresentadas na Tabela 11. Nenhum dos parâmetros analisados foi influenciado significativamente ($P>0,05$) pelos fotoperíodos ou pelas idades, não havendo também interação entre estas duas fontes de variação.

Bacon et al. (1994), trabalhando com perus sexualmente adultos, também não observaram diferenças entre fotoperíodos intermitentes e contínuos em relação ao peso corporal e peso testicular. Siopes & Wilson (1980), não observaram diferenças entre estes dois tipos de iluminação sobre o desenvolvimento testicular de codornas. Sauveur (1998) também não encontrou diferenças no desenvolvimento testicular entre galos submetidos à iluminação intermitente e aqueles submetidos à iluminação contínua, da mesma forma que neste experimento.

Como pode ser observado, não houve variação dos parâmetros estudados nas diferentes idades de avaliação. Adjanooun (1994) afirma que o peso dos testículos aumenta muito rapidamente, de forma exponencial, até a idade de 168 dias de idade. A partir daí, o peso dos testículos permanece praticamente o mesmo até 273 dias, começando, então, a decrescer a partir dos 274 dias de idade. No entanto, Casanovas (2004) afirma que somente aos 210 dias ocorre o final do desenvolvimento dos testículos e que, a partir de 274 dias, ocorre o início de sua regressão.

Existe uma elevada correlação positiva entre peso corporal e peso testicular (Etches, 1996). Como não foram encontradas diferenças significativas entre os pesos dos animais, provavelmente isto refletiu também na não variação dos pesos testiculares.

TABELA 11 Peso corporal, peso do testículo direito (PTD), peso do testículo esquerdo (PTE) e peso testicular total (PTD + PTE), em gramas, de galos leves, de acordo com o fotoperíodo e idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Peso corporal					
Contínuo	1740,5	1825,0	1841,0	1846,8	1813,3
Intermitente	1738,0	1807,8	1821,8	1834,0	1800,4
Natural	1739,0	1810,3	1822,3	1828,3	1800,0
MÉDIA	1739,2	1814,4	1828,4	1836,4	
CV parcela	2,76%				
CV subparcela	5,92%				
PTD					
Contínuo	12,12	12,71	12,75	12,71	12,57
Intermitente	12,00	12,60	12,58	12,58	12,44
Natural	12,08	12,57	12,55	12,48	12,42
MÉDIA	12,07	12,63	12,63	12,59	
CV parcela	11,38%				
CV subparcela	11,34%				
PTE					
Contínuo	13,35	13,51	13,47	13,40	13,43
Intermitente	13,21	13,70	13,49	13,15	13,39
Natural	13,28	13,51	13,37	13,21	13,34
MÉDIA	13,28	13,57	13,44	13,25	
CV parcela	9,52%				
CV subparcela	11,96%				

...continua...

Tabela 11, Cont....

	PTD + PTE				
Contínuo	25,47	26,22	26,21	26,11	26,00
Intermitente	25,21	26,30	26,08	25,73	25,83
Natural	25,35	26,07	25,92	25,69	25,76
MÉDIA	25,34	26,20	26,07	25,84	
CV parcela	6,43%				
CV subparcela	8,93%				

CV: coeficiente de variação.

4.1.4.2 Avaliação histológica testicular

Os dados de histologia testicular estão apresentados nas Tabelas 12 e 13.

O diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e a espessura do epitélio seminífero (EES), em micrômetros, não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos fotoperíodos, nem pelas idades. Não houve interação entre programas e idades sobre estas variáveis (Tabela 12).

TABELA 12 Diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e espessura do epitélio seminífero (EES), em μm , de galos leves, de acordo com o fotoperíodo e idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
DTS (μm)					
Contínuo	261,3	270,9	268,3	266,3	266,7
Intermitente	270,6	279,9	260,5	247,4	264,6
Natural	265,5	263,1	258,8	254,5	260,5
MÉDIA	265,8	271,3	262,5	256,1	
CV parcela	20,65%				
CV subparcela	17,58%				
EES (μm)					
Contínuo	89,3	98,4	88,4	86,3	90,6
Intermitente	86,8	95,2	85,1	86,3	88,4
Natural	85,3	93,9	86,8	82,1	87,0
MÉDIA	87,1	95,8	86,8	84,9	
CV parcela	13,82%				
CV subparcela	12,65%				

CV: coeficiente de variação.

O número de células de Sertoli, de espermatogônias e de espermátides arredondadas manteve-se estatisticamente semelhante ($P>0,05$), independentemente do tipo de fotoperíodo e da idade (Tabela 13). Houve influência da idade somente sobre o número de espermatogônias ($P<0,05$).

TABELA 13 Número de células de Sertoli, espermatogônias e espermátides arredondadas por túbulo seminífero de galos leves, de acordo com o fotoperíodo e a idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Células de Sertoli					
Contínuo	10,85	12,31	12,00	11,50	11,67
Intermitente	10,98	11,89	11,75	11,61	11,56
Natural	10,80	12,01	11,57	11,58	11,49
MÉDIA	10,88	12,07	11,77	11,56	
CV parcela	15,71%				
CV subparcela	11,94%				
Espermatogônias					
Contínuo	22,45	27,73	26,43	25,00	25,40
Intermitente	22,38	27,82	25,31	25,00	25,13
Natural	21,81	28,81	26,50	23,14	25,07
MÉDIA¹	22,21	28,12	26,08	24,38	
CV parcela	14,48%				
CV subparcela	15,17%				
Espermátides arredondadas					
Contínuo	45,50	51,01	49,00	49,20	48,68
Intermitente	45,38	49,20	51,70	49,00	48,65
Natural	44,68	48,60	47,51	47,00	47,12
MÉDIA	45,19	49,60	49,40	48,40	
CV parcela	13,55%				
CV subparcela	8,85%				

¹Efeito quadrático (P<0,05);
CV: coeficiente de variação.

Segundo Etches (1996) e Baraldi Artoni et al. (1999), o peso testicular tem relação significativa com a atividade espermatogênica (proliferação celular). Esta atividade é determinada pelo aumento no diâmetro dos túbulos seminíferos e na espessura do epitélio seminífero. No presente experimento, nenhum dos tratamentos testados influenciou significativamente o número de células, o que, provavelmente, refletiu na constância das medidas histológicas e, conseqüentemente, nos pesos testiculares.

Quanto às idades (Figura 14), observou-se comportamento quadrático do número de espermatogônias. Porém, apesar da idade ter influenciado o comportamento desta variável, isso não refletiu em mudanças ao longo do tempo nas demais variáveis (DTS, EES, espermátides e pesos testiculares).

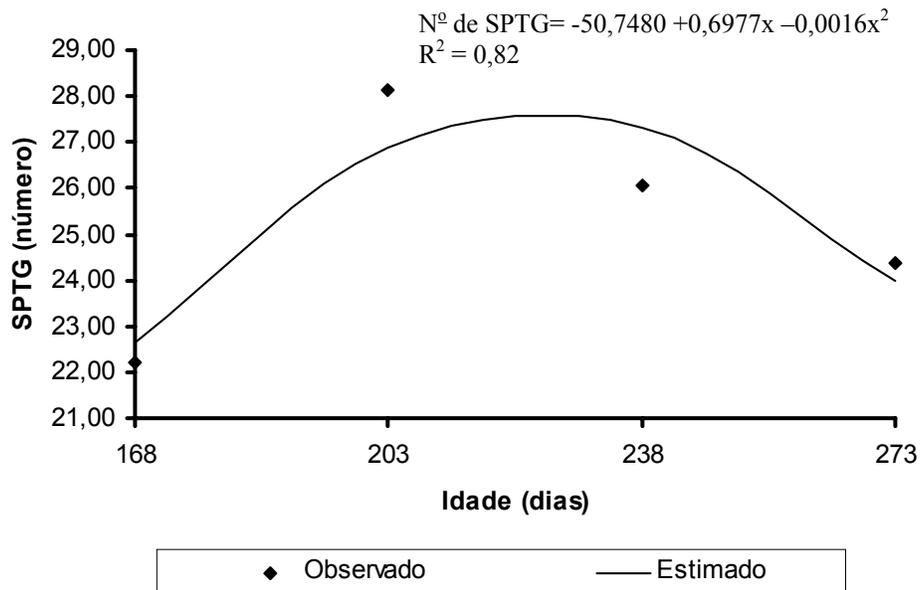


FIGURA 14 Número de espermatogônias (SPTG) dos túbulos seminíferos de galos leves, nas diferentes idades (dias)

4.1.4.3 Avaliação seminal

Os dados de concentração espermática (número de células x 10⁹) do sêmen coletado diretamente do ducto deferente estão apresentados na Tabela 14.

Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre as médias de concentração espermática dos animais submetidos aos diferentes fotoperíodos e nem interação entre as mesmas e a idade. Porém, houve efeito da idade ($P < 0,05$).

TABELA 14 Concentração espermática¹ (número de células x10⁹) de galos leves, de acordo com o fotoperíodo e a idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	7,25	12,75	14,00	13,88	11,97
Intermitente	8,13	14,75	14,38	14,00	12,81
Natural	7,50	10,25	12,50	13,25	10,88
Média²	7,63	12,58	13,63	13,71	
CV parcela	28,13%				
CV subparcela	15,72%				

¹Análise do sêmen coletado diretamente do ducto deferente.

²Efeito quadrático ($P < 0,05$).

CV: coeficiente de variação.

O tamanho ou o peso dos testículos é indicativo da produção espermática e a concentração de sêmen nos ductos seminíferos é indicativa da quantidade de espermatozoides maduros estocados para ejaculação (Cecil & Bakst, 1984). Como os fotoperíodos testados não afetaram significativamente os parâmetros testiculares (Tabelas 11, 12 e 13), a concentração espermática no

ducto deferente também não foi afetada, pois, a sua variação vai depender dos parâmetros observados anteriormente.

A concentração espermática apresentou comportamento quadrático, aumentando nas primeiras idades de avaliação e atingindo certa estabilidade da penúltima para a última avaliação (Figura 15).

Segundo Correa & Arceo (1995) e Celeroni et al. (1997), a concentração espermática é influenciada pela idade das aves, aumentando nas primeiras semanas até alcançar a maturidade sexual completa e diminuindo após um período de pico de produção. Não foram encontrados, na literatura, dados sobre o efeito da idade sobre a concentração espermática nos ductos deferentes, mas, acredita-se que esta variação tenha comportamento semelhante à que ocorre com o sêmen ejaculado.

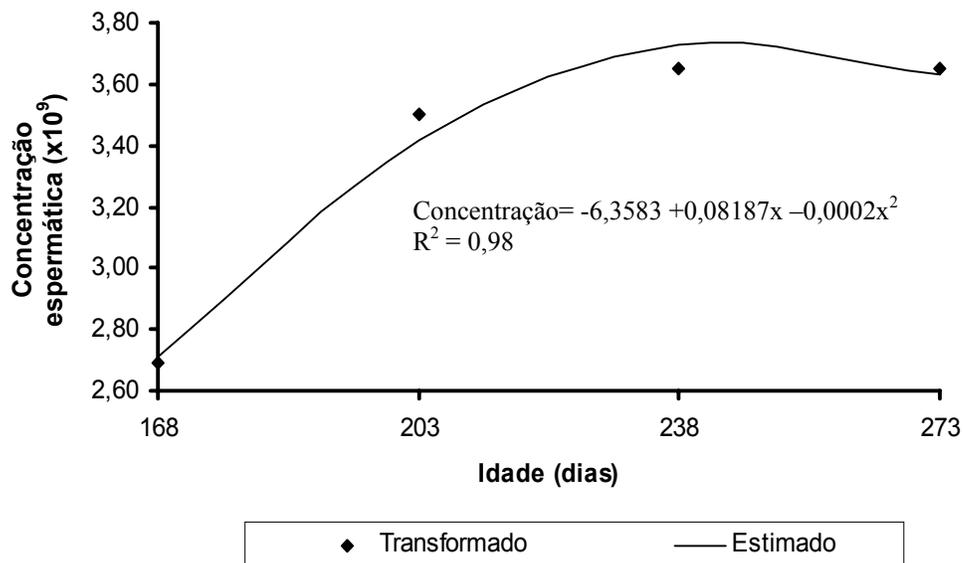


FIGURA 15 Concentração espermática (número de células $\times 10^9$) do sêmen coletado no ducto deferente de galos leves, nas diferentes idades (dias).

Os dados de motilidade (%) e vigor espermáticos (0 a 5) do sêmen coletado diretamente no ducto deferente estão apresentados na Tabela 15.

Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) entre os fotoperíodos, nem interação entre os mesmos e a idade sobre a motilidade e o vigor espermáticos. Porém, houve efeito da idade sobre estes parâmetros ($P<0,05$).

TABELA 15 Motilidade (%) e vigor (0 a 5) espermáticos* de galos leves, de acordo com o fotoperíodo e a idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Motilidade					
Contínuo	56,25	63,75	66,25	70,00	64,06
Intermitente	55,00	65,00	67,50	72,50	65,00
Natural	50,00	65,00	72,50	73,75	65,31
MÉDIA¹	53,75	64,58	68,75	72,08	
CV parcela	21,73%				
CV subparcela	20,61%				
Vigor					
Contínuo	2,50	2,50	3,00	3,25	2,81
Intermitente	2,50	3,00	2,75	2,75	2,75
Natural	2,75	3,00	3,00	3,25	3,00
MÉDIA	2,58	2,83	2,92	3,08	
CV parcela	15,17 %				
CV subparcela	15,17%				

*Análise do sêmen coletado diretamente no ducto deferente.

¹Efeito linear ($P<0,05$).

CV: coeficiente de variação.

A motilidade espermática apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$), conforme Figura 16.

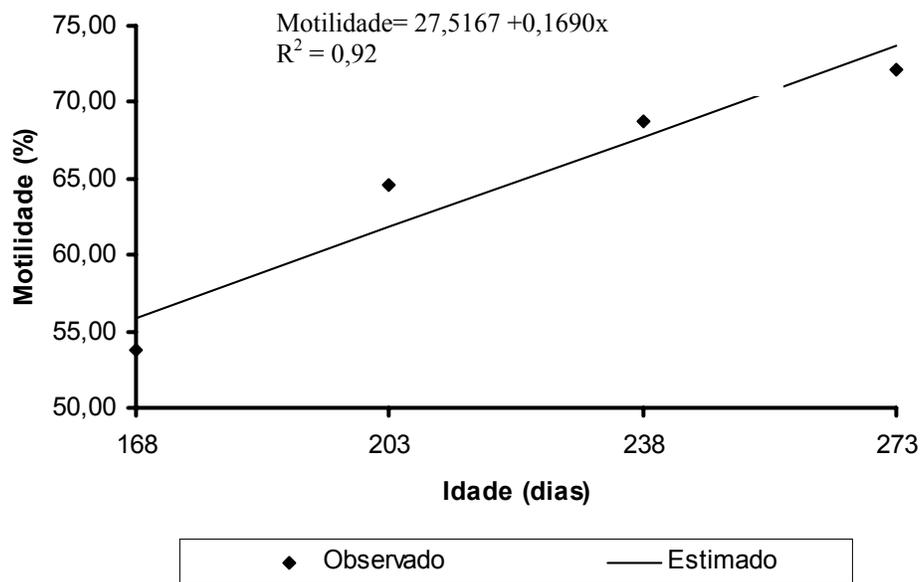


FIGURA 16 Motilidade espermática (%) de galos leves, nas diferentes idades (dias)

A motilidade espermática aumenta gradativamente, na medida que os espermatozoides progridem no trato reprodutivo do macho e, especialmente, após passarem pelo epidídimo. A motilidade média geral observada neste experimento (64,8%) foi menor do que aquela verificada por Howart Jr. (1983), que encontrou 88% no sêmen coletado nos ductos deferentes de galos adultos.

4.2 Galos semipesados

4.2.1 Consumo de ração

O consumo de ração (g/ave/dia) dos galos semipesados (Tabela 16) não foi influenciado ($P>0,05$) pelos diferentes fotoperíodos e idades. Não houve interação significativa das fontes de variação.

TABELA 16 Consumo de ração (g/ave/dia) de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e idade.

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	109,9	110,8	112,1	112,4	111,3
Intermitente	108,2	111,5	111,7	112,2	110,9
Natural	108,5	110,6	111,4	112,0	110,6
MÉDIA	108,9	111,0	111,7	112,2	
CV parcela	5,90%				
CV subparcela	4,97%				

CV: coeficiente de variação.

O consumo de ração das aves foi semelhante ($P>0,05$) nos fotoperíodos testados. Resultado semelhante foi verificado por Freitas (2003), que não observou diferenças no consumo de poedeiras semipesadas criadas sob luz contínua, intermitente e natural.

Os resultados observados neste experimento contrariam a afirmação de alguns autores de que luz intermitente reduz o consumo de ração. Numa revisão feita por Rowland (1985), este autor concluiu que o consumo é reduzido quando poedeiras são criadas sob luz intermitente. Siopes (1983), em pesquisa com

perus adultos, também verificou menor consumo dos mesmos, sob luz intermitente.

Nas idades analisadas, o consumo foi semelhante ($P>0,05$). Não foram encontrados dados de consumo de galos de linhagem semipesada na literatura consultada. Porém, na comparação dos dados apresentados no Manual de Poedeira Lohmann Brown (2003), observa-se pouca variação no consumo, no período de 168 a 280 dias (24 a 40 semanas).

4.2.2 Peso corporal

Os fotoperíodos e as idades não influenciaram o peso corporal dos galos semipesados ($P>0,05$). Também não houve interação significativa entre fotoperíodos e idades (Tabela 17).

TABELA 17 Peso corporal(g) de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e a idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	2792,3	2826,8	2835,3	2880,0	2833,6
Intermitente	2755,0	2800,3	2888,8	2930,5	2843,7
Natural	2729,0	2848,3	2871,6	2848,0	2824,2
MÉDIA	2758,8	2825,1	2865,2	2886,2	
CV parcela	7,66%				
CV subparcela	6,77%				

CV: coeficiente de variação.

Lewis & Perry (1989) e Lewis et al. (1992) afirmam que o peso corporal de poedeiras diminui quando utiliza-se de luz intermitente. Porém, estes autores atribuem o menor peso a um menor consumo de ração, o que não foi observado no presente experimento.

Os resultados encontrados estão de acordo com os verificados por Siopes (1983) e Bacon et al. (1994), que também não observaram diferenças entre os pesos corporais de perus adultos submetidos aos programas contínuo e intermitente.

Nas diferentes idades de avaliação, os galos semipesados apresentaram peso corporal semelhante, porém, fêmeas da linhagem Lohmann Brown apresentam pouca variação no peso corporal dos 175 aos 280 dias de idade. Não foram encontrados, na literatura, dados sobre peso corporal de galos da linhagem semipesada utilizada no presente experimento.

4.2.3 Parâmetros seminais

4.2.3.1 Volume de sêmen

O volume de sêmen (ml) dos galos semipesados foi influenciado ($P < 0,05$) pelos fotoperíodos e pelas idades (Tabela 18). Porém, não houve interação entre estas duas fontes de variação.

TABELA 18 Volume de sêmen (ml), de acordo com o fotoperíodo e idade, em galos semipesados*

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	0,13	0,22	0,23	0,28	0,22A
Intermitente	0,13	0,19	0,27	0,27	0,21A
Natural	0,14	0,16	0,17	0,19	0,17B
MÉDIA¹	0,13	0,19	0,22	0,25	

CV parcela	44,62%
CV subparcela	46,20%

¹Efeito linear ($P < 0,05$); *Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$); CV: coeficiente de variação.

O volume de sêmen foi semelhante ($P > 0,05$) nos fotoperíodos contínuo e intermitente e menor no fotoperíodo natural ($P < 0,05$).

Em pesquisas com poedeiras, alguns autores observaram que o fracionamento da duração do dia com a manutenção de uma noite principal (iluminação intermitente) permite manter a produtividade (Midgley et al.; 1988; Lewis & Perry, 1990; Sauveur, 1996). Resultado semelhante foi observado neste experimento com relação ao volume de sêmen.

Siopes (1983) e Bacon et al. (1994) não encontraram diferenças entre o volume de sêmen de perus adultos submetidos à luz intermitente e contínua. Resultado semelhante foi observado neste experimento.

Os galos do experimento com fotoperíodo natural apresentaram volume de sêmen significativamente menor ($P < 0,05$), quando comparados àqueles do experimento com fotoperíodos intermitente e contínuo. Este desempenho não pôde ser justificado pelos experimentos realizados por Charles & Tucker (1993), que observaram que híbridos de postura modernos são tão geneticamente predispostos à alta produção que praticamente se apresentam refratários a mudanças de regime luminoso. Porém, estes pesquisadores trabalharam somente com poedeiras leves. Freitas (2003), que observou menor produção de ovos em poedeiras semipesadas mantidas sob fotoperíodo natural, concluiu que a afirmativa feita pelos autores citados talvez não possa ser aplicada às aves semipesadas, pois a evolução genética ainda é inferior à das poedeiras leves.

Um aumento linear crescente ($P < 0,05$) do volume de sêmen foi observado com o aumento da idade dos galos semipesados (Figura 17).

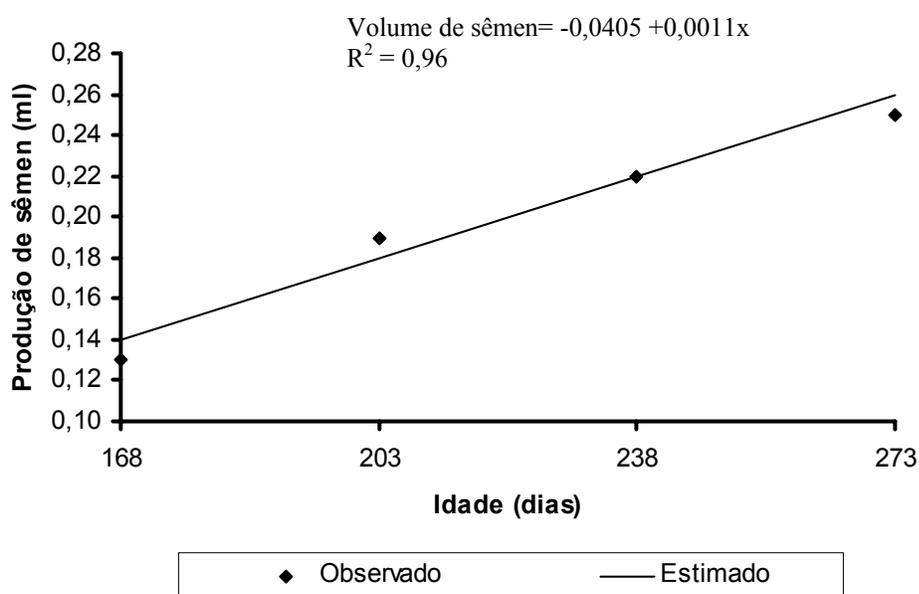


FIGURA 17 Volume de sêmen (ml) de galos semipesados, nas diferentes idades (dias)

Diferentemente do observado neste experimento, Hocking (1989) e Celeghini et al. (2001) verificaram queda no volume seminal já após 168 dias de idade dos galos. Já Hocking & Bernard (1997) não encontraram variação no volume seminal de galos de 147 a 462 dias de idade (21 a 66 semanas). Brillard & McDaniel (1985) e Rosenstrauch et al. (1994) constataram produção máxima de sêmen de 168 a 210 dias de idade (24 a 30 semanas) e constância da mesma até 280 dias (40 semanas). Nestas pesquisas, utilizaram-se machos de linhagem

pesada, os quais podem apresentar comportamento diferente de machos de linhagem semipesada, com relação à produção seminal.

O volume de sêmen observado nos animais, neste trabalho, é semelhante ao encontrado por Lake & Steward (1978), Rouvier et al. (1984) e Etches (1994), os quais relataram uma variação entre 0,08 e 0,50ml para galos de linhagem semipesada.

4.2.3.2 Concentração espermática e número de células espermáticas totais (NCT)

Os resultados da concentração espermática e NCT dos galos semipesados estão apresentados na Tabela 19. Não houve influência ($P>0,05$) dos fotoperíodos e das idades sobre a concentração e nem interação significativa entre as duas fontes de variação. Porém, os fotoperíodos e idades influenciaram ($P<0,05$) o NCT, não havendo interação entre as fontes de variação.

TABELA 19 Concentração espermática (número de células $\times 10^9$) e número de células espermáticas totais (volume \times concentração, $\times 10^9$), de acordo com o fotoperíodo e idade em galos semipesados*

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Concentração espermática ($\times 10^9$)					
Contínuo	4,94	5,06	6,31	6,38	5,67
Intermitente	4,50	5,11	6,88	6,75	5,81
Natural	4,61	4,06	4,14	4,46	4,32
MÉDIA	4,68	4,74	5,78	5,86	
CV parcela	32,68%				
CV subparcela	26,47%				
Número de células espermáticas totais ($\times 10^9$)					
Contínuo	0,62	1,15	1,46	1,93	1,29A
Intermitente	0,55	0,94	1,94	1,68	1,28A
Natural	0,71	0,65	0,75	0,88	0,75B
MÉDIA ¹	0,63	0,91	1,38	1,50	
CV parcela	42,38%				
CV subparcela	38,64%				

*Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$);

¹Efeito linear ($P < 0,05$);

CV: coeficiente de variação.

Não houve diferença na concentração espermática, sob fotoperíodo contínuo e intermitente. Siopes (1983) também não observou diferenças nesta variável, em perus mantidos sob luz intermitente e contínua.

A concentração espermática não sofreu variação com as idades de avaliação. Este resultado contrasta com aqueles encontrados por Correa & Arceo (1995), Cerolini et al. (1997) e Celeghini et al. (2001), que observaram aumentos progressivos na concentração do sêmen de galos com idades entre 168 e 280 dias (24 e 40 semanas).

O NCT é obtido pela multiplicação do volume e concentração espermáticos. Os galos mantidos em programas contínuos e intermitentes apresentaram valores semelhantes de NCT e maiores que os animais do fotoperíodo natural. Este resultado se deve ao maior volume de sêmen, já que a concentração não variou entre os animais mantidos nos diferentes programas.

Segundo Etches (1994), no momento da ejaculação, as células espermáticas são misturadas a líquidos (fluido linfático) secretados a partir do aparelho fático ingurgitado. Pode-se inferir que os animais criados sob programas contínuo e intermitente produziram maiores quantidades deste líquido, o que acabou refletindo nos maiores resultados do NCT.

Na análise entre idades, verificou-se comportamento linear crescente do NCT. Este perfil, provavelmente, foi provocado pelo aumento linear crescente na produção de sêmen nas diferentes idades (Figura 18).

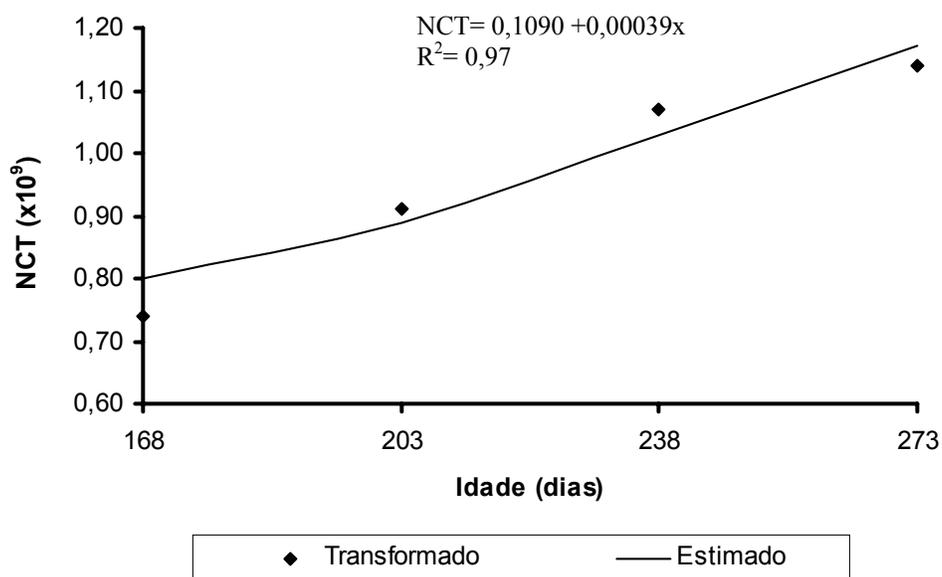


FIGURA 18 Número de células espermáticas totais (NCT), em galos semipesados, nas diferentes idades (dias)

As concentrações observadas neste trabalho estão de acordo com Lake & Steward (1978); Rouvier et al. (1984) e Etches (1994), os quais relataram uma variação entre $3,5$ e $6,0 \times 10^9$ células/ml de sêmen, em galos de linhagem semipesada.

4.2.3.3 Motilidade espermática e vigor espermáticos

Não houve influência ($P>0,05$) dos fotoperíodos e das idades sobre a motilidade espermática (%). A interação entre as fontes de variação também não foi significativa. O vigor espermático (0 a 5) foi influenciado significativamente ($P<0,05$) apenas pelas idades, não havendo influência dos fotoperíodos e nem interação entre os mesmos e as idades (Tabela 20).

TABELA 20 Motilidade (%) e vigor (0 a 5) espermáticos, de acordo com o fotoperíodo e idade, em galos semipesados

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Motilidade					
Contínuo	73,75	78,13	80,63	80,63	78,28
Intermitente	76,88	63,75	76,88	76,25	73,44
Natural	83,75	71,25	66,25	79,38	75,16
MÉDIA	78,13	71,04	74,58	78,75	
CV parcela	18,81%				
CV subparcela	17,58%				
Vigor					
Contínuo	3,63	3,00	3,38	3,13	3,28
Intermitente	3,50	2,38	3,00	3,00	3,00
Natural	3,75	3,00	2,50	3,63	3,22
MÉDIA¹	3,63	2,79	3,00	3,25	

Continua...

Tabela 20. Cont...

CV parcela	19,75%
CV subparcela	20,24%

¹Efeito quadrático ($P < 0,05$).

Nas pesquisas que avaliam o efeito de fotoperíodo luminoso intermitente em aves, a variável motilidade não foi estudada, não havendo, portanto, como comparar os resultados obtidos.

Na avaliação dos fotoperíodos contínuo e natural sobre as características do sêmen de galos adultos Rhodes Island Red, Bajpai (1962) não observou diferença na motilidade dos espermatozóides dos galos que receberam luz natural ou programas contínuos.

A motilidade é considerada um bom indicativo da qualidade do sêmen. Como não foi observada diferença entre os fotoperíodos, pode-se afirmar que sob luz contínua e intermitente, bem como somente luz natural, em dias de luminosidade crescente, a qualidade não é afetada.

As idades não influenciaram a motilidade espermática dos galos. Resultados semelhantes foram verificados por Froman & Feltmann (1998) e Holsberger et al. (1998). Todavia, Correa & Arceo (1995) e Cerolini et al. (1997) observaram aumento da motilidade espermática nas primeiras semanas do período reprodutivo e diminuição nas últimas semanas.

A variação na motilidade espermática observada neste trabalho está de acordo com Lake (1971), citado por Garner & Hafez (2004), que afirma que a variação média na motilidade em galos se encontra entre 60% e 80%.

Na análise das idades, observou-se comportamento quadrático ($P < 0,05$) para o vigor espermático (Figura 19). Celeghini et al. (2001) não observaram variações expressivas no vigor espermático em galos dos 168 a 273 dias de

idade (24 a 39 semanas), o que difere do resultado encontrado no presente experimento.

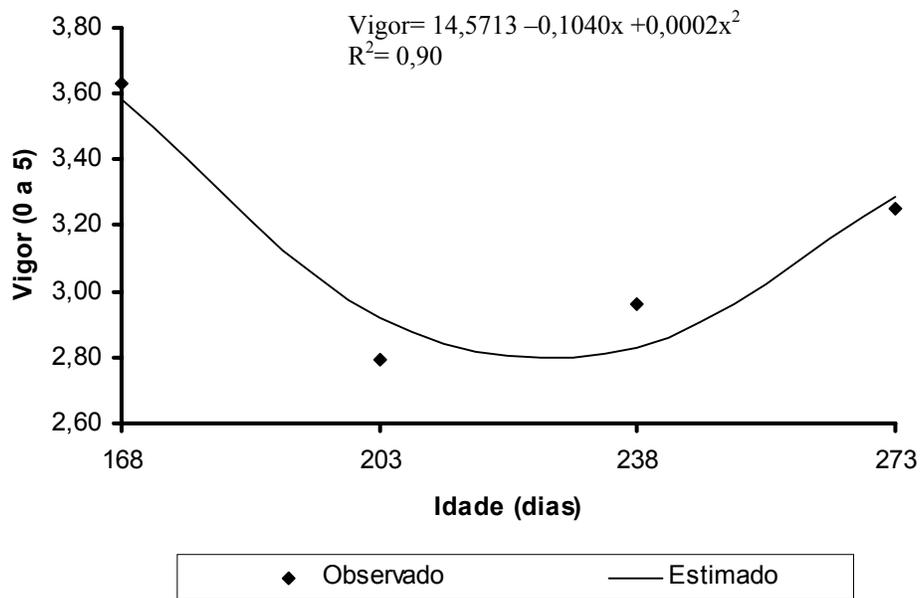


FIGURA 19 Vigor espermático (0 a 5) de galos semipesados, nas diferentes idades (dias)

4.2.3.4 Morfologia espermática

Os dados de morfologia espermática, incluindo alterações de cabeça, cauda e alterações totais, estão apresentados na Tabela 21. Não houve influência dos fotoperíodos ($P>0,05$) sobre nenhuma das alterações e nem interação entre programas e idades. Houve efeito de idade ($P<0,05$) sobre as variáveis alterações de cauda e alterações totais.

TABELA 21 Morfologia espermática (alterações dos espermatozoides em %) de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e a idade

Programa de luz	Idade (dias)				Média
	168	203	238	273	
Alterações de cabeça					
Contínuo	3,75	2,00	1,88	3,88	2,88
Intermitente	1,38	1,50	2,00	4,38	2,32
Natural	4,88	4,38	5,25	6,38	5,22
Média	3,34	2,63	3,04	4,88	
CV parcela	67,65 %				
CV subparcela	38,08%				
Alterações de cauda					
Contínuo	7,00	8,88	8,38	1,25	6,38
Intermitente	8,50	7,00	6,50	2,63	6,16
Natural	6,38	7,13	6,25	5,63	6,35
Média¹	7,29	7,67	7,04	3,17	
CV parcela	64,09%				
CV subparcela	42,51%				

Alterações totais					
Contínuo	10,88	10,88	10,25	6,00	9,50
Intermitente	10,25	8,63	8,50	7,75	8,78
Natural	12,25	11,88	11,50	12,63	12,07
Média²	11,13	10,46	10,08	8,79	
CV parcela	60,80%				
CV subparcela	28,30%				

¹Efeito quadrático (P<0,05);

²Efeito linear (P<0,05);

CV: coeficiente de variação.

Trabalhos abordando a morfologia espermática em galos são bastante raros e em menor número são aqueles que relacionam esses achados aos problemas reprodutivos de um plantel (Jaenisch, 1998). Qualquer alteração com relação às características morfológicas normais pode comprometer a motilidade e a sobrevivência do espermatozóide, sendo uma forma de desclassificação do macho para a reprodução.

A percentagem de alterações espermáticas foi semelhante (P>0,05) nos fotoperíodos testados. Diferentemente deste resultado, Siopes (1983) verificou uma menor taxa de espermatozóides morfológicamente anormais em perus submetidos à luz intermitente, em comparação com aqueles submetidos à luz contínua.

Bajpai (1962) observou que galos adultos mantidos sob fotoperíodo contínuo apresentaram sêmen com menor percentagem de espermatozóides anormais, quando comparados com aqueles sob fotoperíodo natural. Porém, esta diferença não foi observada no presente experimento.

Neste trabalho, nenhum dos fotoperíodos prejudicou a morfologia espermática. Surai & Wishart (1996) afirmam que um limite de até 20% de defeitos espermáticos totais é aceitável para uma boa fertilidade.

Na análise das idades, observou-se comportamento quadrático ($P < 0,05$) para a percentagem de alterações de cauda e comportamento linear decrescente para as alterações totais (Figuras 20 e 21, respectivamente).

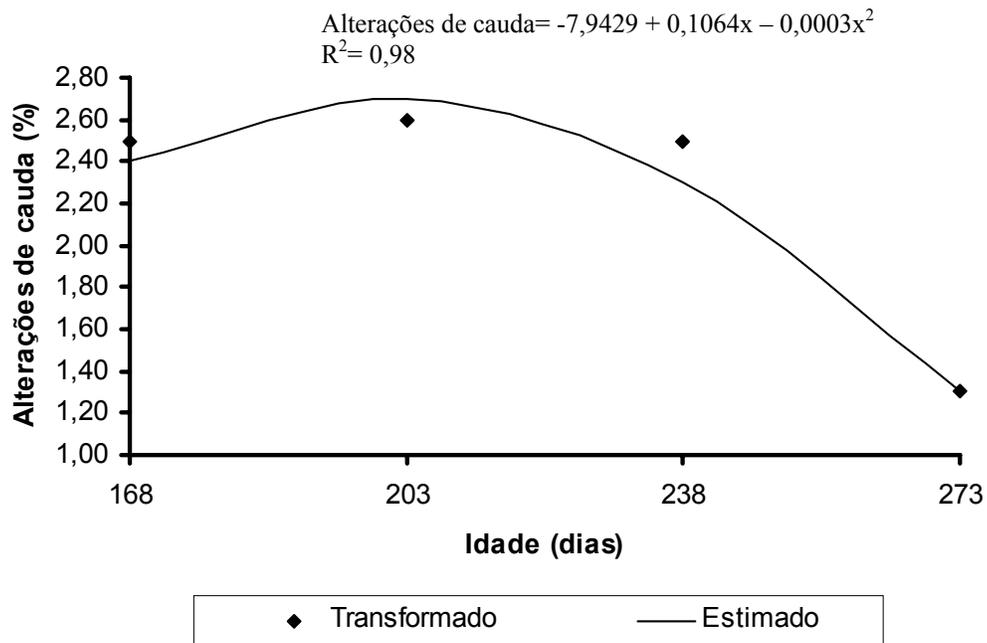


FIGURA 20 Alterações de cauda dos espermatozoides de galos semipesados, nas diferentes idades (dias)

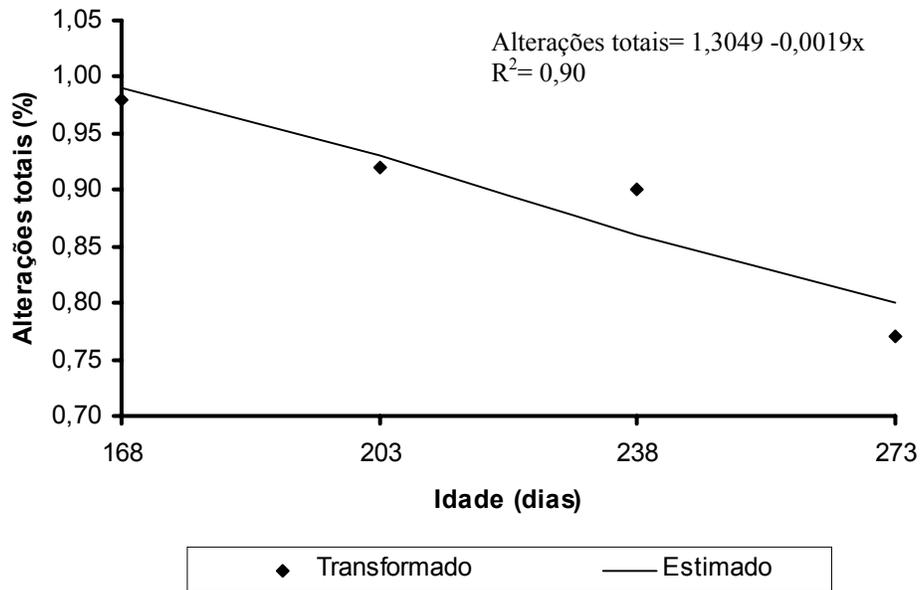


FIGURA 21 Alterações totais dos espermatozoides (%) de galos semipesados, nas diferentes idades

Os resultados encontrados são semelhantes àqueles obtidos por Celeghini et al. (2001) que observaram diminuição dos defeitos espermáticos de galos de linhagem pesada já a partir dos 168 dias de idade (24 semanas).

4.2.4 Parâmetros testiculares

4.2.4.1 Desenvolvimento testicular

As médias de peso corporal ao abate e pesos testiculares estão apresentadas na Tabela 22. Não foi observado efeito dos fotoperíodos e idades e nem interação significativa dos mesmos sobre o peso corporal ($P > 0,05$).

Os fotoperíodos influenciaram ($P < 0,05$) os pesos testiculares, não havendo efeito de idades. A interação entre fotoperíodos e idades não foi significativa.

TABELA 22 Peso corporal, peso do testículo direito (PTD), peso do testículo esquerdo (PTE), peso testicular total (PTD + PTE), em gramas, de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e idade*

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Peso corporal (g)					
Contínuo	2746,0	2895,5	2959,0	3009,3	2902,5
Intermitente	2775,5	2894,5	2965,0	3015,8	2912,7
Natural	2730,5	2810,7	2890,5	2930,5	2840,6
MÉDIA	2750,7	2866,9	2938,2	2985,2	

...Continua...

Tabela 22, Cont...

CV parcela	9,79%				
CV subparcela	7,98%				
PTD (g)					
Contínuo	15,31	15,40	16,08	16,11	15,73^A
Intermitente	16,29	16,33	16,94	16,87	16,61^A
Natural	14,01	14,07	14,21	14,15	14,11B
MÉDIA	15,20	15,27	15,74	15,71	
CV parcela	14,13%				
CV subparcela	12,05%				
PTE (g)					
Contínuo	18,57	19,02	20,18	20,26	19,51^A
Intermitente	19,41	19,90	20,01	19,97	19,82^A
Natural	17,05	17,71	17,96	17,88	17,65B
MÉDIA	18,34	18,88	19,38	19,37	
CV parcela	10,05 %				
CV subparcela	12,06%				
PTD + PTE (g)					
Contínuo	33,88	34,42	36,25	36,37	35,23A
Intermitente	34,70	36,23	36,95	36,84	36,18A
Natural	31,06	31,78	32,17	32,03	31,76B
MÉDIA	33,21	34,14	35,12	35,08	
CV parcela	10,01%				
CV subparcela	7,22%				

*Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste Scott-Knott (P<0,05);

CV: coeficiente de variação.

Não houve diferença nos pesos corporais, segundo os diferentes programas. Apesar de, na literatura, ser encontrada uma elevada correlação

positiva entre o peso corporal e peso testicular (Etches, 1996), os animais que apresentaram maiores pesos testiculares não apresentaram maiores pesos corporais (Tabela 22).

Bacon et al. (1994), trabalhando com perus sexualmente maduros, não observaram diferenças entre os programas intermitente e contínuo com relação ao peso corporal. Porém, diferentemente do que foi observado neste experimento, os autores não observaram diferenças no peso testicular entre os animais nos dois programas.

Siopes & Wilson (1980), avaliando o desenvolvimento testicular de codornas submetidas a fotoperíodos contínuos e intermitentes, também não observaram diferenças entre estes dois tipos de programas. Resultado semelhante foi verificado por Sauveur (1998), em pesquisa com galos criados em ambos os programas.

Os galos mantidos sob luz natural apresentaram menores pesos testiculares em relação aos mantidos nos outros programas. Apesar de vários autores afirmarem que fotoperíodos crescentes são estimulantes para o desenvolvimento testicular (Saeid & Al-Soudi, 1975; Follett & Maung, 1978; Etches, 1996; Baraldi Arttoni; 1999; Sesti & Ito, 2000), o período de luz fornecido pelo fotoperíodonatural durante o período experimental (ANEXO C) pode não ter sido suficiente para manter o desenvolvimento normal dos galos da linhagem semipesada.

Na literatura consultada, não foram encontradas pesquisas comparando os efeitos de fotoperíodos naturais crescentes com outros tipos de fornecimento de luz sobre o desenvolvimento testicular de aves, não havendo, portanto, como comparar os resultados obtidos.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das idades sobre o peso corporal e desenvolvimento testicular. Este resultado está de acordo com Adjanohoun (1994) que afirma que, a partir de 168 dias, o peso dos testículos

apresenta pouca variação e que uma regressão é observada apenas a partir de, aproximadamente, 280 dias.

4.2.4.2 Avaliação histológica testicular

Os dados de histologia testicular estão apresentados nas Tabelas 23 e 24.

A variável diâmetro do túbulo seminífero (DTS) não foi influenciada ($P < 0,05$) pelos fotoperíodos e nem pelas idades, não havendo também interação entre estas duas fontes de variação.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os fotoperíodos para a variável espessura do epitélio seminífero (EES). Esta variável, porém, não foi influenciada pelas idades, não ocorrendo também interação entre as mesmas e os fotoperíodos.

TABELA 23 Diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e espessura do epitélio seminífero (EES), em μm , de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e idade*

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
DTS (μm)					
Contínuo	255,0	253,8	251,8	251,0	252,9
Intermitente	263,3	266,9	263,0	258,8	263,0
Natural	246,5	254,4	253,0	252,3	251,6
MÉDIA	254,9	258,4	255,9	254,0	
CV parcela	13,05%				
CV subparcela	4,29%				

...Continua...

Tabela 23, Cont.

	EES (μm)				
Contínuo	75,2	84,6	84,0	83,5	81,8A
Intermitente	86,2	90,2	89,2	89,0	88,7A
Natural	77,2	72,8	72,6	72,3	73,7B
MÉDIA	79,5	82,5	81,9	81,6	
CV parcela	16,01%				
CV subparcela	9,0%				

*Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$);

CV: coeficiente de variação.

O peso testicular apresenta relação significativa com a atividade espermatogênica (proliferação celular). Esta atividade é determinada pelo aumento no DTS e na EES (Baraldi Artoni et al., 1999). Como os galos que receberam fotoperíodos contínuos e intermitentes apresentaram maiores EES, conseqüentemente, apresentaram maiores pesos testiculares (Tabela 22).

Os galos sob fotoperíodo natural apresentaram menor EES, o que, provavelmente, gerou o menor peso testicular (Tabela 22).

As diferentes idades de avaliação não afetaram o DTS e EES, refletindo em uma constância dos pesos testiculares com a idade.

As variáveis número de células de Sertoli (NCS) e número de espermatogônias não foram influenciadas ($P < 0,05$) pelos fotoperíodos e nem pelas idades, não havendo, também, interação entre estas duas fontes de variação.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os fotoperíodos para a variável número de espermátides arredondadas (NEA). Esta variável, porém, não foi influenciada pelas idades, não ocorrendo também interação entre as mesmas e os fotoperíodos.

TABELA 24 Número de células de Sertoli, espermatogônias e espermátides arredondadas por túbulo seminífero de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e idade (dias)*

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Células de Sertoli					
Contínuo	9,38	9,46	9,38	9,21	9,36
Intermitente	9,63	9,80	9,85	9,80	9,77
Natural	9,38	9,41	9,45	9,00	9,31
MÉDIA	9,46	9,56	9,56	9,34	
CV parcela	9,04%				
CV subparcela	7,32%				
Espermatogônias					
Contínuo	20,25	22,00	21,91	21,35	21,38
Intermitente	21,43	23,81	23,33	23,23	22,95
Natural	20,25	20,61	20,40	20,15	20,35
MÉDIA	20,64	22,14	21,88	21,58	
CV parcela	31,10%				
CV subparcela	10,92%				
Espermátides arredondadas					
Contínuo	45,64	48,21	48,08	47,78	47,43A
Intermitente	47,58	49,20	49,15	48,70	48,66A
Natural	43,37	44,00	38,28	40,00	41,41B
MÉDIA	45,53	47,14	45,17	45,49	
CV parcela	9,10%				
CV subparcela	11,02%				

*Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste Scott-Knott (P<0,05);
CV: coeficiente de variação.

Não houve diferença no NCS de galos submetidos aos diferentes programas. Etches (1996) afirma que o número destas células nos testículos é proporcional ao peso dos mesmos, porém, não foi observado maior número das mesmas nos animais que apresentaram maiores pesos testiculares (Tabela 22).

As células de Sertoli presentes no epitélio seminífero proporcionam um microambiente favorável para que ocorram as diferenciações celulares durante a espermatogênese. Entre outras funções, estas células são responsáveis pela fagocitose dos corpos residuais remanescentes do processo espermatogênico, encarregadas de remover células germinativas em degeneração (Garner & Hafez, 2004).

Segundo Reviers (1996), Baraldi Artoni et al. (1999) e Noirault et al. (2005), a maioria das variações nos pesos testiculares de galos, codornas e perus pode ser explicada pela variação na população de células testiculares. No presente experimento, somente o número de espermátides sofreu influência dos fotoperíodos, não havendo diferença nas médias obtidas nos animais sob luz contínua e intermitente. O maior número de espermátides parece ter sido responsável pelo conseqüente aumento na espessura do epitélio seminífero (EES) (Tabela 23) e nos pesos testiculares (Tabela 22) dos animais mantidos sob esses tipos de fotoperíodos.

O fotoperíodo natural promoveu menor número de espermátides que os fotoperíodos contínuo e intermitente. Em conseqüência, a EES e os pesos testiculares foram menores nos animais submetidos apenas à luz natural.

A população de células do epitélio seminífero não sofreu influência das idades ($P>0,05$), não havendo, conseqüentemente, variações na EES e pesos testiculares dos animais ao longo do tempo.

4.2.4.3 Avaliação seminal

A concentração (número de células espermáticas $\times 10^9$), a motilidade (%) e o vigor médios do sêmen (0 a 5) coletado diretamente do ducto deferente dos galos estão apresentados nas Tabelas 25 e 26.

Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias de concentração espermática. A interação fotoperíodos e idade não foi significativa.

TABELA 25 Concentração espermática (número de células $\times 10^9$)* de galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e a idade.

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Contínuo	12,88	12,75	16,63	16,00	14,57
Intermitente	13,13	13,25	16,38	16,50	14,82
Natural	12,50	12,25	13,00	14,25	13,00
MÉDIA	12,84	12,75	15,34	15,58	
CV parcela	35,56 %				
CV subparcela	18,03%				

*Análise realizada com o sêmen diretamente coletado do ducto deferente;
CV: coeficiente de variação.

Segundo Cecil & Bakst (1984), o peso dos testículos é indicativo da produção espermática e a concentração de sêmen nos ductos seminíferos é indicativo da quantidade de espermatozóides estocados para ejaculação.

A concentração espermática dos animais foi semelhante ($P>0,05$) nos fotoperíodos testados. Era de se esperar que houvesse maiores médias desta variável nos galos submetidos aos fotoperíodos contínuo e intermitente, já que os mesmos apresentaram maiores pesos testiculares, maior espessura do epitélio seminífero (EES) e maior número de espermátides arredondadas (NEA).

As espermátides arredondadas são células do último estágio da espermatogênese e seu número pode estar diretamente relacionado com a concentração espermática. Porém, antes de se transformarem em espermatozóides, estas células ainda passam por um processo denominado espermiogênese, que compreende uma série de modificações morfológicas progressivas. Posteriormente, numa fase em que são denominadas espermátides alongadas, as mesmas são gradualmente expelidas para dentro do lúmen do túbulo seminífero. Garner & Hafez (2004) afirmam que o processo espermatogênico é relativamente ineficiente e muitos espermatozóides em potencial degeneram antes de se tornarem espermatozóides verdadeiros. Este processo pode ter ocorrido em maior proporção nos animais sujeitos aos fotoperíodos contínuos e intermitentes, refletindo na similaridade de concentrações espermáticas com o fotoperíodo natural.

Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) entre os fotoperíodos e nem interação entre os mesmos e as idades sobre a motilidade e vigor espermáticos. Porém, as variáveis foram influenciadas pelas idades ($P<0,05$), conforme Tabela 26.

TABELA 26 Motilidade (%) e vigor (0 a 5) espermáticos* em galos semipesados, de acordo com o fotoperíodo e a idade

Fotoperíodo	Idade (dias)				MÉDIA
	168	203	238	273	
Motilidade					
Contínuo	68,8	63,8	67,5	67,5	66,9
Intermitente	72,5	60,0	68,8	70,0	67,8
Natural	65,0	60,0	62,5	75,0	65,6
MÉDIA¹	68,8	61,3	66,3	67,9	
CV parcela	11,22%				
CV subparcela	9,78%				
Vigor					
Contínuo	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0
Intermitente	3,0	2,0	3,0	3,5	2,9
Natural	3,3	2,0	2,5	3,5	2,8
MÉDIA¹	3,1	2,2	2,8	3,5	
CV parcela	21,04%				
CV subparcela	15,10%				

¹Efeito quadrático (P<0,05).

*Análise realizada com o sêmen diretamente coletado do ducto deferente;

CV: coeficiente de variação.

A motilidade e o vigor não foram afetados pelos diferentes fotoperíodos. Nos trabalhos referentes à utilização de fotoperíodos para machos consultados, a motilidade e o vigor espermáticos no ducto deferente não foram avaliados, não havendo, portanto, como comparar os resultados obtidos.

A avaliação da motilidade é uma das ferramentas utilizadas para verificar a qualidade do sêmen. Como não foi observada diferença entre os fotoperíodos, pode-se afirmar que, utilizando-se um fotoperíodo intermitente,

bem como somente luz natural, em dias de luminosidade crescente, a qualidade não é afetada. O mesmo resultado foi observado para o sêmen ejaculado (Tabela 20).

Na análise das idades observou-se comportamento quadrático ($P < 0,05$) para ambos, motilidade e vigor espermáticos, conforme Figuras 22 e 23, respectivamente.

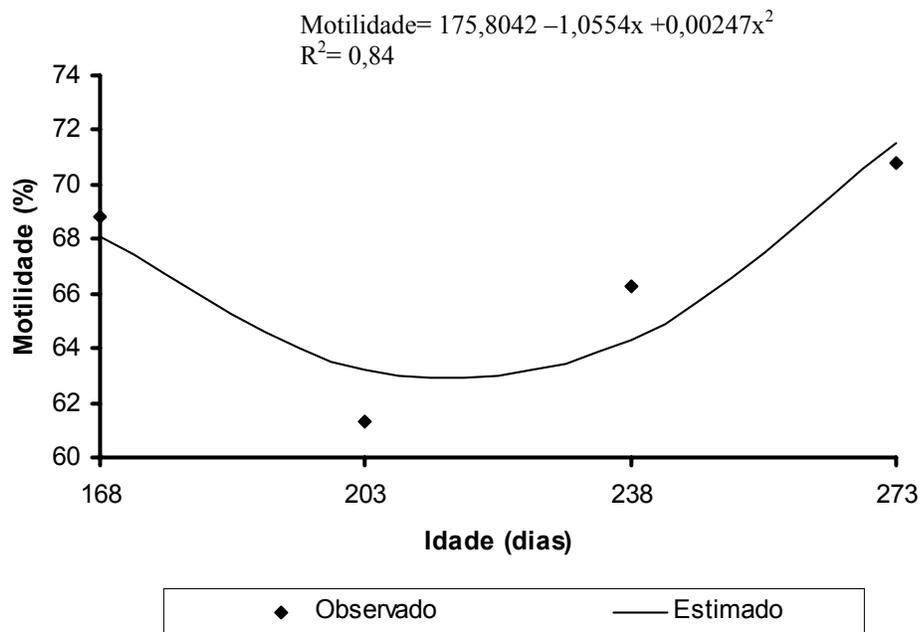


FIGURA 22 Motilidade espermática (%) de galos semipesados (g), nas diferentes idades (dias)

$$\text{Vigor} = 15,4492 - 0,1225x + 0,0003x^2$$

$$R^2 = 0,92$$

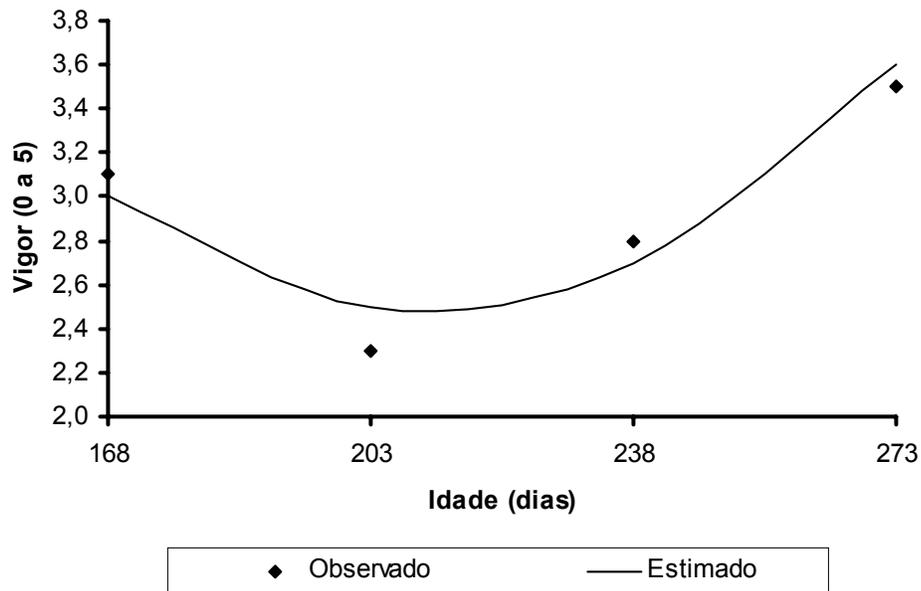


FIGURA 23 Vigor espermático (0 a 5) de galos semipesados (g), nas diferentes idades (dias)

As idades influenciaram a motilidade e o vigor espermáticos dos galos. Não existem, na literatura consultada, dados sobre estas variáveis no ducto deferente e sua relação com a idade. Alguns autores descrevem aumento da motilidade espermática de ejaculados de galos nas primeiras semanas do período reprodutivo e diminuição nas últimas semanas (Correa & Arceo, 1995; Cerolini et al., 1997). Todavia, Holsberger et al. (1998) observaram estabilidade na motilidade espermática durante todo o período reprodutivo. Celeghini et al. (2001) não observaram variação no vigor espermático em galos, dos 168 aos 490 dias de idade.

Os valores médios de motilidade encontrados neste experimento foram menores que a média encontrada por Howart Jr. (1983), que verificou um valor de 88% na motilidade do sêmen coletado no ducto deferente de galos adultos.

5 CONCLUSÕES

Machos de linhagem leve, na idade de 168 a 273 dias, podem ser mantidos sob fotoperíodo contínuo, intermitente ou natural crescente (nas condições de 21^o 14' de latitude Sul), sem prejuízo dos parâmetros reprodutivos.

Machos de linhagem semipesada, na idade de 168 a 273 dias, podem ser mantidos sob fotoperíodos contínuo e intermitente, porém, ao serem submetidos à luz natural crescente (nas condições de 21^o 14' de latitude Sul), têm os parâmetros reprodutivos prejudicados.

6 SUGESTÕES

Tendo em vista os resultados observados neste trabalho e aqueles encontrados por Freitas (2003), sugerem-se pesquisas com fotoperíodos contínuo, intermitente e natural crescente, fazendo-se o cruzamento de machos e fêmeas para posterior verificação de taxas de fertilidade e eclodibilidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJANOHOOUN, E. Fertilidade relacionada aos machos. **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: Apinco, 1994. p.107-115.
- ALKAN, S. et al. **Morphological defects in turkey semen**. 2002. Disponível em <<http://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/issues/vet-02-26-05/vet-26-5-16-0107-40.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2005.
- BACON, W.L. et al. Coordinate pattern of secretion of luteinizing hormone and testosterone in mature male turkeys under continuous and intermittent photoschedules. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.864-870, 1994.
- BAJPAI, P.K. The effect of photoperiodicity on semen characteristics of poultry. **Poultry Science**, Champaign, v.3, p.462-465, 1962.
- BAKST, M.R.; BAHR, J.M. Aves domésticas. In: HAFEZ, E.S.E. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 1995. 582p.
- BARALDI ARTONI, S.M. et al. Seasonal morphology of the domestic quail (*Coturnix coturnix japonica*) testis. **Anatomy, Histology and Embriology**, v.28, p.217-220, 1999.
- BEAUPRÉ, C.E. et al. Determination of testis temperature rhythms and effects of constant light on testicular function in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Biology of Reproduction**, Champaign, v.56, p.1570-1575, 1997.
- BEHMER, O.A.; TOLOSA, E.M.C.; NETO, A.G.F. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: Edart, 1976. 346p.
- BERNDTSON, W.E.; PICKET, B.W. Relationship of absolute number of Sertoli cells to testicular size and spermatogenesis in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n.3, p.241-246, 1987.

BONI, I.J.; PAES, A.O.S. Programas de luz para matrizes: machos e fêmeas. In: SIMPÓSIO TÉCNICO SOBRE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE, 2., 1999. CHAPECÓ. **Anais...** Chapecó, 1999. p.1-16.

BOWLING, E.R. et al. Attributes of broiler breeder males characterized by low and high sperm mobility. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.1796-1801, 2003.

BRILLARD, J.P.; McDANIEL, G.R. The reability and efficiency of various methods for estimazing spermatozoa concentration. **Poultry Science**, Champaign, v.64, p.155-158, 1985.

BROWN, H. B.; MCCARTNEY, M. G. Effects of dietary restriction on reproductive performance of broiler breeder males. **Poultry Science**, Champaign, v.62, p.1885-1888, 1983.

BUCKNER, R.E.; SAVAGE, T.F. The effects of feeding 5, 7 and 9 percent crude protein diets to caged broiler breeder males. **Nutrition Reports International**, Los Altos, Calif., US, v.34, p.967-975, 1986.

BURKE, W.H. **Reprodução das aves**. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Dukes: fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabra-Koogan, 1996. p.731-743.

BURROWS, W.H.; QUINN, J.P. The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. **Poultry Science**, Champaign, v.16, p.19-24, 1937.

CAMPOS, E.J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPE-MVZ, 2000. p.166-202.

CASANOVAS, P. Aspectos gerais do manejo para melhorar a fertilidade dos machos. In: CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Santos. **Anais...** Santos: Apinco, 2004. p.41-62.

CECIL, H.C.; BAKST, M.R. Testicular weights, ductus deferens semen volumes and sperm concentration of turkey with high and low ejaculate volumes. **Poultry Science**, Champaign, v.63, p.1432-1437, 1984.

CELEGHINI, E.C. et al. Avaliação das características seminais de galos selecionados para a reprodução pelo desenvolvimento da crista. **Brazilian Journal of Veterinary and Research in Animal Science**, São Paulo, v.38, n.4, p.177-183, 2001.

CEROLINI, S. et al. Relationship between spermatozoan lipid composition and fertility during aging of chicken. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.57, n.5, p.976-980, 1997.

CHARLES, D.R.; TUCKER, S.A. Response of modern hybrid laying stocks to change in photoperiod. **British Poultry Science**, London, v.34, p.241-254, 1993.

COTTA, J.T.B. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 311p.

COTTA, J.T.B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002a. 270p.

COTTA, J.T.B. **Produção de pintinhos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002b. 200p.

CORREA, J.C.S.; ARCEO, A.M.A. Edad a la puberdade y características seminais de gallos Rhode Island y Criollos Cuello Desnudo bajo condiciones tropicales. **Veterinaria México**, Mexico, v.26, n.4, p.375-379, 1995.

EITAN, Y.; SOLLER, M. Selection for high and low threshold body weight at first egg in broiler strain females. 4. Photoperiodic drive in the selection lines and in commercial layers and broiler breeders. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.769-780, 1994.

EITAN, Y.; SOLLER, M. Selection for high and low threshold body weight at first egg in broiler strain females. 7. Effect of photoperiod on body weight at and age at onset of mature semen production, in males of the selection lines, and in commercial broiler and layer males. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.828-832, 1996.

ETCHES, R.J. Inseminação artificial. In: _____. **Fisiologia da reprodução de aves**. Santos: Apinco, 1994. p.117-128.

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

FERREIRA, D.F. **SISVAR Sistema de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX, 2000. Software.

FIGUEIREDO, E.AP.; SCHMIDT, G.S. **Genética do crescimento e da produção de carne e de ovos em galinhas**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>> Acesso em: 13 jun. 2005.

FOLLETT, B.K.; MAUNG, S.L. Rate of testicular maturation, in relation to gonadotrophin and testosterone levels, in quail exposed to various artificial photoperiods and to natural daylengths. **Journal of Endocrinology**, Bristol, v.78, p.267-280, 1978.

FORBES, J.M. Relationship between feed intake, energy balance and adiposity. In: LECLERC, B; WHITEHEAD, C.C. **Leanness in domestic birds**. London: Butterwords, 1988. p.97.

FREITAS, H.J. **Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semi-pesadas**. 2003. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

- FREITAS, H.J.; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A.I.G.; GEWHER, C.E.
Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p.424-428, 2005.
- FROMAN, D.P.; FELTMANN, A.J. Sperm mobility: a quantitative trait of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Biology of Reproduction**, Champaign, v.58, p.379-384, 1998.
- FROMAN, D.P.; FELTMANN, A.J.; MCLEAN, D.J. Increased fecundity resulting from semen donor selection based upon sperm motility. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.1, p.73-77, 1997.
- FURLAN, R.L.F.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.209-230.
- GARNER, D.L. Espermatozóide e plasma seminal. In: HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**, São Paulo: Manole, 2004. p.97-110.
- GEWEHR, C.E. **Avaliação de programas de iluminação em codornas (*Coturnix coturnix*)**. 2003. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- GOMES, W.R. Artificial Insemination. In: _____. **The testes**. New York: Academic, 1970. p.257-279.
- GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.187-199.

HARRIS, JR., G.C.; BENSON, J.A.; SELLERS, R.S. The influence of daylength, body weight, and age on the reproductive ability of broiler breeder cockerels. **Poultry Science**, Champaign, v.63, p. 1705-1710, 1984.

HEVIA, M.L.; QUILES, A. **Influência de la luz sobre el comportamiento de las aves**. 2003. Disponível em:
<<http://www.portalveterinaria.com/print.php?artid=159>> Acesso em: 29 out. 2003.

HOCKING, P.M. Effect of dietary crude protein concentration on semen yield and quality in male broiler breeder fowls. **British Poultry Science**, London, v.30, p.935-945, 1989.

HOCKING, P.M; BERNARD, R. Effect of dietary crude protein content and food intake on the production of semen in two lines of broiler breeder males. **British Poultry Science**, London, v.38, p.199-202, 1997.

HOLSBERGER, D.R. et al. Assessment of ejaculate quality and sperm characteristics in turkeys: sperm mobility phenotype is independent of time. **Poultry Science**, Champaign, v.77, p.1711-1717, 1998.

HOWARTH JR, B. Fertilizing ability of cock spermatozoa from the testis epididymis and vas deferents following intramaginal insemination. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.28, p.586-590, 1983.

INGKASUWAN, P.; OGASAWARA, F.X. The effect of light and temperature and their interaction on the semen production of white leghorn males. **Poultry Science**, Champaign, v.45, 1199-1206, 1966.

- JAENISCH, F.R.F. Morfologia espermática em galos com diferentes pesos corporais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1998. p.401-403.
- KOELKEBECK, K.W. Hemeral light-dark and intermittent photoperiod effects on laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.11, p.2002-2007, 1986.
- LAKE, P.E.; STEWART, J.M. Comparative physiology of turkey and fowl semen. In: CUNNINGHAM, F.J.; LAKE, P.E.; HEWITT, D. **Reproductive biology of poultry**. Harlow: British Poultry Science, London, 1978. p.151-160.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Effects of interrupted lighting regimens on the feeding activity of the laying fowl. **British Poultry Science**, London, v.27, p.661-669, 1986.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Effect of asymmetrical lighting on the body weight and carcass composition of laying hens and their influence on the efficiency of food utilization. **British Poultry Science**, London, v.30, p.223-228, 1989.
- LEWIS, P.D.; PERRY, G.C. Response of laying hens to asymmetrical interrupted lighting regimens: physiological aspects. **British Poultry Science**, London, v.31, p.45-52, 1990.
- LEWIS, P.D. et al. Intermittent lighting regimes and mortality rates in laying hens. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, NY, v.48, p.113-120, 1992.
- LLOBET, J.A.C. et al. **Biología de la gallina**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 307p.
- MANUAL de poedeira Lohmann Brown. 2003.
- Disponível em: <<http://www.granjaplanalto.com.br>> Acesso em: 10 out. 2005.
- MANUAL de poedeira Lohmann LSL. 2003.

Disponível em: <<http://www.granjaplanalto.com.br>> Acesso em: 10 out. 2005.

MARTIN RILLO, S. et al. Bora semen evaluation in practice. **Reproduction Domestic Animals**, v.31, n.4, p.519-526, 1996.

MIDGLEY, M.; MORRIS, T.R.; BUTLER, E.A. Experiment with the biomittent light system for laying hens. **British Poultry Science**, London, v.21, p.389-394, 1988.

MIES FILHO, A. **Reprodução dos animais domésticos e inseminação artificial**. Porto Alegre: Sulina, 1987. 750p.

MONGIN, P. Food intake and oviposition by domestic under skeleton photoperiods. **British Poultry Science**, London, v.21, p.389-394, 1980.

MORRIS, T.R.; BUTLER, E.A. New intermittent light programme (the reading system) for laying pullets. **British Poultry Science**, London, v.36, p.531-535, 1995.

MORRIS, T.R.; MIDGLEY, M.M.; PERRY, G.C. Effect of age at starting Biomittent light on performance of laying hens. **British Poultry Science**, London, v.31, p.447-455, 1990.

MOSS, T.A.; MELROSE, D.R; REED, H.C. Spermatogenesis, semen and artificial insemination. In: COLE, D.J.A. **Fertility in domestic animals**. 1978. p.59-106.

MUNRO, S.S. The effect of testis hormone on the on the preservation of sperm life in the vas deferens of the fowl. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v.15, p.186-196, 1938a.

MUNRO, S.S. Functional changes in fowl sperm during their passage through the excurrent ducts of the male. **Journal of Experimental Zoology**, New York, v.70, p.71-92, 1938b.

NOIRAULT, J.; BRILLARD, J.; BAKST, M.R. **Spermatogenesis in the turkey (*Meleagris gallopavo*):** quantitative approach in immature and adult males subjected to various photoperiods. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25 out. 2005.

PARKER, J.E.; McCLUSKEY, W.H. The effect of the length of daily light periods on the volume and fertilizing capacity of semen from male chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.1, p.1401-1405, 1963.

PROUDFOOT, F.G. Photoperiod effects on the volume, motility and viability of spermatozoa drawn from chicken males. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.61, p.839-841, 1981.

REVIERS, M. Photoperiodism, testis development and sperm production in the fowl. **In: INTERNATIONAL CONGRESS ANIMAL REPRODUCTION**, 9., 1980, Madrid. Proceedings... Madrid, 1980. p.519-526.

REVIERS, M. Photoperiodism, development testiculaire et production de spermatozoïdes chez les oiseaux domestiques. **INRA Production Animal**, v.9, n.1, p.35-44, 1996.

REVIERS, M.; BLUM, J.C.; LECLERQ, B. Effets du rationnement alimentaire appliqué dès l'éclosion sur le développement testiculaire et la production de spermatozoïdes du coq. **Journées de Recherches Avicoles et Cunicoles**, Paris: ITAVI, 1973. p.111-119.

RICHARDS, M.P. Genetic regulation of feed intake and energy balance in poultry. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.907-916, 2003.

ROSENSTRAUCH, A.; DEGEN, A.A.; FRIEDLÄNDER, M. Spermatozoa retention by Sertoli Cells during the decline in fertility in aging roosters. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.50, p.129-136, 1994.

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

ROUVIER, R.; TAI, J.J.L.; TAI, C. L'insemination artificielle des canes communes pour la production de mulards a Taiwan. La situation actuelle. In: _____. **Insemination artificielle et amelioration genetique: bilan et perspectives critiques**. Versailles: Institut National de la Recherche Agronomique, 1984. p.359-368. (Les colloques de INRA, n. 29).

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

SAEID, JM.; AL-SOUDI, K.A. Seasonal variation in semen characteristics of White Leghorn, New Hampshire and Indigenous chickes in Iraq. **British Poultry Science**, London, v.16, p.97-102, 1975.

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

SAUVEUR, B. Fonctionnement testiculaire. In: _____. **Reproduction des volailles et production d'oeufs**. Paris: INRA Production Animal, 1998. p.200-208.

SESTI, L.A.; ITO, N.M.K. Enfermidades do sistema reprodutor. In: BERCHIERI JUNIOR, A.; MACARI, A. **Doença das aves**. Campinas: FACTA, 2000. p.81-128.

SEXTON, K.J.; RENDEN, J.A.; MARPLE, D.N. Effect of dietary energy on sêmen production, fertility, plasma testosterone, and carcass composition of broiler breeder males in cages. **Poultry Science**, Champaign, v.68, p.1688-1694, 1989.

SINGH, K., JOHARI, D.C., MAJUNDAR, S. Evaluation of semen quality of White Leghorn selected for egg production. **Indian Journal of Poultry Science**, v.22, p.129-132, 1987.

SIOPEL, T.D. Effect of intermittent lighting on energy savings and semen characteristics of breeder tom turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v.62, p. 2265-2270, 1983.

SIOPEL, T.D.; WILSON, W.O., A circadian rhythm in photosensitivity as the basis for the testicular response of Japanese quail to intermittent light. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, p.868-873, 1980.

SURAI, P.F.; WISHART, G.J. Poultry artificial insemination technology in the countries of the former USSR. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, NY, v.52, p.27-43, 1996.

8 ANEXOS

SUMÁRIO

TABELA		Pág.
GALOS LEVES		
1A	Resumo da análise de variância do consumo de ração e peso corporal dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	113
2A	Resumo da análise de variância da produção de sêmen dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	113
3A	Resumo da análise de variância da concentração espermática e número de células totais dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	114
4A	Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	114
5A	Resumo da análise de variância das alterações de cabeça, alterações de cauda e alterações totais dos espermatozóides	115

	dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	
6A	Resumo da análise de variância do peso corporal ao abate dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	115
TABELA		Pág.
7A	Resumo da análise de variância do peso dos testículos direito e esquerdo e peso testicular total dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	116
8A	Resumo da análise de variância do diâmetro dos túbulos seminíferos e espessura do epitélio seminífero dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	116
9A	Resumo da análise de variância do número de células de Sertoli, espermatogônias e espermátides dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	117

10A	Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos ao abate dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	117
-----	--	-----

11A	Resumo da análise de variância da concentração espermática ao abate dos galos leves, por fotoperíodo e idade.....	118
-----	---	-----

GALOS SEMIPESADOS

12A	Resumo da análise de variância do consumo de ração e peso corporal dos galos semipesados, por programa de iluminação e por período experimental.....	118
-----	--	-----

13A	Resumo da análise de variância da produção de sêmen dos galos semipesados, por programa de luz e por idade	119
-----	--	-----

14A	Resumo da análise de variância da concentração espermática e número de células totais dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	119
-----	--	-----

15A	Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	120
-----	--	-----

16A	Resumo da análise de variância das alterações de cabeça, cauda e alterações totais dos espermatozóides dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	120
-----	---	-----

17A	Resumo da análise de variância do peso corporal ao abate dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	121
18A	Resumo da análise de variância dos pesos dos testículos direito e esquerdo e peso testicular total dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	121
19A	Resumo da análise de variância do diâmetro dos túbulos seminíferos e espessura do epitélio seminífero dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	122
TABELA		Pág.
20A	Resumo da análise de variância do número de células de Sertoli, espermatogônias e espermatídes dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	122
21A	Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos ao abate dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	123
22A	Resumo da análise de variância da concentração espermática ao abate dos galos semipesados, por programa de iluminação e idade.....	123
1B	Temperaturas (°C) máximas e mínimas registradas durante o experimento.....	124

Iluminação natural na região Sudeste do Brasil, durante o
1C período experimental..... 126

ANEXO A – ANÁLISES DE VARIÂNCIA

TABELA 1A Resumo da análise de variância do consumo de ração e peso corporal dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	G.L.	Consumo de ração		Peso corporal	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	174,2572	0,0129	280,7604	0,9816
Erro 1	21	32,2572		15124,1517	
Idade (I)	3	30,6763	0,3329	38390,5556	0,0550
T*I	6	29,7870	0,3586	16,6493	1,0000
Erro 2	63	26,4918		14377,6917	

TABELA 2A Resumo da análise de variância do volume de sêmen dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Produção de sêmen	
		Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,0068	0,2485
Erro a	21	0,0045	
Idade (I)	3	0,1121	0,0000
T*I	6	0,0047	0,18229
Erro b	63	0,0030	

TABELA 3A Resumo da análise de variância da concentração espermática e número de células totais (NCT) dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Concentração		NCT	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	14,8457	0,0573	1,3801	0,1082
Erro a	21	4,5179		0,5571	
Idade (I)	3	86,3593	0,0000	14,4629	0,0000
T*I	6	4,1165	0,3694	0,3437	0,6225
Erro b	63			0,4670	

TABELA 4A Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Motilidade		Vigor	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,0032	0,7767	0,6354	0,2837
Erro a	21	0,0124		0,4747	
Idade (I)	3	0,0724	0,0667	6,6771	0,0000
T*I	6	0,0123	0,8592	0,5104	0,5877
Erro b	63	0,0288		0,6533	

TABELA 5A Resumo da análise de variância das alterações de cabeça (ACab), cauda (ACau) e alterações totais dos espermatozoides (ATE) dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	ACab		ACau		ATE	
		Q.M. ¹	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,0334	0,9260	2,2316	0,1968	2,2901	0,1162
Erro a	21	0,4321		1,2694		0,9585	
Idade (I)	3	0,8410	0,0520	10,185	0,0000	1,6334	0,0366
T*I	6	0,5397	0,1254	0,2156	0,9236	0,3757	0,6562
Erro b	63	0,3094		0,6715		0,5423	

¹Quadrado médio.

TABELA 6A Resumo da análise de variância do peso corporal ao abate dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Peso corporal	
		Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	923,8958	0,6996
Erro a	9	2484,5694	
Idade (I)	3	23786,0833	0,1255
T*I	6	90,0625	1,0000
Erro b	27	11399,8657	

TABELA 7A Resumo da análise de variância dos pesos dos testículos direito (PTD) e esquerdo (PTE) e peso testicular total (PTD + PTE) dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	PTD		PTE		PTD + PTE	
		Q.M. ¹	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,1115	0,9466	0,0329	0,9800	0,2573	0,9119
Erro a	9	2,0181		1,6248		2,7622	
Idade (I)	3	0,9006	0,7195	0,2677	0,9569	1,6922	0,8130
T*I	6	0,0084	1,0000	0,0401	1,0000	0,0555	1,0000
Erro b	27	2,0023		2,5636		5,3396	

¹Quadrado médio.

TABELA 8A Resumo da análise de variância do diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e espessura do epitélio seminífero (EES) dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	DTS		EES	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	158,8815	0,9482	50,9144	0,7209
Erro a	9	2969,5082		149,9985	
Idade (I)	3	488,2061	0,8770	285,6872	0,1030
T*I	6	225,6176	0,9952	6,6558	0,9993
Erro b	27	2152,2036		125,7877	

TABELA 9A Resumo da análise de variância do número de células de Sertoli (NCS), número de espermátogônias (SPTG) e número de espermátides (SPTD) dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	NCS		SPTG		SPTD	
		Q.M. ¹	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,1259	0,9628	0,5186	0,9619	17,3612	0,6766
Erro a	9	3,3050		13,3093		42,5323	
Idade (I)	3	3,1078	0,2059	75,6663	0,0059	50,1663	0,0612
T*I	6	0,0971	0,9994	2,6078	0,9804	4,5645	0,9544
Erro b	27	1,9078		14,6026		18,1477	

¹Quadrado médio.

TABELA 10A Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos ao abate dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Motilidade		Vigor	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	6,7708	0,9666	0,2708	0,2857
Erro a	9	198,2639		0,1875	
Idade (I)	3	763,1944	0,0135	0,5208	0,0604
T*I	6	32,4653	0,9794	0,1875	0,4456
Erro b	27	178,3565		0,1875	

TABELA 11A Resumo da análise de variância da concentração espermática ao abate dos galos leves, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Concentração	
		Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,2395	0,7722
Erro a	9	0,9000	
Idade (I)	3	2,5701	0,0002
T*I	6	0,0854	0,9295
Erro b	27	0,2813	

TABELA 12A Resumo da análise de variância do consumo de ração e peso corporal dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Consumo de ração		Peso corporal	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	3,6614	0,9184	3014,1979	0,9383
Erro a	21	42,8249		47156,8854	
Idade (I)	3	51,8462	0,1750	75497,8715	0,1156
T*I	6	2,1066	0,9986	9836,0590	0,9501
Erro b	63	30,4113		36789,0203	

TABELA 13A Resumo da análise de variância do da produção de sêmen dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Produção de sêmen	
		Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,0272	0,0499
Erro a	21	0,0078	
Idade (I)	3	0,0600	0,0003
T*I	6	0,0082	0,4472
Erro b	63	0,0084	

TABELA 14A Resumo da análise de variância da concentração espermática e número de células totais (NCT) dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Concentração		NCT	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	1,1748	0,1297	0,6009	0,0448
Erro a	21	0,5211		0,1663	
Idade (I)	3	0,2712	0,5020	0,7586	0,0020
T*I	6	0,2535	0,6179	0,2224	0,1597
Erro b	63	0,3417		0,1383	

TABELA 15A Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Motilidade		Vigor	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	192,9688	0,4016	0,8750	0,1299
Erro a	21	202,4554		0,3883	
Idade (I)	3	304,8611	0,1707	3,2049	0,0001
T*I	6	305,1215	0,1293	0,9028	0,0534
Erro b	63	176,6617		0,4082	

TABELA 16A Resumo da análise de variância das alterações de cabeça (ACab), cauda (ACau) e alterações totais dos espermatozóides (ATE) dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Acab		ACau		ATE	
		Q.M. ¹	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	2,5751	0,1989	0,3770	0,8297	0,0013	0,9955
Erro a	21	1,4749		2,0012		0,2950	
Idade (I)	3	1,0856	0,0836	9,0900	0,0000	0,1904	0,0380
T*I	6	0,4596	0,4443	1,7861	0,0749	0,0408	0,6996
Erro b	63	0,4675		0,8806		0,0639	

¹Quadrado médio.

TABELA 17A Resumo da análise de variância do peso corporal ao abate dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Peso corporal	
		Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	24374,9852	0,7439
Erro a	9	79707,1097	
Idade (I)	3	124932,8519	0,0940
T*I	6	1019,0685	1,0000
Erro b	27	53004,0763	

TABELA 18A Resumo da análise de variância dos pesos dos testículos direito (PTD) e esquerdo (PTE) e peso testicular total (PTD + PTE) dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	PTD		PTE		PTD + PTE	
		Q.M. ¹	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	21,4502	0,0435	21,9741	0,0218	86,4109	0,0131
Erro a	9	4,7356		3,6418		11,8451	
Idade (I)	3	2,0389	0,6256	2,9327	0,6467	9,8534	0,2124
T*I	6	0,5193	0,9873	0,4612	0,9970	0,9288	0,9873
Erro b	27	3,4442		5,2466		6,1568	

¹Quadrado médio.

TABELA 19A Resumo da análise de variância do diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e espessura do epitélio seminífero (EES) dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	DTS		EES	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	626,2019	0,5890	896,9894	0,0304
Erro a	9	1114,8960		169,8047	
Idade (I)	3	41,9231	0,7905	20,0999	0,7719
T*I	6	32,2241	0,9472	46,2049	0,5354
Erro b	27	120,3256		53,6461	

TABELA 20A Resumo da análise de variância do número de células de Sertoli (NCS), número de espermátogônias (SPTG) e número de espermátides (SPTD) dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	NCS		SPTG		SPTD	
		Q.M. ¹	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc	Q.M.	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	1,0253	0,2962	27,3044	0,5657	240,5290	0,0018
Erro a	9	0,7337		44,9631		17,3945	
Idade (I)	3	0,1327	0,8423	5,1351	0,4414	3,4282	0,7757
T*I	6	0,0620	0,9916	1,0010	0,9798	14,2367	0,7598
Erro b	27	0,4807		5,5430		25,5283	

TABELA 21A Resumo da análise de variância da motilidade e vigor espermáticos ao abate dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	de G.L.	Motilidade		Vigor	
		Quadrado médio	Pr>Fc	Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	19,2708	0,7181	0,0625	0,8515
Erro a	9	56,0764		0,3819	
Idade (I)	3	204,6875	0,0083	2,8542	0,0000
T*I	6	52,6042	0,3205	0,2292	0,3539
Erro b	27	42,6505		0,1968	

TABELA 22A Resumo da análise de variância da concentração espermática ao abate dos galos semipesados, por fotoperíodo e por idade

Fonte de variação	G.L.	Concentração	
		Quadrado médio	Pr>Fc
Tratamento (T)	2	0,1866	0,8978
Erro a	9	1,7098	
Idade (I)	3	0,3654	0,4883
T*I	6	0,0433	0,9959
Erro b	27	0,4395	

ANEXO B

TABELA 1B Temperaturas (°C) máximas e mínimas registradas durante o experimento.

DATA	MÁX	MÍN	DATA	MÁX	MÍN	DATA	MÁX	MÍN
28/07	29	14	20/08	30	12	12/09	34	15
29/07	30	12	21/08	29	14	13/09	28	15
30/07	31	14	22/08	30	14	14/09	29	14
31/07	30	12	23/08	32	14	15/09	32	14
01/08	29	14	24/08	31	14	20/09	30	16
02/08	30	14	25/08	31	15	21/09	31	17
03/08	32	14	26/08	31	15	22/09	32	19
04/08	31	14	27/08	32	15	23/09	31	19

05/08	31	15	28/08	32	14	24/09	34	17
06/08	32	17	29/08	31	16	25/09	36	17
07/08	32	15	30/08	28	14	26/09	34	20
08/08	31	14	31/08	30	13	27/09	33	19
09/08	31	16	01/09	31	13	28/09	34	19
10/08	28	14	02/09	31	14	29/09	35	19
11/08	30	13	03/09	31	15	30/09	35	18
12/08	31	13	04/09	34	15	01/10	27	16
13/08	31	14	05/09	31	16	02/10	30	18
14/08	31	15	06/09	31	15	03/10	25	18
15/08	34	15	07/09	32	14	04/10	21	15
16/08	31	16	08/09	32	15	05/10	21	15
17/08	31	15	09/09	33	15	06/10	28	16
18/08	32	14	10/09	33	14	07/10	26	12
19/08	29	12	11/09	33	15	08/10	28	11

...Continua...

Tabela 1B, Cont.

09/10	29	11	04/11	33	19	30/11	27	19
10/10	32	15	05/11	32	18	01/12	29	18
11/10	32	18	06/11	35	19	02/12	22	17
12/10	22	19	07/11	34	20	03/12	23	17
13/10	21	19	08/11	30	16	04/12	27	18
14/10	27	18	09/11	28	19	05/12	31	19
15/10	30	19	10/11	30	17	06/12	31	19
16/10	26	21	11/11	34	18	07/12	34	20
17/10	28	19	12/11	34	22	08/12	31	19
18/10	30	21	13/11	30	17	09/12	33	19
19/10	34	21	14/11	31	16	10/12	30	20

20/10	27	18	15/11	26	18	11/12	27	18
21/10	27	17	16/11	30	20	12/12	28	18
22/10	22	16	17/11	24	19	13/12	27	19
23/10	27	16	18/11	24	20	14/12	29	18
24/10	27	19	19/11	28	20	15/12	32	19
25/10	31	20	20/11	30	19	16/12	31	20
26/10	31	20	21/11	31	17	17/12	20	31
27/10	27	21	22/11	28	20	-	-	-
28/10	30	18	23/11	30	19	-	-	-
29/10	29	14	24/11	31	16	-	-	-
30/10	22	17	25/11	32	18	-	-	-
31/10	31	21	26/11	35	19	-	-	-
01/11	30	21	27/11	33	20	-	-	-
02/11	29	18	28/11	35	20	-	-	-
03/11	32	20	29/11	26	19	-	-	-

ANEXO C

TABELA 1C Iluminação natural na região Sudeste do Brasil, durante o período experimental. ¹

Dia	Sudeste (Rio de Janeiro)		
	Nascer do sol	Pôr do sol	Fotoperíodo
27/07	6:32	17:26	10:54
01/08	6:27	17:31	11:04
11/08	6:21	17:35	11:14
21/08	6:14	17:39	11:25
01/09	6:04	17:43	11:39
11/09	5:54	17:46	11:52

21/09	5:44	17:49	12:05
01/10	5:34	17:52	12:18
11/10	5:25	17:56	12:31
21/10	5:16	18:00	12:44
01/11	5:08	18:05	12:57
11/11	5:03	18:09	12:06
21/11	5:00	17:18	13:18
01/12	4:59	18:25	13:26
11/12	5:01	18:31	13:30
21/12	5:05	18:37	13:32

¹Adaptado de Cotta (2002b).