

DOUGLAS TEIXEIRA MORAES

**EFEITOS DOS PROGRAMAS DE LUZ SOBRE O DESEMPENHO,
RENDIMENTOS DE ABATE, ASPECTOS ECONÔMICOS E RESPOSTA
IMUNOLÓGICA EM FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais como
requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre
em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião

Co-orientador: Prof. Dr. Manuel Losada y Gonzalez

**Belo Horizonte – MG
UFMG-EV
2006**

M827e Moraes, Douglas Teixeira Moraes, 1978-
Efeitos dos programas de luz sobre o desempenho, rendimentos de abate, aspectos econômicos e resposta imunológica em frangos de corte / Douglas Teixeira Moraes. – 2006
51p.: il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião

Co-orientador: Manuel Losada Y Gonzalez

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Ração – Consumo – Efeito da luz – Teses. 2. Frango de corte – Carcaça – Teses. 3. Frango de corte – Desempenho produtivo – Teses. 4. Frango de corte – Aspectos econômicos – Teses. 5. Resposta imune – Teses. I. Baião, Nelson Carneiro. II Losada y González, Manuel.

III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD 0 636.508 5

Dissertação defendida e aprovada em 16/03/2006, pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião
(Orientador)

Prof. Dr. Manuel Losada Y Gonzalez
(Co-Orientador)

Prof. Dra. Ângela Maria Quintão Lana

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, irmão e à Lu, pelo carinho, amor, dedicação e estímulo em minha vida.

Aos meus amigos da Escola de Veterinária pela cumplicidade e apoio durante a nossa convivência.

“A sua **META** é ser o melhor do mundo naquilo que você faz. Não existem alternativas.”

Vicente Falconi Campos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que é minha fonte inesgotável de sabedoria e esperança.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Nelson Carneiro Baião, pela oportunidade, confiança e incentivo, competência e ética profissional. *Muito obrigado professor. . .*

Ao meu co-orientador, Professor Manuel Losada Y Gonzalez, pelo apoio incondicional na realização do experimento.

Agradeço à Luciana pela sua companhia, paciência e carinho comigo durante esta jornada. Ah, e também à Nina...

À Universidade Federal de Minas Gerais e em especial ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária pela oportunidade de realizar o Curso de Mestrado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus colegas da Escola de Veterinária da UFMG, Fernanda, Léo, Bruninha, Vanessa, Laís, Felipe, Guilherme, Júlia, Aline, entre outros, e especialmente ao grande amigo César, companheiro incondicional na realização deste trabalho de pesquisa e em toda a minha vida acadêmica.

Agradeço também de forma muito carinhosa aos funcionários da Fazenda Experimental “Professor Hélio Barbosa”, pela ajuda, apoio, trabalho e amizade, especialmente ao Sr. Geraldo Lourenço e ao Juninho da Fábrica.

Ao Colegiado de Pós-Graduação da Escola de Veterinária da UFMG.

Aos funcionários da Biblioteca da Escola de Veterinária da UFMG pela sua colaboração e gentileza.

Aos patrocinadores deste trabalho: Granja Ouro Branco, Granja Alvorada, Fort Dodge, Avicap, Fazenda Floresta, Purina e Nutron.

Ao Médico Veterinário João Luiz, grande amigo, pelo apoio no abate das aves e conselhos durante a realização deste projeto.

Ao Prof. Dr. Nelson Rodrigo, pela amizade e ensinamentos durante a minha vida acadêmica e apoio na realização dos testes sorológicos deste experimento.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	11
1 - INTRODUÇÃO.....	13
2 - REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 – Definições sobre iluminação	14
2.2 – Fonte de luz, iluminação e instalações elétricas	15
2.3 – Duração e distribuição do fotoperíodo	16
2.4 – Sono.....	16
2.5 - Tipos de programas de luz	17
2.5.1 - Programa de luz constante	17
2.5.2 - Programa de luz intermitente	18
2.5.3 - Programa de luz crescente	19
2.6 - Efeito de entardecer e amanhecer	22
2.7 - Restrição alimentar através de programas de luz e ganho compensatório.....	22
2.8 - Ocorrência de problemas de pernas	24
2.9 - Desempenho e características de carcaça.....	24
2.10 - Condicionamento das aves de acordo com a escotofase	25
2.11 - Programas de luz e melatonina	26
2.12 - Aspectos econômicos na aplicação de diferentes programas de luz	27
3 - MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 - Local	28
3.2 - Instalações e equipamentos.....	28
3.3 - Instalações elétricas, cálculo de iluminação e divisórias do aviário.....	28
3.4 - Aves e Manejo	29
3.5 - Rações.....	29
3.6 - Tratamentos	30
3.7 - Desempenho produtivo	31
3.7.1 - Peso vivo.....	31
3.7.2 - Consumo de ração.....	31
3.7.3 - Conversão alimentar	31
3.7.4 - Taxa de mortalidade.....	31
3.7.5 - Taxa de viabilidade.....	31
3.7.6 -Avaliação do consumo de ração a cada 6 horas aos 27 e 34 dias de idade dos frangos	31
3.8 - Avaliação econômica	31
3.8.1 - Consumo de ração para avaliação econômica.....	31
3.8.2 - Conversão alimentar para avaliação econômica	31
3.8.3 - Fator de eficiência produtiva	32
3.8.4 - Custo médio de ração.....	32
3.8.5 - Custo de energia elétrica	32
3.8.6 - Custo de ração por kg de frango vivo	32

3.8.7 - Custo do pinto por kg de frango vivo	32
3.8.8 - Custo operacional por kg de frango vivo	32
3.8.9 - Custo do kg de frango vivo	32
3.9 - Amostragem das aves para abate	32
3.10 - Rendimento de carcaça, cortes e vísceras	33
3.11 - Coleta de sangue para titulação de anticorpos no soro sanguíneo	33
3.12 - Delineamento experimental	33
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 - Desempenho produtivo	34
4.1.1 - Desempenho dos pintos no período de um a sete dias de idade.....	34
4.1.2 - Desempenho dos frangos no período de um a 21 dias de idade.....	34
4.1.3 - Desempenho dos frangos no período de um a 35 dias de idade.....	36
4.1.4 - Desempenho dos frangos no período de um a 40 dias de idade.....	37
4.1.5 - Desempenho dos frangos no período de um a 45 dias de idade.....	38
4.2 - Avaliação de consumo de ração aos 27 e 34 dias de idade dos frangos	39
4.2.1 - Consumo de ração a cada seis horas aos 27 dias de idade dos frangos.....	39
4.2.2 - Consumo de ração a cada seis horas aos 34 dias de idade dos frangos.....	40
4.3 - Avaliação econômica	41
4.4 - Avaliação de rendimentos de abate.....	42
4.4.1 - Rendimento de carcaça e cortes de carcaça	42
4.4.2 - Rendimento de pés, cabeça + pescoço, gordura abdominal e dorso	43
4.4.3 - Rendimento de fígado, moela, coração e intestinos.....	43
4.5 - Títulos de anticorpos para a doença de Newcastle	44
5 - CONCLUSÕES.....	44
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados de acordo com as fases de criação	29
Tabela 2 - Período de iluminação e de escuro de acordo com os tratamentos.....	30
Tabela 3 - Horários de nascer e pôr do sol durante o período experimental	30
Tabela 4 - Desempenho dos pintos no período de um a sete dias de idade de acordo com os tratamentos	34
Tabela 5 - Desempenho dos frangos no período de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos	35

Tabela 6 - Desempenho dos frangos no período de um a 35 dias de idade de acordo com os tratamentos	36
Tabela 7 - Desempenho dos frangos no período de um a 40 dias de idade de acordo com os tratamentos	37
Tabela 8 - Desempenho dos frangos no período de um a 45 dias de idade de acordo com os tratamentos	38
Tabela 9 - Consumo de ração a cada seis horas e total aos 27 dias de idade dos frangos.....	39
Tabela 10 - Consumo de ração a cada seis horas e total aos 34 dias de idade dos frangos.....	40
Tabela 11 - Índices zootécnicos e econômicos aos 45 dias de idade dos frangos.....	42
Tabela 12 - Índices zootécnicos e econômicos aos 45 dias de idade dos frangos.....	42
Tabela 13 - Rendimentos de abate dos frangos aos 45 dias de idade.....	42
Tabela 14 - Rendimentos de abate dos frangos aos 45 dias de idade.....	43
Tabela 15 - Rendimentos de abate dos frangos aos 45 dias de idade.....	44
Tabela 16 - Títulos médios geométricos de anticorpos (GMT) da Inibição da Hemaglutinação (HI) aos 45 dias de idade dos frangos	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Nível de iluminação ou iluminância.....	15
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

Namômetro (nm).....	14
Lúmen (lm)	14
Candela (cd)	14
Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade (Inmetro).....	15
Kelvin (K)	15
Lâmpada fluorescente compacta (LFC)	15
Programa de luz quase contínua (23L).....	30

Programa de luz crescente (CRES)	30
Programa de luz constante com 16 horas de luz (16L)	30
Programa de luz natural (NAT).....	30
Peso vivo (PV)	31
Consumo de ração (CR)	31
Conversão alimentar (CA)	31
Taxa de viabilidade (VIAB).....	31
Consumo de ração para avaliação econômica (CRAE).....	31
Conversão alimentar para avaliação econômica (CAAE).....	31
Fator de eficiência produtiva (FEP)	32
Custo médio de ração (CMR).....	32
Custo de energia elétrica (CEE).....	32
Custo de ração por kg de frango vivo (CR/kg)	32
Custo do pinto por kg de frango vivo (CP/kg).....	32
Custo operacional por kg de frango vivo (COP/kg).....	32
Custo do kg de frango vivo (CkgFV).....	32
Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA).....	33
Inibição da hemaglutinação (HI).....	33
Rendimento de carcaça (RC).....	42
Rendimento de peito (PEITO).....	42
Rendimento de coxa + sobrecoxa (COXA).....	42
Rendimento de asa (ASA).....	42
Rendimento de pés (PÉS).....	43
Rendimento de cabeça + pescoço (CAB).....	43
Rendimento de gordura abdominal (GA).....	43
Rendimento de dorso (DORSO)	43
Rendimento de fígado (FIG)	43
Rendimento de moela (MOELA).....	43
Rendimento de coração (COR)	43
Rendimento de intestinos (INT).....	43
Títulos médios geométricos (GMT).....	44

ANEXOS

Anexo 1 - Croqui do galpão experimental com divisórias 51

RESUMO

Para avaliar os efeitos dos programas de luz sobre o desempenho, consumo de ração a cada seis horas aos 27 e 34 dias de idade, aspectos econômicos, rendimentos de abate e resposta à vacinação contra Newcastle foram utilizados 840 pintos machos da linhagem Cobb-500. Os tratamentos, definidos pelos períodos de luminosidade diária foram os seguintes: 23L – quase contínua – 23 horas de luz e uma hora de escuro do primeiro aos 45 dias de idade das aves; CRES – 23 horas de luz até os 7 dias de idade, luz natural dos 8 aos 21 dias de idade, 14 horas de luz dos 22 aos 28 dias de idade, 18 horas de luz dos 29 aos 35 dias e 23 horas de luz dos 36 dias ao abate; 16L – 16 horas de luz e 8 horas de escuro do primeiro aos 45 dias de idade e o programa NAT – sem suplementação de luz artificial durante todo o período de criação. As aves foram alojadas em galpão experimental sendo a densidade de 11,60 aves/m². O nível de iluminamento na altura das aves foi de 20 lux durante todo o período de criação que foi de 1 a 45 dias de idade. As rações utilizadas foram as mesmas para todas as aves e oferecidas à vontade. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 4 tratamentos, 6 repetições de 35 aves. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de “Student-Newman-Keuls” (SNK) para desempenho, consumo, aspectos econômicos, rendimentos de abate e sorologia para detecção de anticorpos contra a doença de Newcastle. As aves submetidas ao programa de luz CRES apresentaram peso vivo superior quando comparado aos demais tratamentos ($p < 0,05$), os quais apresentaram resultados semelhantes aos 45 dias de idade ($p > 0,05$). O consumo de ração também foi superior nas aves do tratamento CRES quando comparado aos tratamentos 23L e NAT ($p < 0,05$), e semelhante ao tratamento 16L ($p > 0,05$). A conversão alimentar não foi influenciada pelos tratamentos ($p > 0,05$). A viabilidade das aves do tratamento NAT foi superior em relação às aves do tratamento 23L ($p < 0,05$) e semelhante aos demais tratamentos ($p > 0,05$) aos 45 dias de idade. O consumo no período de 24 horas não foi influenciado pelos tratamentos aos 27 dias de idade ($p > 0,05$). Aos 34 dias de idade, as aves do tratamento 16L apresentaram consumo superior às aves dos demais tratamentos ($p < 0,05$), as quais apresentaram consumos semelhantes entre si ($p > 0,05$). Os rendimentos de carcaça, pés, cabeça+pescoço, gordura abdominal, dorso, fígado, coração e intestinos não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$). As aves do tratamento 23L apresentaram rendimento de peito superior aos demais tratamentos ($p < 0,05$). O custo do kg de frango não foi influenciado pelos tratamentos ($p > 0,05$). Os títulos geométricos médios de anticorpos contra a doença de Newcastle não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$).

Palavras-chave: frango de corte, programa de luz, desempenho, rendimento de carcaça, resposta imunológica, aspectos econômicos, avaliação de consumo.

ABSTRACT

To evaluate the effect of different lighting programs on performance, feed intake at each six hours, economic aspects, carcass characteristics and antibodies production to Newcastle disease of broiler chickens an experiment was conducted with 840 young males chicks of the Cobb-500 lineage. The treatments defined according to the photoperiod were: 23L – 23 hours of light and 1 hour of darkness from 1 to 45 days old; CRES – 23 hours of light from 1 to 7 days old, without artificial light during the 8 and 21 days old, 14 hours of light from 22 to 28 days old, 18 hours of light from 29 to 35 days old and 23 hours of light from 35 to the 45 days old; 16L – 16 hours of light from 1 to 45 days old and the NAT program, without artificial light during all the raising period. The poultry was located in an experimental poultry house, 11,60 birds for m². The lighting intensity at the birds level was of 20 lux during all raising period that was from 1 to 45 days of age. The rations used were the same and offered at pleasure. The statistical design was the complete randomized divided in four treatments with six repetitions of 35 birds each. Analysis of variance with mean separation was made using SNK's multiple range test for performance, carcass characteristics, economic aspects and immunological response. Broiler chickens of CRES lighting program presented higher body weight ($p < 0,05$) than birds of the others lighting programs that were similar between then ($p > 0,05$). The feed intake of the birds of the CRES lighting program was higher than the birds of the 23L and NAT ($p < 0,05$) and similar to the 16L treatment ($p > 0,05$). Feed

conversion was not observed differences between treatments ($p>0,05$). The livability was higher in birds of the NAT lighting program than the 23L lighting program ($p<0,05$) and similar to the others treatments ($p>0,05$). Feed intake during 24 hours period was not observed differences between treatments at 27 days of age ($p>0,05$). Feed intake during 24 hours period at 34 days of age was higher in the 16L treatment than the others treatments ($p<0,05$) that were similar between then ($p>0,05$). The carcass, foot, head, abdominal fat, liver, heart and gut yield were not observed differences between treatments ($p>0,05$). The birds of the 23L lighting program presented breast muscle higher than the others treatments ($p<0,05$). The cost of the broiler kilogram was not observed differences between treatments ($p>0,05$). The antibody levels against Newcastle disease were not observed differences between treatments ($p>0,05$).

Keywords: broiler chickens, lighting program, performance, carcass yield, immunological response, economic aspects, feed intake.

1- INTRODUÇÃO

A avicultura é a atividade que possui o maior e mais avançado acervo tecnológico dentre o setor agropecuário brasileiro. Os grandes progressos em genética, nutrição, manejo e sanidade, verificados nas últimas quatro décadas, transformaram o empreendimento em um verdadeiro complexo econômico, traduzido por uma grande indústria de produção de proteína de origem animal (Tinôco, 2001).

Dentre os progressos na área de manejo, os programas de luz para frangos de corte são de fundamental importância, tanto para a obtenção de melhores resultados zootécnicos quanto em relação à saúde das aves e ao desempenho econômico da atividade.

Para se definir um programa de luz para frangos de corte, alguns fatores tais como genética, práticas de manejo, densidade nutricional e consumo de ração devem ser levados em consideração. Outros fatores, como época do ano e a latitude onde os aviários se encontram, também são importantes, pois interferem com a duração do dia durante o ano (Fussel, 2003).

A intensidade luminosa solar varia diariamente em função de uma série de fatores tais como: posição do sol, presença de nuvens, poluição e umidade relativa do ar. Além disso, ocorre uma variação na duração do dia de acordo com os diferentes posicionamentos da terra em relação ao sol (North e Bell, 1990).

Um outro aspecto importante a ser considerado ao se estudar programas de luz é o tipo de aviário. Os aviários com ambiente controlado, tipo “dark house”, permitem controlar o período de iluminação durante as 24 horas do dia, enquanto os aviários abertos têm alternativas mais restritas de controle, uma vez que os fotoperíodos estão sujeitos ao comprimento

natural do dia (Fussel, 2003). Apesar disso, os princípios e os objetivos básicos dos programas de luz para frangos de corte são os mesmos para aviários de ambiente controlado e aberto (Rutz e Bermudez, 2004).

Os conceitos de programas de luz para frangos de corte mudaram muito com o passar do tempo. Durante muitos anos a indústria avícola utilizou programas de luz com fotoperíodo de 23 a 24 horas de luz diária com o objetivo de maximizar o consumo de ração e ganho de peso dos frangos de corte. Com a evolução da avicultura, o melhoramento genético proporcionou ao mercado uma ave diferente. Desta forma, surgiram muitos estudos relacionando os efeitos do fotoperíodo com os problemas de pernas, mortalidade e bem estar das aves (Gordon, 1994).

Com o avanço nos estudos sobre programas de luz, os pesquisadores concluíram que o melhor desempenho e bem estar das aves poderia ser alcançado com fotoperíodos moderados, que possibilitam aumento nas horas de sono, menor estresse fisiológico, melhora na resposta imunológica e, possivelmente, melhora no metabolismo ósseo e na condição das patas (Rutz e Bermudez, 2004).

Inúmeros mecanismos têm sido propostos para explicar o efeito positivo que tem o fotoperíodo sobre a condição fisiológica dos frangos. A redução na taxa de crescimento, o aumento da atividade, trocas metabólicas associadas com o escuro e a produção de hormônios andrógenos são alguns dos mecanismos de maior aceitação. No entanto, até o presente, nenhum desses fatores foi apresentado como o principal responsável (Rutz e Bermudez, 2004).

Atualmente há um grande interesse nos programas de luz descontínuos, devido ao fato destes programas levarem a uma

alteração na curva de crescimento dos frangos, permitindo a redução na incidência de anormalidades esqueléticas, síndrome da morte súbita, ascite e uma melhora nas respostas imunológicas.

Além dos aspectos acima citados, o fator econômico também é de fundamental importância ao se avaliar os diferentes programas de luz. De acordo com Rutz e Bermudez (2004), em experimentos conduzidos nos Estados Unidos, foram constatadas reduções de até 30% no consumo de eletricidade em aves expostas a programas de luz crescente, quando comparado com programas com 23 horas de luz/dia.

Apesar de o assunto ter sido extensamente estudado, ainda existem dúvidas a respeito dos efeitos dos programas de luz sobre a produtividade dos frangos de corte.

Assim, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos dos diferentes programas de luz sobre o desempenho, consumo, rendimentos de abate, aspectos econômicos e resposta imunológica em frangos de corte.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Definições sobre iluminação

Quando se trabalha com programas de luz para frangos de corte, algumas definições sobre iluminação são importantes. Estas definições são apresentadas a seguir.

Luz - é uma modalidade da energia radiante que um observador verifica pela sensação visual de claridade determinada no estímulo da retina, sob a ação da radiação, no processo de percepção sensorial visual. A faixa de radiações das ondas eletromagnéticas detectadas pelo olho humano se situa entre 380 e 780 nanômetros (nm), correspondendo o menor valor ao limite dos raios ultravioleta, e o

maior, ao dos raios infravermelhos (Niskier e Macintyre, 2000). Segundo Prescott (1999), as aves, dentre elas os frangos de corte, conseguem visualizar comprimentos de onda ultravioleta, ou seja, menos de 400 nm, mas acima de 320 nm.

Fluxo Luminoso - é a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz e capaz de produzir uma sensação de luminosidade através do estímulo da retina ocular. Em outras palavras, é a potência da energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano. A unidade é o *lúmen* (lm). As lâmpadas, conforme seu tipo e potência, apresentam fluxos luminosos com diversas eficiências (eficiência equivale à razão do fluxo luminoso emitido sobre a potência consumida pela fonte. Unidade: $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$) (Niskier e Macintyre, 2000).

Lúmen - pode ser definido como o fluxo luminoso emitido, segundo um ângulo sólido de um esterradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável em todas as direções e igual a 1 candela (Niskier e Macintyre, 2000).

Intensidade Luminosa - uma fonte luminosa em geral não emite igual potência luminosa em todas as direções. A potência da radiação luminosa numa dada direção denomina-se intensidade luminosa (Niskier e Macintyre, 2000). A unidade é a candela (cd).

Lux - Iluminamento de uma superfície plana, de área igual a 1m^2 , que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a um lúmen, uniformemente distribuído (Moreira, 1982), como apresentado na figura 1.

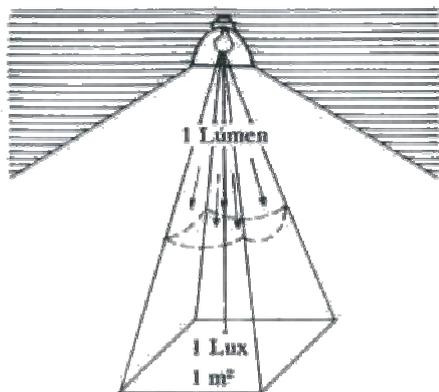


Figura 1 - Nível de iluminamento ou iluminância (Niskier e Macintyre, 2000).

Nível de Iluminamento ou Iluminância - é o fluxo luminoso incidente em uma superfície plana por unidade de área iluminada, como apresentado na figura 1. Definido também (em um ponto de uma superfície) como “a densidade superficial de fluxo luminoso recebido”. A unidade brasileira de iluminamento é o lux (Moreira, 1982). Esta grandeza também é chamada de *iluminância*. O Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade) utiliza o termo de *iluminamento* para denominar esta grandeza (Niskier e Macintyre, 2000).

Cor da luz - a temperatura do corpo luminoso da lâmpada caracteriza não apenas o fluxo luminoso que emite, mas também a cor da luz. O filamento de tungstênio aquecido até 2.000 K (Kelvin) fornece uma luz branco-avermelhada. A 3400 K é quase perfeitamente branca (Niskier e Macintyre, 2000).

Lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) - as lâmpadas fluorescentes compactas representam uma grande inovação na tecnologia das lâmpadas fluorescentes, trabalham dentro dos mesmos princípios das fluorescentes tubulares, mas são diferentes dos modelos tradicionais, principalmente porque deixam de ter duas extremidades e usam uma única base. As compactas são

muito menores e, como usam trifósforos, são fluorescentes de eficiência elevada e de luz com excelente característica de cor, isto é, são muito econômicas. Têm vantagens significativas sobre as incandescentes: podem ser usadas no lugar delas com maior vida útil (8.000 horas de vida para as LFC e 750 horas para as lâmpadas incandescentes), redução dos custos de manutenção, maior eficiência, menor variação de fluxo luminoso com a variação de tensão elétrica, menos redução de vida útil com a variação de tensão elétrica (Niskier e Macintyre, 2000).

2.2 - Fonte de luz, iluminamento e instalações elétricas

Fatores como fonte de luz e comprimento de onda, nível de iluminamento, duração e distribuição do fotoperíodo são os mais importantes no estabelecimento de um programa de luz (Classen, 1996).

De acordo com Castello et al. (1991), a influência dos diferentes níveis de iluminamento sobre as aves ocorre da seguinte maneira:

- 0,1 Lux – pode-se ver as aves, mas suas atividades são nulas;
- 1 Lux – pode-se manejar as aves facilmente e estas podem desenvolver suas atividades parcialmente;
- 5 Lux – visão perfeita das aves e estas desenvolvem plenamente suas atividades.

O nível de iluminamento para frangos de corte deve ser o mínimo necessário para permitir que as aves identifiquem e se desloquem até comedouros e bebedouros. Segundo Classen (1996), este nível de iluminamento, na altura do olho do frango, deve ser de 20 lux nos primeiros 7 dias de vida e de 5 lux posteriormente.

Em aviários abertos, o nível de iluminamento mínimo é ultrapassado em

muitas vezes pela luz solar. O iluminamento excessivo pode induzir ao canibalismo e ao aumento da atividade (North e Bell, 1990).

Quanto maior for o nível de iluminamento, maior será a movimentação das aves. Tal fato é importante no período inicial de criação dos frangos de corte, uma vez que o movimento nesta fase da vida ajuda no desenvolvimento muscular e esquelético, prevenindo a ocorrência futura de problemas cardiovasculares e ósseos (Classen, 1996).

Comparando dois níveis de iluminamento (5 versus 150 lux), Charles et al. (1992) observaram uma diminuição na gordura abdominal e na gordura total da carcaça de aves submetidas ao nível de iluminamento de 150 lux quando comparadas com aves expostas ao nível de iluminamento de 5 lux, fato que pode ser explicado pela maior atividade das aves que foram submetidas ao programa de luz com alto nível de iluminamento, o que levou a um maior requerimento energético e maior desenvolvimento muscular.

A luz com baixo nível de iluminamento é importante para se controlar alguns comportamentos agressivos, tais como o canibalismo e por esta razão tem sido utilizada rotineiramente em aviários comerciais. Além disso, ajuda a melhorar a conversão alimentar, uma vez que leva a uma redução na atividade das aves e um menor desperdício de ração (Classen, 1996).

De acordo com North e Bell (1990), quando se utilizam lâmpadas fluorescentes, o nível de iluminamento deverá ser semelhante ao recomendado para lâmpadas incandescentes. Ainda segundo estes autores, cada watt da lâmpada deveria cobrir 0,37 metros quadrados de piso para propiciar 10 lux de luz. Tal nível de iluminamento é obtido com a utilização de refletores a uma altura de 2,1 a 2,4 metros acima do piso. A altura e distribuição das lâmpadas devem ser de tal forma a usar lâmpadas preferencialmente

não acima de 60 watts, devido ao fato de lâmpadas acima deste valor (em watts), propiciarem um iluminamento menos uniforme além de se requerer mais eletricidade para iluminar o aviário.

2.3 - Duração e distribuição do fotoperíodo

Quando se define um programa de luz para as aves comerciais, normalmente as suas necessidades de descansar e dormir são ignoradas, apesar do sono ser um fenômeno comum em aves (Alison e Twijer, 1970; Meddis, 1975) citados por Gordon (1994).

De acordo com Gordon (1997), quando as aves são submetidas a fotoperíodos reduzidos, ocorre uma melhora na viabilidade devido a uma redução no crescimento inicial e alterações fisiológicas relacionadas com um maior período de escuro. A incidência de ascite tende a diminuir devido ao fato da restrição alimentar inicial, através de programa de luz, levar a uma redução no requerimento de oxigênio durante esta fase de crescimento acelerado. Entretanto, esta diminuição do crescimento na fase inicial deveria ser realizada sem afetar o desenvolvimento de pulmões, coração e fígado.

Além disso, a melatonina, que é secretada no período de escuro, é um potente antioxidante e, portanto, importante na preservação das células do miocárdio da ação dos radicais livres (Reiter, 1993).

2.4 – Sono

De acordo com Rutz e Bermudez (2004), o sono é um fenômeno fisiológico comum em aves. O sono auxilia a ave a enfrentar condições estressantes do meio, sendo fundamental para o seu bem estar. Os parâmetros fisiológicos e de comportamento das aves durante o sono são comparáveis aos dos mamíferos.

A inatividade, que ocorre durante o período de escuro, resulta em um gasto menor de energia devido ao relaxamento muscular (Meddis, 1975).

Segundo Globtzbach e Heller (1976), existe um ajuste do sistema termorregulatório, onde as aves “regulam” este sistema mantendo a temperatura mais baixa durante o período de ondas lentas do sono, resultando em uma queda no metabolismo neste período.

Tanto a restauração quanto o crescimento dos tecidos dependem da síntese protéica. Existem algumas evidências de que o sono propicia ótimas condições para a síntese protéica (Adam, 1980; Oswald, 1980) citados por Blokhuis (1983).

Durante o sono, o anabolismo é relativamente alto enquanto o catabolismo é baixo. Um fator importante para acelerar o anabolismo é a secreção de hormônios do crescimento. Sassin et al. (1969) citados por Blokhuis (1983) mostraram que a liberação do hormônio do crescimento em humanos está associada com as ondas lentas do sono e que isto parece ser controlado por um mecanismo neural comum entre aves e humanos. Além disso, a importância do sono na liberação e interrupção da liberação de outros hormônios anabolizantes, como prolactina e hormônio luteinizante, está claramente documentada em humanos Weitzmann et al. (1975) citados por Blokhuis (1983).

A privação do sono leva a dificuldades de adaptação das aves aos ambientes diferentes. Tal processo leva aos comportamentos anormais tais como irritabilidade e falta de orientação. Desta forma, fica clara a importância do sono para o normal funcionamento do sistema nervoso central, o qual é necessário para a adaptação inicial à presença de luz. Os sistemas de criação e alojamento de aves demandam uma grande capacidade de adaptação. O confinamento, a

falta de espaço e a grande interação com outras aves são alguns exemplos de aspectos aos quais as aves têm que se adaptarem. Desta forma, o sono tem um papel fundamental na adaptação destas aves para que elas tenham um ótimo desempenho (Blokhuis, 1983).

2.5 – TIPOS DE PROGRAMAS DE LUZ

2.5.1 – Programa de luz constante

Os programas de luz constantes são aqueles que utilizam um fotoperíodo do mesmo comprimento durante toda a vida do frango. Estes programas têm sido utilizados por possibilitarem acesso uniforme aos comedouros durante o dia, ou seja, durante o período em que se tem iluminação no aviário. Isso otimiza a condição para maximizar o consumo de ração, o ganho de peso e a uniformidade. O princípio está baseado no comportamento das aves que consomem pequenas quantidades de ração em períodos regulares durante o dia (Gordon, 1994).

Neste tipo de programa de luz, os mais comumente utilizados são 24 horas de luz/dia (24L:0E), 23 horas de luz e 1 hora de escuro/dia (23L:1E), ou mesmo 12 horas de luz e 12 horas de escuro/dia (12L:12E). Quando se utilizam programas de luz com fotoperíodos curtos, existe uma alteração na taxa de crescimento das aves, a qual diminui devido a uma menor ingestão de ração, já que as aves preferem comer durante o período em que estão expostas à luz, ainda que o façam no escuro, quando se utilizam longos períodos de escuro. Desta forma fica clara a mudança no comportamento alimentar quando se tem uma redução no fotoperíodo e um aumento na escotofase (período de escuridão) (Rutz e Bermudez, 2004). O comprimento do dia necessário para se reduzir a taxa de crescimento das aves ainda não está bem definido, porém uma estimativa razoável indica que este

comprimento deveria ser menor que 12 a 16 horas de luz/dia (Classen, 1996).

Dados de pesquisas mostram que o desempenho de aves submetidas a períodos moderados de fotofase tem sido inferior quando comparado com programas de luz contínua ou quase contínua. Morris (1968) mostrou que as aves submetidas a um programa de luz quase contínua (23L:1E) apresentaram peso vivo 5 a 10% superior às aves submetidas a programas de luz com 8 ou 12 horas de fotofase. Outros autores encontraram resultados parecidos, onde aves apresentaram redução no ganho médio diário quando submetidas a programa de luz com 16 horas de luz diária. Entretanto, alguns autores encontraram resultados diferentes, como por exemplo, Renden et al. (1992), que não encontraram diferença de desempenho em aves submetidas a um tratamento de 16L:8E quando comparadas com programas de 23L:1E.

De acordo com Gordon (1994), os programas de luz quase contínua (23L:1E) levam à ocorrência de canibalismo e reduzem o período de descanso e sono porque as aves se movimentam constantemente para irem aos comedouros. Murphy e Preston (1988) mensuraram o tempo gasto pelas aves para comer, beber, ficar de pé e ficarem deitadas, quando submetidas a um fotoperíodo de 24 horas/dia e verificaram que embora em 64% do tempo as aves tivessem ficado sentadas, 60% do tempo em que elas estavam sentadas não foi superior a um minuto e somente 4% deste tempo foi superior a três minutos. Os autores não encontraram nenhum período onde todas as aves estivessem sentadas, ou seja, sempre tinham algumas aves que estavam se deslocando dentro do aviário e perturbando as demais. Desta forma, programas de luz com fotoperíodos moderados permitem que as aves tenham um período de escuro para descansar e dormir.

Blokhuis (1983), em uma revisão sobre o sono em aves, concluiu que os parâmetros fisiológicos e de comportamento do sono são parecidos com os mamíferos e que o sono é fundamental para o bem estar.

Quando as aves estão expostas ao período de escuridão, ocorre uma maior síntese de melatonina, inibindo o consumo de ração. Porém é importante lembrar que quando este período de escuridão é muito prolongado, a síntese de melatonina reduz-se naturalmente, inibindo o sono e fazendo com que as aves procurem se alimentar no escuro (Rutz e Bermudez, 2004).

De acordo com Wiepkema (1981) citado por Gordon (1994), a diminuição nas horas de sono das aves quando se utilizam programas de luz contínua ou quase contínua leva a um aumento do estresse fisiológico. Buckland et al. (1976) encontraram concentrações mais altas de corticóides no plasma de aves submetidas a programas de luz contínua do que em aves expostas a programas de luz intermitentes. Um outro fator importante a se considerar é o aumento da densidade de alojamento, que quanto mais elevada maior será o estresse fisiológico das aves em programas de luz contínua (Lewis e Hurnik, 1990).

2.5.2 – Programa de luz intermitente

O programa de luz intermitente caracteriza-se por apresentar ciclos repetidos de luz e escuro dentro de um período de 24 horas. Comparativamente aos programas de luz contínua, frangos submetidos aos programas de luz intermitente geralmente apresentam maior produtividade, redução de problemas de pernas e menor incidência de morte súbita (Rutz et al., 2000). Estudos indicaram que a luz intermitente sincronizava melhor o consumo de ração com a passagem do alimento pelo trato digestivo dos frangos (Rutz e Bermudez, 2004).

De acordo com Buyse et al. (1996), aves submetidas aos programas de luz intermitente apresentam peso corporal igual ou superior às aves submetidas aos programas de luz contínua, além de obterem uma melhor conversão alimentar. Outros aspectos importantes a serem considerados nos programas de luz intermitente são a redução nos problemas de pernas e no estresse fisiológico, melhorando assim o bem estar das aves.

Comparando um programa de luz contínua com intermitente, Buys et al. (1998) concluíram que o programa intermitente reduz a incidência de ascite. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que aves submetidas ao programa de luz intermitente apresentam uma produção de calor e consumo de oxigênio significativamente inferior durante o período de escuro. Tendo em vista que a falta de oxigênio tem sido estabelecida como a causa primária de desenvolvimento de ascite, o menor consumo de oxigênio nas aves expostas ao programa de luz intermitente poderia reduzir a incidência de ascite (Buyse et al., 1994).

Ohtani e Leeson (2000) avaliaram o efeito do programa de luz intermitente quando comparado com o programa de luz contínua sobre o peso e ganho de peso corporal, acúmulo de gordura abdominal e consumo de ração. Os autores verificaram que o peso corporal das aves submetidas ao programa de luz intermitente foi superior ao peso corporal das aves submetidas ao programa de luz contínua aos 42 e 56 dias de idade das aves. O acúmulo de gordura abdominal também foi maior nas aves submetidas ao programa de luz intermitente quando comparado ao programa de luz contínua. O consumo de ração e a conversão alimentar não apresentaram diferenças ao final do experimento. Além disso, os autores observaram que as aves submetidas ao programa de luz intermitente apresentaram maior produção de calor às 3 e 8 semanas de

idade quando comparadas com aves submetidas ao programa de luz contínua.

Além destes fatores citados acima, os programas de luz intermitente resultam em maior produtividade, especialmente quando comparados aos programas de luz contínua. Estes programas também têm sido eficientes em melhorar o desempenho produtivo, reduzir os problemas de pernas e a incidência da síndrome da morte súbita (Rutz e Bermudez, 2004).

2.5.3 – Programa de luz crescente

Os programas de luz com fotoperíodo crescente fornecem uma série de foto esquemas nos quais o fotoperíodo é aumentado de acordo com a idade das aves. O programa consiste em fornecer inicialmente um período de luz quase contínua, como por exemplo, 23 horas de luz e 1 hora de escuro, afim de que os pintos encontrem ração e água, seguida de uma redução abrupta para 6 horas de luz diária (em aviários com condições ambientais controladas) ou luz natural (em aviários convencionais) e, posteriormente, um aumento gradual ou repentino até o fotoperíodo quase contínuo aos 14 ou 21 dias de idade (Robinson et al., 1988; Charles e Classen, 1989; Classen e Riddell, 1989; Classen et al., 1991; Renden et al., 1991; Charles et al., 1992; Blair et al., 1993; Renden et al., 1993 e Classen, 1996).

O objetivo do fotoperíodo inicial curto é reduzir o consumo de ração e conseqüentemente a taxa de ganho de peso, sem afetar o desenvolvimento esquelético. Desta forma, o esqueleto é capaz de suportar um rápido ganho de peso, quando o fotoperíodo subseqüente é aumentado. A redução do ganho de peso diminui a incidência de doenças metabólicas, tais como problemas de pernas e síndrome da morte súbita. É provável que os frangos expostos a fotoperíodos crescentes possam apresentar um aumento na produção de

hormônios reprodutivos, mesmo que sejam comercializados antes da idade de maturidade sexual. Em especial, aumento na produção de androgênios, que são anabolizantes, e que poderiam levar a um ganho compensatório e possibilitar o peso corporal almejado no momento do abate (Rutz e Bermudez, 2004).

De acordo com Classen (1991), os benefícios de um programa de luz crescente podem ser consequência de uma redução na taxa de crescimento inicial, aumento de atividade das aves, aumento na produção de hormônios andrógenos ou outras alterações no metabolismo. Em um experimento realizado por este mesmo autor, ficou claro que o programa de luz crescente alterou a curva de crescimento das aves (diminuiu o crescimento inicial), mas ocorreu um ganho compensatório no período de 21 até 42 dias de idade, sendo que o peso corporal das aves foi semelhante ao tratamento controle com 23 horas de luz e 1 hora de escuro por dia. Um outro aspecto importante observado neste trabalho foi uma redução consistente na ocorrência de problemas esqueléticos nas aves submetidas a programas de luz crescentes em relação ao programa de luz controle.

Gordon (1994) afirma que os programas de luz com aumento do período de luminosidade diária (crescentes) podem melhorar as condições de desempenho e bem estar das aves. Estes programas proporcionam benefícios no período inicial de criação das aves, quando são submetidas a um longo período de escotofase, o qual geralmente resulta em uma redução nos problemas de pernas e uma redução na mortalidade, enquanto o desempenho é igual ou superior ao das aves submetidas à fotoperíodos quase contínuos. Ainda, segundo o mesmo autor, a manipulação do fotoperíodo pode ser uma solução para se melhorar o bem estar dos frangos criados em condições comerciais.

Segundo Charles et al. (1992), os programas de luz com fotoperíodos crescentes (começando com uma escotofase longa e gradualmente aumentando a fotofase de acordo com a idade das aves) levam a uma redução na taxa de crescimento inicial, melhora na eficiência alimentar, ganho compensatório e melhora na viabilidade das aves quando comparado com as aves expostas ao programa de luz com fotoperíodo constante de 23 horas de luz e 1 hora de escuro por dia. Além disso, o programa de luz crescente levou a um aumento do tamanho dos testículos (25,4%) e da concentração plasmática de androstenediona (22,6%) e testosterona (31,2%), mostrando que houve um estímulo à maturidade sexual precoce em aves com sete semanas de idade.

Com o objetivo de se avaliar o efeito do aumento do fotoperíodo na performance de frangos de corte, Classen e Riddell (1989), trabalharam com três programas de luz (quase contínua de 1 a 42 dias; crescente; e 6 horas de luz (6L) até os 21 dias e 23 horas de luz dos 21 aos 42 dias de idade). Aos 21 dias de idade, quando se comparou o programa de luz 6L com o quase contínua (23L:1E), os autores observaram que o ganho de peso das aves foram semelhantes embora no programa 6L tivesse ocorrido uma redução no consumo de ração. No período de 21 a 42 dias de idade, as aves do tratamento 6L ganharam mais peso e consumiram mais ração que as aves do tratamento 23L:1E, levando a um ganho de peso corporal superior no período de 0 a 42 dias de idade das aves no tratamento 6L apesar do consumo de ração ter apresentado resultados semelhantes. A conversão alimentar foi melhor até os 21 dias de idade no tratamento 6L sendo que no resto do período de criação não houve diferença estatística significativa.

Em outro experimento deste mesmo trabalho de pesquisa, Classen e Riddell (1989), compararam o efeito dos programas de luz

quase contínua, 6L e crescente sobre o desempenho de frangos de corte. Os autores verificaram que houve diferença entre o ganho de peso das aves aos 21 dias de idade, quando as aves submetidas ao tratamento 23L:1E apresentaram ganho de peso superior aos demais tratamentos, sendo o programa crescente o que alcançou menor ganho de peso nesta idade. No período de 21 a 42 dias, as aves do tratamento crescente ganharam mais peso que as aves do tratamento 23L:1E. No período total de criação (0 a 42 dias), não houve efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso das aves. O consumo de ração apresentou resultados semelhantes ao ganho de peso no período de 0 a 21 dias entre os tratamentos. O tratamento de luz crescente apresentou conversão alimentar melhor que o tratamento 23L:1E durante toda a fase de criação, e também melhor que o tratamento 6L nos períodos de 21 a 42 dias e de 0 a 42 dias de idade.

Renden et al. (1991), em um experimento comparando os programas de luz quase contínua, crescente e intermitente, encontraram diferença no peso vivo dos frangos aos 21 dias de idade, quando os frangos submetidos ao tratamento de luz quase contínua apresentaram peso superior às aves do tratamento crescente, sendo que as aves do tratamento intermitente apresentaram peso intermediário. Estes resultados persistiram até os 42 dias de idade, quando as aves do tratamento 23L:1E continuaram mais pesadas quando comparadas com as aves do tratamento crescente. Aos 56 dias de idade, não houve diferença entre os tratamentos para peso vivo, o que demonstrou um crescimento compensatório nas aves do tratamento crescente. Não houve diferença na conversão alimentar entre os tratamentos aos 21, 42 e 56 dias de idade. O consumo de ração apresentou o mesmo padrão do peso corporal aos 21 dias de idade, sendo que o tratamento 23L:1E apresentou consumo superior ao tratamento crescente, e aos 42 e

56 dias de idade, o consumo se igualou, sendo semelhante entre os tratamentos 23L:1E e crescente. Não houve diferença de mortalidade entre os tratamentos ao final do experimento.

Classen et al. (1991), trabalhando com três programas de luz, quais sejam: luz quase contínua (23L:1E), crescente (aumentando-se o fotoperíodo de seis para 23 horas de luz/dia entre os dias quatro e 35 de idade das aves e fotoperíodo crescente + intermitente - com o acréscimo de 1 hora de luz no meio do período de escotofase), encontraram os seguintes resultados: os programas de luz crescentes levaram a uma redução na taxa de crescimento e uma piora na conversão alimentar aos 21 dias, porém aos 42 dias de idade das aves não foi observada diferença entre os tratamentos. O consumo de ração foi maior nas aves submetidas ao programa de luz quase contínua aos 21 dias quando comparado aos demais tratamentos, sendo que aos 42 dias de idade, não houve diferença. A incidência de doenças relacionadas ao esqueleto, a taxa de mortalidade por síndrome da morte súbita e a mortalidade total apresentaram resultados semelhantes entre os tratamentos. Ainda de acordo com o mesmo autor, os potenciais benefícios dos programas de luz crescentes ocorrem como consequência de uma redução na taxa de crescimento inicial e aumento de atividade.

O aumento do fotoperíodo (programa de luz crescente) levaria a um estímulo para a produção de hormônios sexuais masculinos (andrógenos), apesar das aves serem abatidas antes de atingir a maturidade sexual, levando a um crescimento compensatório, permitindo que as aves atinjam o peso corporal normal para a idade de abate. Ainda de acordo Classen (1991), se as aves submetidas a um programa de luz crescente forem mantidas por um período superior a seis semanas de idade, a taxa de crescimento destas aves é superior quando comparada com programas de luz constante.

2.6 – Efeito de entardecer e amanhecer

A transição gradual do período escuro para o período luminoso, e vice-versa, tem efeitos benéficos sobre o comportamento das aves. Ao se iluminar o aviário depois de um longo período de escuro, os frangos apresentam uma alta atividade gerando uma situação de alvoreço no ambiente. Tal fato ocorre também quando as luzes são desligadas, ou seja, se escurece o ambiente. Tanto o amanhecer quanto o entardecer são recomendados para as aves de maneira que a transição não seja tão estressante. Um período de transição de 50 minutos deve ser utilizado em qualquer programa de iluminação. O uso de entardeceres ou amanheceres não tem impacto direto sobre a produtividade dos frangos de corte, comparado com os progressos alcançados com o sistema de incremento de luz (Classen, 1996).

Savory (1976) mostrou que a conversão alimentar foi superior em aves submetidas aos fotoperíodos de 12 horas fazendo-se ou não uma simulação de amanhecer e entardecer quando comparado com aves criadas sob um programa de luz contínua. As aves não submetidas ao efeito do amanhecer e do anoitecer tiveram o pico de consumo durante a primeira hora de luz, enquanto as aves submetidas à simulação de anoitecer e de amanhecer tiveram o pico de consumo durante a primeira hora do entardecer. Tal fato mostra que o efeito do entardecer funciona como um sinal para as aves aumentarem o consumo ao escurecer, aumentando desta forma a energia disponível para as 12 horas de escuro.

Outros autores também mostraram que a simulação do efeito de amanhecer e entardecer pode melhorar o desempenho das aves quando estas são submetidas a fotoperíodos moderados. Buyse et al. (1993), mostraram que aves submetidas a um programa de luz de 14L:10E consumiram uma grande quantidade de

ração ao entardecer, a qual ficou retida no papo antes de passar para o proventrículo e moela para ser utilizada no período noturno. O consumo no período noturno foi menos de 1% do total consumido durante o dia. Os autores estimam que 75% da energia consumida à noite vem da energia da ração acumulada no papo das aves. Caso o comportamento alimentar possa realmente ser modificado ao se simular o amanhecer e entardecer de forma que as aves possam apresentar o pico de consumo na transição do claro para o escuro, então a energia disponível para as aves durante a escotofase será maior. Isto pode ser uma importante estratégia de manejo para se melhorar o desempenho das aves quando se utilizam fotoperíodos moderados, tais como 12 a 16 horas de luz/dia.

A ausência de consumo durante o período de escuro pode ser devido a um aumento da síntese de melatonina no início da escotofase. A melatonina induz as aves ao sono (Bermudez et al., 1983). Em períodos longos de escotofase, a síntese de melatonina declina. Isto pode explicar o consumo de alimento durante a escotofase, quando o fotoperíodo for curto (Injidi e Forbes, 1983).

2.7 – Restrição alimentar através de programas de luz e ganho compensatório

O crescimento compensatório é definido como um crescimento rápido anormal, de acordo com a idade, dentro de uma espécie animal. Condições temporárias desfavoráveis ao crescimento, tais como restrição alimentar ou ocorrência de alguma doença faz com que a ave tenha um crescimento fora do padrão normal. Quando as condições favoráveis são restabelecidas, as aves geralmente apresentam crescimento acelerado (Zubair e Lesson, 1996).

Duas hipóteses têm sido propostas para se explicar o crescimento compensatório. A primeira, chamada de “controle central”,

sugere que o corpo tem um ponto padrão de tamanho de acordo com a idade e que o controle deste tamanho padrão é feito pelo sistema nervoso central. Após um período de restrição alimentar, o corpo tenta alcançar o tamanho apropriado para a idade em um curto espaço de tempo. A segunda hipótese é a chamada “controle periférico”, a qual sugere que o controle do tamanho corporal é determinado pelos tecidos, ou mais especificamente pelo DNA, o qual determina a extensão do crescimento seguido de um período de restrição alimentar ou doença (Zubair e Lesson, 1996).

O interesse em se estudar o ganho compensatório em frangos de corte se deve à ocorrência de alguns problemas, tais como aumento na deposição de gordura corporal, aumento de mortalidade e uma alta incidência de problemas metabólicos e esqueléticos, que ocorrem devido à alta taxa de crescimento inicial das aves, especialmente em aves alimentadas à vontade. Desta forma, programas de restrição alimentar nesta fase inicial de desenvolvimento poderiam evitar ou pelo menos reduzir a ocorrência destes problemas (Zubair e Lesson, 1996).

Alguns fatores, como o período de restrição alimentar e a idade em que os frangos de corte são submetidos a esta restrição, são importantes para o crescimento compensatório. A restrição alimentar por um período de seis dias permite uma total recuperação do peso corporal, enquanto esta recuperação não ocorre quando a restrição é mais prolongada que 12 dias (Plavnik et al., 1986) citados por Zubair e Lesson (1996). Muitos autores recomendam um período de restrição alimentar para frangos de corte não superior a 7 dias para machos e 5 dias para fêmeas para que se tenha uma total recuperação do peso corporal (McMurtry et al., 1988; Plavnik e Hurwitz, 1991) citados por Zubair e Lesson (1996).

A taxa de crescimento inicial dos frangos de corte diminui quando se utiliza períodos curtos e constantes de luz, incremento de fotoperíodo e, em alguns ensaios, ao utilizar sistemas de luz intermitente. Esta redução no ganho de peso em estágios iniciais de desenvolvimento pode levar a uma redução na mortalidade de frangos de corte. Tal fato tem sido confirmado em estudos comparativos que envolvem restrição alimentar e diferentes programas de luz (Rutz e Bermudez, 2004).

Trabalhando com três programas de luz (quase contínua, crescente e crescente + 1 hora de luz no meio do período de escuro), Classen et al. (1991) observaram uma alteração significativa na curva de crescimento das aves. Neste mesmo estudo, os autores verificaram que os programas de luz crescentes resultaram em uma redução na taxa de crescimento inicial que resultou em um ganho compensatório durante a segunda metade do período de crescimento das aves levando a um peso final (aos 42 dias de idade) semelhante ao tratamento de luz quase contínua (23L:1E).

Em um experimento para se comparar os programas de luz quase contínua (23L:1E) e intermitente (seis ciclos diários de 1L:3E), Buyse et al. (1997) verificaram que os frangos de corte submetidos ao programa de luz intermitente apresentaram uma redução temporária na taxa de crescimento na fase inicial de criação, mas durante o período final, estas aves apresentaram um ganho compensatório, o que levou à ocorrência de peso semelhante na idade de abate (42 dias). Durante o período de crescimento compensatório (entre 28 e 35 dias de idade das aves), a concentração plasmática de hormônio do crescimento foi maior nas aves submetidas ao programa de luz intermitente, mostrando a influência deste hormônio na ocorrência do crescimento compensatório em aves. Os mecanismos que levam a esta maior liberação do hormônio do crescimento ainda são desconhecidos.

2.8 - Ocorrência de problemas de pernas

Em um experimento realizado por Classen et al. (1991), a utilização dos programas de luz crescente e crescente + 1 hora de luz no meio do período de escuro, reduziu a ocorrência de problemas esqueléticos em 46 e 58% respectivamente, quando comparados com programa de luz constante com 23 horas de luz/dia. Segundo estes autores, a redução na taxa de crescimento inicial das aves obtida com programas de luz crescentes é um fator que contribui para a redução dos problemas esqueléticos e da mortalidade causada por problemas metabólicos.

O fornecimento de um curto fotoperíodo durante estágios iniciais de crescimento propicia melhor bem estar e condição das pernas dos frangos. Tal fato está ligado ao crescimento inicial mais lento. Pode haver um efeito direto do programa de luz sobre o desenvolvimento ósseo através da modificação do metabolismo esquelético, uma vez que foi observado que problemas de pernas podem ser reduzidos ao incluir-se um período de escuro dentro de um período de 24 horas (Robbins et al., 1984).

Em outras espécies (ratos), foram constatadas diferenças no metabolismo ósseo do fêmur durante a escotofase e a fotofase. A síntese e o “turnover” da matriz óssea foram maiores na cartilagem da epífise e na região trabecular metafisiana durante a fotofase, enquanto que, na cartilagem articular e na diáfise cortical dos ossos, a síntese e o “turnover” foram maiores na escotofase (Simmons et al., 1979).

Renden et al. (1993) observaram uma menor incidência de problemas de pernas em frangos expostos a 14 horas de luz/dia do que a 23 horas de luz por dia. Isto pode ser explicado pelo fato de que as aves expostas ao fotoperíodo longo apresentaram maior rendimento de peito, enquanto que aves expostas à fotofase curta apresentaram maior rendimento de coxa. Aves que têm um maior

rendimento de peito apresentam maior curvatura das patas porque o centro de gravidade desloca-se para a região anterior do tórax. Desta forma, o maior rendimento de peito propicia o aparecimento de problemas de pernas.

Segundo Rutz e Bermudez (2004), a taxa de crescimento durante o período final do ciclo de crescimento dos frangos parece não influenciar o estado das pernas. Esta conclusão foi baseada em um experimento no qual frangos criados até 63 dias e expostos a programas de luz crescente apresentaram menor incidência de problemas de pernas entre 42 e 63 dias de idade comparativamente às aves que receberam 23 horas de luz diária, apesar de apresentarem crescimento mais rápido nesse período.

2.9 – Desempenho e características de carcaça

As aves usadas para a produção de carne têm sido geneticamente selecionadas para rápido crescimento e ganho de peso. Em consequência desta rigorosa seleção baseada em parâmetros produtivos, estas aves normalmente apresentam problemas relacionados ao sistema circulatório (ascite e síndrome da morte súbita), sistema esquelético (discondroplasia tibial) e podem apresentar excesso de gordura abdominal. Apesar do grande número de trabalhos sobre programas de luz, existem poucas informações sobre qualidade ou rendimento de carcaça relacionado aos diferentes programas de luz (Renden et al., 1991).

Analisando diferentes programas de luz: luz quase contínua (23L:1E de 1 a 56 dias); intermitente (1L:3E de 1 a 56 dias); crescente/intermitente (6L:18E, 1-14 dias e 1L:3E, 15-56 dias) e crescente (6L:18E, 1-14 dias e 23L:1E, 15-56 dias), Renden et al. (1991) observaram que as aves submetidas ao programa de luz quase contínua apresentaram peso de carcaça, de asa e de

peito superior em relação às aves do tratamento crescente aos 42 dias de idade. As aves criadas nos programas de luz quase contínua, intermitente e crescente não diferiram entre si quanto ao teor de gordura abdominal e peso de coxa. Os frangos criados no sistema crescente/intermitente apresentaram menor teor de gordura abdominal quando comparados aos frangos mantidos no programa intermitente. Quando os dados foram expressos em percentual em relação ao peso das carcaças, não houve diferença significativa no rendimento de carcaça e cortes entre os diferentes tratamentos.

Cave (1981) avaliou 2400 frangos de corte, de ambos os sexos, quanto ao peso da carcaça, quando submetidos ao programa de luz intermitente (1L:3E durante todo o período de criação) e ao programa de luz crescente (0-14 dias, 23,5L:0,5E; 15-48 dias, 19L: 5E). Não houve diferença entre os tratamentos para o grupo de frangos machos. As fêmeas submetidas ao programa de luz crescente apresentaram maior peso do que as que foram criadas em sistema intermitente.

Renden et al. (1994) trabalhando com dois programas de luz (23L:1E e 14L:10E), para frangos de corte avaliaram o rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias de idade dos frangos. Em relação à gordura abdominal, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos. No que se refere ao rendimento de asas e coxas, o tratamento com 14 horas de luz apresentou rendimento superior ao tratamento 23L:1E. Em relação ao rendimento de peito, o tratamento de luz quase contínua apresentou resultado superior ao tratamento 14L:10E. Em um outro experimento, estes autores trabalharam com dois tratamentos (23L:1E e 16L:8E), nos quais observaram que o percentual de gordura abdominal e de rendimento de peito apresentaram valores superiores no tratamento 23L:1E; para rendimento de asas, não houve efeito dos tratamentos; em relação ao rendimento de coxas e sobre-

coxas, o tratamento 23L:1E apresentou resultado inferior quando comparado ao tratamento 16L:8E.

Renden et al. (1996) trabalhando com programas de luz quase contínua (23L:1E), constante (16L:8E), intermitente 1 (16L:3E:1L:4E) e intermitente 2 (16L:2E:1L:2E:1L:2E), não encontraram diferença em relação ao peso de carcaça e nem em relação aos rendimentos (em percentual) de asas, sobre-coxas e peito nos diferentes tratamentos. Em relação ao rendimento de coxa, as aves submetidas ao tratamento 16L:8E apresentaram um rendimento superior às aves do tratamento 23L:1E.

2.10 – Condicionamento das aves de acordo com a escotofase

Cherry e Barwick (1962) citados por Gordon (1994), demonstraram que a luz não é essencial para que possa ocorrer consumo. Segundo estes autores, aves alojadas no escuro durante sete dias não apresentaram diferença no peso vivo às nove semanas de idade quando comparadas com aves submetidas a um fotoperíodo contínuo. A ausência de consumo, quando as aves são submetidas aos períodos moderados de escuro, pode ser explicada pelo aumento na síntese de melatonina que ocorre neste período. Quando as aves são submetidas aos longos períodos de escuro, a síntese de melatonina declina, fato que pode explicar o consumo das aves na escotofase. Além disso, a fome também estimula o consumo.

Quando o comprimento do dia é muito pequeno, os frangos podem comer durante o período de escuridão. Morris (1968) sugere que as aves aprendem rapidamente a se alimentar no escuro, consumindo uma grande quantidade da ração total diária, quando são submetidas a fotoperíodos de seis horas.

De acordo com Savory (1976), frangos que recebem luz contínua consomem de 3 a 6% do total de ração diária por hora. Quando se reduz o fotoperíodo, ocorre uma mudança no comportamento alimentar das aves restringindo a alimentação de acordo com o fotoperíodo. Este fato leva a crer que a duração da escotofase é que define o comportamento alimentar das aves no escuro, ou seja, se consomem ou não ração na ausência de luz. Segundo este autor, quando o fotoperíodo for de 12 horas, os frangos se alimentam quase exclusivamente durante o dia, com o pico de consumo ocorrendo durante a primeira hora do dia (primeira hora de luz). Comportamento alimentar semelhante foi encontrado em frangos submetidos a um período de 14 horas de luz/dia (Morris, 1968; Masic et al., 1974; Buyse et al., 1993).

2.11 – Programas de luz e melatonina

A melatonina é um hormônio secretado pela glândula pineal que apresenta papel imunomodulador. Existem receptores específicos para melatonina em muitas células do sistema imunológico. Portanto, esse hormônio aumenta a resposta imunológica e ameniza o estado imunodeficitário resultante de estresse agudo, doenças virais ou idade. A melatonina também restaura a atividade das células *T-helper* e aumenta a atividade macrófaga. Além disso, a melatonina aumenta a atividade das células *Natural Killer* e a liberação de interleucinas. É importante salientar que existem controvérsias na literatura, sendo que para alguns pesquisadores, a melatonina tem ação imunoestimuladora em mamíferos e imunossupressora em aves. Outro aspecto importante é a ação da melatonina deprimindo o consumo e melhorando a conversão alimentar, sendo que resultados inconsistentes de pesquisa têm sido observados em relação ao ganho de peso das aves (Rutz e Bermudez, 2004).

A produção de melatonina é inibida pela luz e estimulada pelo escuro. Em períodos de luz e escuro, a concentração de melatonina é alta durante o período de escuro e baixa durante o período de luz. Desta forma, quando as aves são expostas à longos períodos de luz ficam severamente deficientes em melatonina sérica. A melatonina é um potente antioxidante neutralizando radicais livres com ação semelhante à da vitamina E. Além das funções citadas acima, a melatonina propicia uma reação mais leve às vacinas respiratórias vivas, títulos mais altos de anticorpos em consequência de vacinações, redução de infecção bacteriana secundária, menor nível de mortalidade, menos condenações por aerossaculites e melhor uniformidade do lote (Davis e Siopes, 1996).

Frangos de corte expostos a regime constante de luz apresentam baixos níveis de melatonina plasmática. Desta forma, a pineal parece traduzir alterações ambientais em secreção de melatonina, a qual atua nos sistemas cardiopulmonar, reprodutivo, excretório, imunológico, na termorregulação e no comportamento das aves (Pang et al., 1996).

Segundo Bermudez et al. (1983), a ausência de consumo durante o escuro pode ser devido a um aumento na síntese de melatonina no início da escotofase, uma vez que a melatonina induz as aves ao sono.

De acordo com Injidi e Forbes (1983), em períodos longos de escotofase, a síntese de melatonina declina. Isto pode explicar o consumo de ração durante a escotofase, quando o fotoperíodo for curto. Estes autores avaliaram o efeito da melatonina sobre o ganho de peso em aves. Um grupo de aves teve a glândula pineal retirada cirurgicamente para compararem o ganho de peso com aves que foram submetidas à mesma cirurgia, porém não tiveram a glândula pineal retirada (grupo controle) e aves que além da cirurgia foram

suplementadas com melatonina. As aves que tiveram a glândula pineal cirurgicamente retirada apresentaram ganho de peso superior às aves do grupo controle. As aves que foram suplementadas com melatonina tiveram um ganho de peso inferior quando comparadas com as aves do grupo controle. Estes resultados mostram uma diminuição no ganho de peso em aves causado pela ação da melatonina.

Davis et al. (1997), avaliaram a resposta à vacinação para as doenças de Newcastle, Bronquite Infecciosa, Gumboro e Laringotraqueíte em frangos submetidos a dois programas de luz (contínua versus 16L:8E). Os autores verificaram que os títulos de anticorpos foram mais altos nas aves submetidas ao programa de luz 16L:8E, com exceção para a doença de Gumboro, que não apresentou diferença. Além disso, os autores verificaram que a concentração sérica de melatonina nas aves submetidas ao programa de luz 16L:8E foi quase nove vezes superior à das aves submetidas ao programa de luz contínua (24L:0E).

Alpedoorn et al. (1999) avaliaram o efeito da melatonina e diferentes programas de luz (23L:1E *versus* um programa intermitente com ciclos repetidos de 1L:3E) sobre o metabolismo em aves. Estes autores concluíram que a adição de melatonina na dieta não afetou o balanço energético, apesar de ter afetado negativamente a atividade física das aves. Esta redução na atividade pode estar relacionada com a capacidade da melatonina em induzir as aves ao sono. O consumo de ração e a conversão alimentar, quando avaliados durante todo o período de criação, não foram afetados pela adição de melatonina na ração. Entretanto, quando se avaliou por semana, a suplementação de melatonina levou a uma melhor conversão alimentar na última semana do experimento. Este resultado se deve à redução na atividade das aves.

2.12 – Aspectos econômicos na aplicação de diferentes programas de luz

Atualmente há um consenso entre as empresas que atuam na criação de frangos de corte da importância de manterem o custo de produção baixo para sobreviverem na atividade e permanecerem competitivas.

De acordo com Carvalho (2001), há mais de 20 anos se procura, através da observação do desempenho zootécnico, ter uma idéia da rentabilidade econômica da criação, que nem sempre é simples de se apurar.

A avaliação do grau de competitividade de cada empresa, perante seus concorrentes, pode ser feita através da análise dos dados técnicos e dos resultados econômicos. Desta forma, de nada adianta resultados técnicos expressivos se o custo de produção não for competitivo. É importante lembrar que o custo de produção não deverá ser reduzido a ponto de prejudicar a qualidade final do produto (Moraes, 2000).

Os controles e registros do processo de produção de frangos de corte são ferramentas indispensáveis na empresa avícola e fazem parte do programa de qualidade total. No passado, a preocupação com os custos de produção não era um fator muito relevante para gerentes das empresas, os quais mantinham somente alguns registros empíricos da produção baseados em algumas informações como mortalidade, viabilidade, peso final e conversão alimentar (Prior, 1985) citado por Mendes e Patrício (2004).

Ao se definir o programa de luz a ser utilizado pela empresa, é de fundamental importância que a análise econômica seja considerada.

De acordo com North e Bell (1990), a intensidade luminosa produzida por unidade de força elétrica é um ponto economicamente importante a se considerar

ao selecionar um sistema de iluminação. Segundo estes autores, lâmpadas fluorescentes são mais econômicas, pois para mesma potência elétrica (watts), as lâmpadas fluorescentes têm fluxos luminosos (lumens) superiores quando comparados às lâmpadas incandescentes.

Em um processo de produção de frangos de corte são utilizados vários itens de controle, sendo que os mais importantes são aqueles que resultam em redução do custo de produção para a empresa, tais como viabilidade, conversão alimentar, ganho de peso diário, peso médio e idade de abate (Michelan e Souza, 2001).

Além dos fatores citados acima, é importante destacar a economia de energia elétrica quando se usa determinado tipo de programa de luz. Em estudos conduzidos nos Estados Unidos, foram constatadas reduções de até 30% no consumo de eletricidade em programas de luz crescentes quando comparados com programas de luz com 23 horas de luz/dia (Rutz e Bermudez, 2004).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Local

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Prof. Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé – MG, que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 20°04’13”, longitude 44°18’06” e 786 metros de altitude, no período de 26 de agosto a 11 de outubro de 2005. As aves foram abatidas em um abatedouro comercial da “Avicap”, localizado no município de Maravilhas - MG. Os exames sorológicos (Inibição da Hemaglutinação) foram realizados no laboratório Laudo na cidade de Uberlândia - MG e no Departamento de Doença das Aves da Escola de Veterinária da UFMG.

3.2 – Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em um galpão experimental dividido em boxes (24 boxes idênticos de 2m x 1,5m, sendo 12 boxes de cada lado). O aquecimento das aves durante os primeiros 14 dias de vida foi feito com fornalhas à carvão, uma para cada boxe, semelhantes às usadas em aviários comerciais porém em tamanho reduzido. Nos primeiros sete dias do alojamento, foi utilizado um bebedouro tipo copo de pressão para cada 35 aves. Após este período, utilizou-se um bebedouro tipo pendular automático que permaneceu até o final do período de criação. Do alojamento aos 14 dias de idade, utilizou-se um comedouro tubular pequeno (capacidade 3 kg de ração) para cada boxe, sendo que, após este período, substituiu-se este comedouro por outro do tipo tubular com capacidade de 20 kg de ração, sendo também um para cada boxe.

3.3 – Instalações elétricas, cálculo de iluminação e divisórias do aviário

Foi utilizada uma lâmpada fluorescente compacta de 11 watts (220 volts) de potência, de cor branca, para fornecer um nível de iluminação de 20 lux na altura das aves. Esta lâmpada foi instalada a uma altura de dois metros do piso de cada boxe. Além disso, foi instalada uma lâmpada em cada boxe ao lado dos boxes que faziam parte do experimento para se fornecer um nível de iluminação uniforme em todos os boxes que estavam sendo usados. A verificação do nível de iluminação foi feita utilizando-se um luxímetro eletrônico da marca LDR-380 da Instrutherm com escalas 20-200-2000-20000 lux, RS232, datalogger. O cálculo da iluminação foi feito de acordo com Niskier e Macintyre (2000). O aviário foi dividido em quatro partes de acordo com os tratamentos, sendo que a divisória foi feita utilizando-se lonas pretas de 200 micras de espessura, para se garantir que a luz fornecida para cada tratamento não

interferisse com o iluminamento dos demais tratamentos. Foram deixados dois boxes vazios (fora do experimento) de cada lado de cada tratamento também para não se ter interferência do iluminamento de um tratamento no outro.

3.4 – Aves e manejo

Foram utilizados 840 pintos de corte machos, da linhagem Cobb-500, de um dia de idade. Foram alojadas 35 aves por boxe (11,66 aves/m²). Os pintos foram vacinados no incubatório de origem contra a doença de Marek, e aos 12 dias de idade contra as doenças de Gumboro e Newcastle, sendo que esta vacinação foi feita por via ocular, para se garantir uma vacinação uniforme de todas as aves. Água e ração foram fornecidas “ad libitum”. Durante todo o período experimental as temperaturas máxima e mínima assim como as umidades relativas do ar foram monitoradas

diariamente através de dois termohigrômetros instalados em dois pontos do galpão, a uma altura de 30 cm do piso. A temperatura média no período experimental foi de 27°C.

3.5 – Rações

Foram utilizados três tipos de rações de acordo com as fases de criação, ou seja: inicial (um a 21 dias de idade), crescimento (22 a 40 dias de idade) e acabamento (41 a 45 dias de idade). Para a formulação das rações e cálculo dos níveis nutricionais foram considerados os valores nutricionais dos ingredientes estabelecidos nas Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2000). As rações dentro de cada fase de criação foram idênticas. A composição das rações com seus respectivos valores nutricionais calculados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 - Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados de acordo com as fases de criação

Ingredientes	Inicial	Crescimento	Acabamento
Milho moído	54,000	60,000	65,000
Farelo de soja	38,000	32,000	27,000
Óleo de soja	2,400	3,000	3,600
Farinha de carne e ossos	4,200	3,650	3,100
Sal	0,400	0,400	0,400
Metionina, 99%	0,230	0,170	0,110
Lisina – HCl - 99%	0,075	0,075	0,053
Calcário	0,372	0,430	0,479
Colina 60%	0,070	0,075	0,058
Sup. Vitamínico Mineral ¹	0,253	0,200	0,200
TOTAL	100,000	100,000	100,000
Níveis Nutricionais²			
Energia (kcal)	3000	3110	3200
Proteína Bruta (%)	22,10	20,00	18,00
Cálcio (%)	1,00	0,87	0,80
Fósforo Total (%)	0,68	0,62	0,56
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,40	0,35
Lisina Total (%)	1,30	1,15	1,00
Met + Cis (%)	0,94	0,82	0,71
Metionina (%)	0,58	0,49	0,41
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21

¹Suplemento Vitamínico (Fase inicial). Cada 1,0 kg contém: Ácido fólico 800 mg; Ácido pantotênico 12.500 mg, Antioxidante 0,50 g; Biotina 40 mg; Niacina 33.600 mg, Selênio 300 mg, Vitamina A 6.700.000 UI; Vitamina B1 1.750 mg, Vitamina B12 9.600 MCG, Vitamina B2 4.800 mg, Vitamina B6 2.500 mg; Vitamina D3 1.600.000 UI; Vitamina E 14.000 mg; Vitamina K3 1.440 mg e

veículo qsp. Suplemento Mineral. Cada 0,5 kg contém: Manganês 150.000 mg; Zinco 100.000 mg; Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 1.500 mg. Promotor de crescimento e Coccidicida: Surmax 100 (Avilamicina) 80 ppm, Halquinol 50 ppm, Monteban G 100 (Narasina) 600 ppm; Nicarbazina 25% 200 ppm e veículo qsp.

¹Suplemento Vitamínico (Fase crescimento). Cada 1,0 kg contém: Ácido Fólico 650 mg; Ácido Pantotênico 10.400 mg; Antioxidante 0,50 g; Niacina 28.000 mg; Selênio 300 mg; Vitamina A 5.600.000 UI; Vitamina B1 0,550 mg; Vitamina B12 8.000 mcg; Vitamina B2 4.000 mg; Vitamina B6 2,080 mg; Vitamina D3 1.200.000 UI; Vitamina E 10.000 mg; Vitamina K3 1.200 mg e veículo qsp. Suplemento Mineral. Cada 0,5 kg contém: Manganês 150.000 mg; Zinco 100.000 mg; Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 1.500 mg. Promotor de Crescimento e Coccidicida: Surmax 100 (Avilamicina) 80 ppm, Halquinol 50 ppm, Coccibac SDT (Sulfaquinoxalina + Diaveridina + Trimetopim) 100 ppm; Coxistac 12% (Salinomicina) 550 ppm e veículo qsp.

¹Suplemento Vitamínico (Fase acabamento). Cada 1,0 kg contém: Ácido Pantotênico 7.070 mg; Antioxidante 0,50 g; Niacina 20.400 mg; Selênio 200 mg; Vitamina A 1.960.000 UI; Vitamina B12 4.700 mcg; Vitamina B2 2.400 mg; Vitamina D3 550.000 UI; Vitamina E 5.500 mg; Vitamina K3 550 mg e veículo qsp. Suplemento Mineral: Cada 0,5 kg contém: Manganês 150.000 mg; Zinco 100.000 mg; Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 1.500 mg. Promotor de Crescimento e Coccidicida: Surmax 100 (Avilamicina) 80 ppm, Coxistac 12% (Salinomicina) 500 ppm e veículo qsp.

² Rostagno et al. (2000)

3.6 – Tratamentos

Os tratamentos foram definidos de acordo com os quatro programas de luz, os quais são descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Período de iluminação e de escuro de acordo com os tratamentos

Idade (dias)	Tratamentos			
	23L ¹	CRES ²	16L ³	NAT ⁴
0 a 7	23L:1E ⁵	23L:1E	16L:8E	Luz natural
8 a 14	23L:1E	Luz natural	16L:8E	Luz natural
15 a 21	23L:1E	Luz natural	16L:8E	Luz natural
22 a 28	23L:1E	14L:10E	16L:8E	Luz natural
29 a 35	23L:1E	18L:6E	16L:8E	Luz natural
36 a 42	23L:1E	23L:1E	16L:8E	Luz natural
43 a 45	23L:1E	23L:1E	16L:8E	Luz natural

¹ Programa de luz quase contínua (23L)

² Programa de luz crescente (CRES)

³ Programa de luz constante com 16 horas de luz (16L)

⁴ Programa de luz natural (NAT) - sem fornecimento de iluminação artificial, ou seja, luzes apagadas durante todo o período de criação dos frangos

⁵ Período de iluminação e de escuro - L:luz E:escuro

Os horários de nascer e pôr do sol foram considerados de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 – Horários de nascer e pôr do sol durante o período experimental

Idade das aves (dias)	Nascer do sol (Horas:min)	Pôr do sol (Horas:min)	Período de luz (Horas:min)	Período de escuro (Horas:min)
0 a 7	6:17	17:41	11:24	12:36
8 a 14	6:08	17:43	11:35	12:25
15 a 21	5:59	17:46	11:47	12:13
22 a 28	5:59	17:46	11:47	12:13
29 a 35	5:50	17:48	11:58	12:02
36 a 42	5:50	17:48	12:09	11:51
43 a 45	5:41	17:50	12:19	11:41

Fonte: Aeroporto de Confins – Belo Horizonte/MG

3.7 – Desempenho produtivo

3.7.1 – Peso vivo (PV)

Todas as aves foram pesadas aos sete, 21, 35, 40 e 45 dias de idade para determinação do peso vivo.

3.7.2 – Consumo de ração (CR)

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante a semana, subtraindo-se a sobra ao final de cada semana e ao final de cada fase de criação. Para o cálculo do consumo de ração considerou-se o número de aves mortas na semana.

3.7.3 – Conversão alimentar (CA)

O cálculo da conversão alimentar foi feito com base no consumo de ração e o peso vivo das aves ao final de cada fase de criação.

3.7.4 – Taxa de mortalidade

Foi feito um controle diário da mortalidade para correção do consumo de ração, de cada unidade experimental.

3.7.5 – Taxa de viabilidade (VIAB)

A taxa de viabilidade foi calculada como 100 menos a percentagem das aves mortas de acordo com os tratamentos.

3.7.6 – Avaliação do consumo de ração a cada 6 horas aos 27 e 34 dias de idade dos frangos

Foi feita uma avaliação do consumo de ração a cada 6 horas aos 27 e 34 dias de idade dos frangos. A avaliação iniciou-se às 18:00 horas (no 27º e no 34º dia de idade das aves), pesando-se cada comedouro tubular (de cada boxe) cheio de ração e posteriormente, a cada 6 horas, pesou-se novamente cada comedouro até as 18:00

horas do dia seguinte, fechando um período de 24 horas. O consumo foi calculado pela diferença de peso do comedouro entre uma pesagem e outra. O consumo médio foi calculado dividindo-se o consumo de ração pelo número de aves existentes no dia, em cada boxe. Os dados de avaliação de consumo foram expressos como percentagem do consumo total. O consumo total nos dias 27 e 34 foi feito somando-se os consumos parciais mensurados a cada 6 horas.

3.8 – Avaliação econômica

3.8.1 – Consumo de ração para avaliação econômica (CRAE)

O consumo de ração para avaliação econômica do experimento foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante a semana subtraindo-se a sobra ao final de cada semana e ao final de cada fase de criação. Para o cálculo do consumo de ração para avaliação econômica não foi considerado o número de aves mortas na semana, ou seja, não foi feita a correção de consumo de acordo com a mortalidade. Desta forma, o consumo de ração foi determinado da mesma maneira que se faz nas granjas comerciais.

3.8.2 – Conversão alimentar para avaliação econômica (CAAE)

O cálculo da conversão alimentar para a avaliação econômica foi feito dividindo-se o consumo de ração para avaliação econômica pelo peso total das aves, para cada tratamento, ao final do experimento. Como não teve correção de consumo de acordo com as aves que morreram, a conversão alimentar para avaliação econômica foi calculada de forma semelhante à que é feita nas granjas comerciais.

3.8.3 – Fator de eficiência produtiva (FEP)

O FEP foi calculado levando-se em consideração o ganho de peso médio diário (GMD), a taxa de viabilidade (VIAB) e a conversão alimentar (CA) ao final do experimento de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{FEP} = \frac{\text{GMD (kg)} \times \text{VIAB(\%)}}{\text{CA}} \times 100$$

3.8.4 – Custo médio de ração (CMR)

O cálculo do custo médio de ração foi feito multiplicando-se o custo da ração pelo consumo das aves em cada fase de criação, fazendo-se posteriormente a soma dos valores obtidos em reais (R\$) e dividindo-se pelo consumo total de ração das aves (kg) no final do período de criação, para cada repetição.

3.8.5 – Custo de energia elétrica (CEE)

O cálculo do custo de energia elétrica foi feito levando-se em consideração o período (horas) em que cada tratamento foi submetido ao iluminamento artificial multiplicado pelo valor do kW/hora. O valor obtido para cada tratamento foi somado aos demais custos para a obtenção do custo do kg de frango vivo.

3.8.6 – Custo de ração por kg de frango vivo (CR/kg)

O custo de ração por kg de frango vivo foi calculado multiplicando-se o custo médio das rações (inicial, crescimento e acabamento) (R\$/kg) pela conversão alimentar para avaliação econômica.

3.8.7 – Custo do pinto por kg de frango vivo (CP/kg)

O custo do pinto por kg de frango vivo foi feito multiplicando-se o número de pintos de cada boxe (35) pelo preço do pinto de um dia (R\$ 0,66), e posteriormente dividindo-se o valor obtido pelo peso total dos frangos de cada boxe aos 45 dias de idade.

3.8.8 – Custo operacional por kg de frango vivo (COP/kg)

Foi definido um valor médio de 20% (vinte por cento) sobre o custo de ração + o custo dos pintos de um dia, para o custo operacional por kg de frango vivo. O custo operacional engloba todos os demais custos envolvidos na criação das aves, tanto os custos fixos quanto os custos variáveis, tais como mão de obra, carvão para aquecimento, depreciação de aviários e equipamentos, custo de oportunidade, encargos sociais, material para forração do aviário, desinfetantes, medicamentos, vacinas, pegadas de frangos, impostos, entre outros. Foi adotado um mesmo valor para todos os tratamentos tendo em vista que os únicos componentes que variaram na realização deste experimento foram os pintos de um dia (em função do peso médio do frango ao final do período de criação ser diferente entre os tratamentos), ração consumida e diferença no consumo de energia elétrica de acordo com os programas de luz utilizados.

3.8.9 – Custo do kg de frango vivo (CkgFV)

O cálculo do custo do kg de frango vivo foi feito somando-se os custos de ração por kg de frango vivo + custo do pinto por kg de frango vivo + custo de energia elétrica + custo operacional por kg de frango vivo.

3.9 – Amostragem das aves para abate

Ao final do período de criação (45 dias de idade), as aves foram submetidas a um jejum de ração de 10 horas e posteriormente foram identificadas individualmente. Foram

apanhadas aleatoriamente cinco aves por repetição, ou seja, 30 aves por tratamento ou 120 aves no total. O abate foi realizado em um abatedouro industrial, de acordo com as normas estabelecidas pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA).

3.10 – Rendimento de carcaça, cortes e vísceras

Para a determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada (com pés, cabeça e pescoço), em relação ao peso vivo em jejum, obtido antes do abate, na plataforma do frigorífico. Na determinação dos cortes (peito, coxa+sobrecoxa, asa, dorso, pés e cabeça+pescoço), vísceras (fígado, moela, intestinos, coração) e gordura abdominal o rendimento foi considerado em relação ao peso da carcaça eviscerada. Os cortes, as vísceras e a gordura abdominal foram colocados em sacos plásticos, individualmente identificados de acordo com os tratamentos e posteriormente pesados para determinação do rendimento. Os dados de rendimento foram expressos como porcentagem do peso da carcaça eviscerada.

3.11 – Coleta de sangue para titulação de anticorpos no soro sanguíneo

Para se fazer o teste de Inibição da Hemaglutinação (HI) para a doença de Newcastle aos 45 dias de idade dos frangos, foi coletado uma amostra de sangue de duas aves de cada boxe, onde cada ave foi considerada uma repetição, sendo 12 aves por tratamento e 48 aves no geral.

3.12 – Delineamento experimental

Para a avaliação do desempenho produtivo e aspectos econômicos, o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso constituído por quatro tratamentos com seis repetições de 35 aves cada. Os dados foram submetidos inicialmente à verificação de

normalidade através do teste de Lilliefors e verificação de homogeneidade de variância através dos testes de Cochran e Bartlett. Para a avaliação de consumo a cada 6 horas aos 27 e 34 dias de idade das aves, o delineamento foi inteiramente ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas. Para a avaliação do rendimento de carcaça, cortes e vísceras, o delineamento experimental foi o mesmo utilizado para o desempenho produtivo e cada ave foi considerada como uma repetição, totalizando 120 aves, sendo 30 repetições por tratamento. Em relação à avaliação dos títulos de anticorpos, o delineamento experimental foi o mesmo usado para avaliação de desempenho sendo que cada ave foi considerada uma repetição, sendo utilizadas 12 aves por tratamento, totalizando-se 48 aves. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do SAS (1996) e as médias comparadas pelo teste “Student-Newman-Keuls” (SNK) tanto para o desempenho produtivo quanto para as análises de avaliação econômica, rendimento de carcaça, cortes e vísceras e títulos de anticorpos (Sampaio, 2002). O modelo estatístico utilizado para análise dos dados foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij} \text{ onde,}$$

Y_{ij} – observação do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição

m – efeito médio geral

t_i – efeito do tratamento i , onde $i = 1, 2, 3$ e 4

e_{ij} – erro aleatório do i -ésimo tratamento na j -ésima repetição

Para análise do consumo a cada 6 horas aos 27 e 34 dias, o modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = m + t_i + e_{ik} + P_j + TP_{ij} + e_{ijk} \text{ onde,}$$

Y_{ijk} – observação do i -ésimo tratamento na j -ésima avaliação da k -ésima repetição

m – efeito médio geral;

t_i – efeito do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

e_{ik} – erro aleatório atribuído à parcela do tratamento i , na repetição k

P_j – efeito da avaliação j

$(TiP)_{ij}$ – efeito da interação entre tratamento i e avaliação j

$eijk$ – erro aleatório atribuído à subparcela no tratamento i da avaliação j na repetição k

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Desempenho produtivo

Tabela 4 - Desempenho dos pintos no período de um a sete dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamento	PV (g)	CR (g)	CA (g/g)	VIAB (%)
23L	194,8 a	162,1 a	0,832 c	99,03 a
CRES	198,5 a	163,5 a	0,822 bc	99,51 a
16L	187,8 b	151,3 b	0,806 ab	100,00*
NAT	182,5 b	144,6 c	0,793 a	100,00*
CV (%)	2,83	3,08	1,97	0,95

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

* dados não submetidos à análise estatística por não apresentarem variabilidade.

Os pintos submetidos aos programas de luz 23L e CRES apresentaram peso vivo superior aos demais tratamentos ($p < 0,05$). Este resultado se deve ao fato dos pintos destes dois tratamentos estarem expostos a um maior fotoperíodo (23L:1E) o que possibilitou um maior tempo de acesso aos comedouros. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Renden et al. (1992) e Renden et al. (1993), que encontraram peso vivo superior em aves submetidas ao tratamento 23L:1E em relação ao tratamento 16L:8E. Em um outro experimento deste mesmo trabalho de pesquisa, Renden et al. (1992) encontraram resultados diferentes, onde as aves submetidas ao tratamento 23L apresentaram peso vivo semelhante às aves submetidas ao tratamento 16L. O consumo de ração das aves submetidas ao programa NAT foi estatisticamente inferior ao dos demais tratamentos ($p < 0,05$). As aves do tratamento 16L apresentaram consumo de ração superior ao tratamento NAT e inferior aos tratamentos 23L e CRES ($p < 0,05$). Tais resultados se devem ao tempo de acesso aos comedouros. Desta forma, aves submetidas a um maior fotoperíodo (tratamentos 23L e

4.1.1 – Desempenho dos pintos no período de um a sete dias de idade

Os resultados referentes ao peso vivo (PV), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de viabilidade (VIAB) dos pintos de um a sete dias de idade se encontram na tabela 4.

CRES) apresentaram consumo de ração superior às aves submetidas ao fotoperíodo de 16 horas (16L), as quais também apresentaram consumo superior às aves submetidas ao tratamento natural (aproximadamente 12 horas de luz). A conversão alimentar foi melhor nos pintos submetidos ao tratamento NAT quando comparado com as aves dos tratamentos 23L e CRES e pior nas aves do tratamento 23L quando comparado aos tratamentos 16L e NAT ($p < 0,05$). Provavelmente este fato se deve ao nível de atividade das aves, ou seja, quanto maior o fotoperíodo, maior a movimentação das aves e maior o gasto de energia, levando a uma pior conversão alimentar. A viabilidade não apresentou diferença estatística entre os tratamentos 23L e CRES ($p > 0,05$).

4.1.2 – Desempenho dos frangos no período de um a 21 dias de idade

Os resultados referentes ao peso vivo (PV), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de viabilidade (VIAB) das aves de um a 21 dias de idade são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Desempenho dos frangos no período de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamento	PV (g)	CR (g)	CA (g/g)	VIAB (%)
23L	1057,6 a	1324,3 a	1,251 b	97,6 a
CRES	1044,1 a	1276,6 b	1,222 a	98,0 a
16L	1033,1 a	1293,3 b	1,252 b	100,0*
NAT	1033,8 a	1270,8 b	1,229 a	100,0*
CV (%)	1,46	1,30	1,03	1,89

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

* dados não submetidos à análise estatística por não apresentarem variabilidade.

Aos 21 dias de idade o peso vivo dos frangos não foi afetado pelos tratamentos ($p > 0,05$). Este resultado, possivelmente, se deve ao consumo de ração que foi semelhante entre as aves submetidas aos tratamentos CRES, 16L e NAT e a conversão alimentar melhor no tratamento NAT, o que possibilitou um ganho de peso maior em relação ao tratamento 23L. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Renden et al. (1992) que também não encontraram diferenças no peso vivo das aves submetidas a fotoperíodos de 23L:1E e 16L:8E de um a 21 dias de idade. Outros autores encontraram resultados diferentes para esta idade, onde as aves submetidas a iluminação quase contínuo (23L:1E) apresentaram peso superior às aves submetidas ao iluminação crescente e constante (16L:8E) (Classen e Riddell, 1989; Classen et al., 1991; Renden et al., 1991; Renden et al., 1993; e Blair et al., 1993). O consumo de ração foi superior nas aves do tratamento 23L ($p < 0,05$) quando comparado com os demais tratamentos, que apresentaram consumo semelhante ($p > 0,05$). Este resultado se deve a duração da fotofase, que foi maior no tratamento 23L, permitindo um maior tempo de acesso aos comedouros e conseqüentemente um maior consumo de ração. No período entre 7 a 21 dias, as aves do tratamento CRES estavam sob um fotoperíodo natural, o que levou a uma redução no consumo de ração em relação ao tratamento 23L. Estes resultados estão de acordo com dados de literatura (Classen e Riddell, 1989; Classen et al., 1991; Renden et al., 1991 e Blair et al., 1993). A conversão

alimentar foi melhor nas aves dos tratamentos CRES e NAT quando comparada com os demais tratamentos ($p < 0,05$), sendo que os tratamentos 23L e 16L apresentaram conversão alimentar semelhante ($p > 0,05$). Estes resultados podem ser devido ao fato de que neste período as aves dos tratamentos CRES e NAT estiveram submetidas somente à luz natural, o que leva a uma menor movimentação das aves e maior período de descanso e sono, reduzindo o gasto de energia e possibilitando uma melhora na conversão alimentar. De acordo com Wenk e Van Es (1976) o gasto de energia na realização de atividades físicas para aves em crescimento é em torno de 7 a 15% do total da energia metabolizável consumida. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Renden et al. (1993), onde a conversão alimentar entre os tratamentos 23L:1E e 16L:8E foi estatisticamente semelhante ($p > 0,05$) e inferior ao tratamento de luz crescente ($p < 0,05$). Blair et al. (1993) também encontraram resultados de conversão alimentar semelhantes aos encontrados neste experimento, onde as aves submetidas ao tratamento CRES apresentaram melhor conversão alimentar que as aves submetidas ao programa de luz 23L ($P < 0,001$). Por outro lado, Renden et al. (1991) encontraram resultados semelhantes de conversão alimentar entre tratamentos de luz CRES e 16L aos 21 dias de idade e segundo Classen et al. (1991), a conversão alimentar foi melhor no tratamento de luz 23L quando comparado ao tratamento de luz CRES. Nesta fase a viabilidade foi

semelhante nos tratamentos 23L e CRES ($p>0,05$). Resultados diferentes foram encontrados por Blair et al. (1993), quando as aves submetidas a um programa de luz CRES apresentaram mortalidade menor que as aves submetidas ao programa de luz 23L. Esta divergência de resposta ao programa de luz pode ser devido ao efeito da linhagem, época do ano, região e densidade nutricional das rações utilizadas nos experimentos.

4.1.3 – Desempenho dos frangos no período de um a 35 dias de idade

Os resultados referentes ao peso vivo (PV), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de viabilidade (VIAB) das aves aos 35 dias de idade se encontram na tabela 6.

Tabela 6 - Desempenho dos frangos no período de um a 35 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamento	PV (g)	CR (g)	CA (g/g)	VIAB (%)
23L	2456 a	3606 a	1,468 a	92,7 b
CRES	2449 a	3594 a	1,467 a	93,7 b
16L	2423 a	3608 a	1,489 ab	97,6 a
NAT	2358 b	3559 a	1,509 b	98,5 a
CV (%)	1,65	0,92	1,28	3,10

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p<0,05$)

Os frangos do tratamento NAT apresentaram peso vivo inferior ao das aves dos demais tratamentos ($p<0,05$), sendo que as aves dos tratamentos 23L, CRES e 16L apresentaram peso vivo semelhante entre si ($p>0,05$). Estes resultados podem ser explicados pela pior conversão alimentar das aves do tratamento NAT em relação aos demais tratamentos, uma vez que o consumo foi semelhante entre todos os tratamentos ($p>0,05$). Estes resultados foram semelhantes aos observados por Renden et al. (1992), que não encontraram diferenças entre os tratamentos com 23L, 16L e CRES para esta idade. Resultados diferentes foram encontrados por Rozenboim et al. (1999), onde os frangos submetidos ao tratamento 23L apresentaram peso vivo superior em relação às aves submetidas ao tratamento CRES aos 32 dias de idade e também, dos encontrados por Renden et al. (1993), que verificaram um peso vivo superior para aves submetidas ao tratamento 23L aos 35 dias de idade quando comparado com aves submetidas aos tratamentos CRES e 16L. Em relação ao consumo de ração, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$). Este resultado indica que as aves

com menor período de iluminação foram capazes de consumir mais em um menor tempo. O espaço de comedouro por ave (acima do usado em explorações comerciais), pode ter contribuído para esta compensação. A conversão alimentar foi pior nas aves submetidas ao tratamento NAT quando comparado com as dos tratamentos 23L e CRES ($p<0,05$). Os frangos do tratamento 16L apresentaram conversão alimentar semelhante aos dos tratamentos 23L, CRES e NAT ($p>0,05$). Apesar do consumo de ração ter sido semelhante entre todos os tratamentos, os frangos que receberam o programa de luz NAT apresentaram menor ganho de peso, resultado de uma pior conversão alimentar. De acordo com Bessei (1992) citado por Rutz (1997) existe uma redução drástica na atividade locomotora ao se aproximar do final do período de crescimento, quando o período de tempo deitado, sentado ou em descanso alcança 80-90% do período total. Os dados referentes à taxa de viabilidade das aves mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que os frangos submetidos aos tratamentos 23L e CRES apresentaram uma pior taxa de viabilidade

quando comparados aos frangos dos tratamentos 16L e NAT ($p < 0,05$). Tal resultado poderia ser justificado pela maior mortalidade por ascite nos frangos dos tratamentos 23L e CRES, os quais apresentaram um crescimento muito rápido e um maior consumo de ração no período inicial de criação, aumentando a demanda por oxigênio e, portanto, deixando os frangos mais predispostos ao desenvolvimento do quadro de ascite.

4.1.4 – Desempenho dos frangos no período de um a 40 dias de idade

Os resultados referentes ao peso vivo (PV), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de viabilidade (VIAB) das aves de um a 40 dias de idade se encontram descritos na tabela 7.

Tabela 7 - Desempenho dos frangos no período de um a 40 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamento	PV (g)	CR (g)	CA (g/g)	VIAB (%)
23L	2971 b	4613 ab	1,553 a	90,2 b
CRES	3027 a	4728 a	1,562 a	91,8 ab
16L	2951 b	4644 ab	1,573 a	95,1 ab
NAT	2880 c	4579 b	1,590 a	96,5 a
CV (%)	1,25	1,76	1,56	3,90

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

O peso vivo das aves foi influenciado pelos tratamentos ($p < 0,05$). Os frangos do tratamento CRES apresentaram peso vivo superior aos demais tratamentos ($p < 0,05$). De acordo com Classen e Riddell (1989) este resultado pode ser devido a uma ação de hormônios andrógenos na taxa de crescimento dos frangos quando submetidos a programas de luz com fotoperíodos crescentes. Resultados semelhantes foram encontrados por Classen e Riddell (1989), quando os frangos submetidos ao programa de luz crescente apresentaram peso vivo superior aos frangos submetidos ao programa de luz 23L aos 42 dias de idade. Estes resultados diferem dos encontrados por Renden et al. (1991) nos quais o peso vivo foi superior em frangos do tratamento 23L em relação aos frangos do tratamento CRES aos 42 dias de idade e também dos resultados encontrados por Blair et al. (1993), Classen et al. (1991) e Classen et al. (1996), que encontraram peso vivo semelhante entre os tratamentos 23L e CRES aos 42 dias de idade das aves. Os frangos dos tratamentos 23L e 16L apresentaram peso vivo semelhante e

superior ao tratamento NAT ($p < 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Renden et al. (1992), onde as aves submetidas aos tratamentos 23L e 16L apresentaram peso vivo semelhantes aos 42 dias de idade. Em um outro experimento deste mesmo trabalho de pesquisa, Renden et al. (1992) observaram que o peso vivo das aves submetidas ao tratamento 16L foi inferior ao das aves submetidas ao tratamento 23L aos 42 dias de idade ($p < 0,05$). O consumo de ração dos frangos submetidos aos tratamentos 23L, CRES e 16L foi semelhante entre si. Os frangos submetidos ao tratamento NAT apresentaram consumo inferior aos frangos submetidos ao tratamento CRES ($p < 0,05$) e semelhante aos frangos dos tratamentos 23L e 16L ($p > 0,05$). Provavelmente, estes resultados se devem ao maior peso das aves do tratamento CRES quando comparado com as aves do tratamento NAT, desta forma estas aves teriam uma maior exigência para manutenção e consumiriam mais ração. Resultados semelhantes foram encontrados por Classen et al. (1991), onde os tratamentos de luz quase contínua e

crescente apresentaram consumo de ração semelhante aos 42 dias de idade. Resultados diferentes foram encontrados por Blair et al. (1993) e Renden et al. (1991) onde os frangos do tratamento com 23L apresentaram consumo de ração superior aos frangos submetidos ao tratamento CRES. Os resultados de conversão alimentar não foram afetados pelos tratamentos ($p>0,05$). Stanley et al. (1997), afirmaram que um aumento no período de alimentação das aves através do controle do fotoperíodo não necessariamente leva a uma melhora na conversão alimentar. Resultados semelhantes foram encontrados por (Classen et al., 1991; Renden et al., 1991; Renden et al., 1992; Renden et al., 1993 e Blair et al., 1993). Em um outro ensaio, Blair et al. (1993) encontraram resultados discordantes, onde a conversão alimentar foi melhor nas aves do tratamento CRES do que no tratamento 23L:1E. A taxa de viabilidade foi semelhante entre os tratamentos CRES, 16L e NAT ($p>0,05$) e entre os tratamentos 23L, CRES e 16L

($p>0,05$) e foi superior no tratamento NAT quando comparada ao tratamento 23L ($p<0,05$). Este resultado se deve à maior mortalidade das aves do tratamento 23L por ascite e síndrome da morte súbita em relação ao tratamento NAT, no qual as aves apresentaram um crescimento mais lento na fase inicial, o que reduziu a ocorrência de problemas metabólicos posteriormente. Estes resultados diferem dos encontrados por Blair et al. (1993), os quais encontraram uma maior taxa de mortalidade nos frangos submetidos ao tratamento 23L quando comparado com as frangos submetidos ao tratamento CRES.

4.1.5 – Desempenho dos frangos no período de um a 45 dias de idade

Os resultados referentes ao peso vivo (PV), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de viabilidade (VIAB) dos frangos no período de um a 45 dias de idade se encontram descritos na tabela 8.

Tabela 8 - Desempenho dos frangos no período de um a 45 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamento	PV (g)	CR (g)	CA (g/g)	VIAB (%)
23L	3393 b	5622 b	1,657 a	87,3 b
CRES	3486 a	5808 a	1,668 a	88,9 ab
16L	3409 b	5706 ab	1,673 a	93,2 ab
NAT	3340 b	5656 b	1,694 a	95,6 a
CV (%)	1,57	1,52	1,46	5,22

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p<0,05$)

O peso vivo dos frangos foi estatisticamente superior no tratamento CRES quando comparado com os demais tratamentos ($p<0,05$), os quais apresentaram pesos semelhantes entre si ($p>0,05$). Ao se comparar o peso vivo de aves submetidas aos programas de luz crescente com programas de luz contínua, é esperado que as aves dos programas de luz crescentes resultem em um menor crescimento inicial, porém, ao redor dos 40 dias, os pesos sejam equivalentes, e se os frangos forem mantidos até idades superiores, o peso também será superior. Este resultado pode ser explicado

pelo fato de que aves submetidas ao aumento do fotoperíodo têm uma produção de hormônios anabolizantes semelhante às aves adultas, o que provoca um crescimento compensatório (Classen, 1996). Além disso, o consumo dos frangos do tratamento CRES foi superior ao consumo dos frangos dos tratamentos 23L e NAT e a conversão alimentar foi semelhante em todos os tratamentos, isto também explica o maior peso das aves do tratamento CRES. Estes resultados estão de acordo com Rozenboim et al. (1999) que encontraram peso vivo superior em frangos submetidos a um

tratamento de luz crescente quando comparados com frangos submetidos a um tratamento de luz 23L aos 49 dias de idade. Renden et al. (1993) encontraram resultados discordantes, onde o peso vivo foi semelhante em aves submetidas aos tratamentos 23L, 16L, 14L e CRES aos 48 dias de idade. O consumo de ração também foi influenciado pelos tratamentos ($p < 0,05$). As aves do tratamento CRES apresentaram um consumo de ração superior às aves submetidas aos tratamentos 23L e NAT ($p < 0,05$), sendo semelhante ao consumo das aves do tratamento 16L ($p > 0,05$). Este maior consumo das aves do tratamento CRES poderia ser justificado pelo condicionamento ao crescimento do fotoperíodo e pelo fato destas terem apresentado um maior crescimento (peso vivo) a partir dos 40 dias de idade, resultado de um maior consumo de ração. Os resultados de conversão alimentar não foram influenciados pelos tratamentos ($p > 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Renden et al. (1992), Renden et al. (1993) e Renden et al. (1996). Em relação à taxa de viabilidade, também

foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que as aves submetidas ao tratamento NAT apresentaram uma taxa de viabilidade superior ao tratamento 23L ($p < 0,05$) e semelhante aos tratamentos CRES e 16L ($p > 0,05$). Este resultado poderia ser explicado pelo fato das aves submetidas ao tratamento NAT terem apresentado um crescimento inicial mais lento, diminuindo, desta forma, a ocorrência de doenças metabólicas, tais como ascite e morte súbita. Os tratamentos CRES e 16L apresentaram taxas de viabilidade semelhantes aos tratamentos 23L e NAT ($p > 0,05$). Estes dados estão de acordo com Renden et al. (1992) e Renden et al. (1996), que não encontraram diferenças de mortalidade entre os programas de luz 23L e 16L aos 49 dias de idade das aves. Entretanto, Classen e Riddell (1989) e Renden et al. (1993) encontraram resultados diferentes de mortalidade, quando as aves submetidas ao tratamento de luz 23L apresentaram mortalidade superior em relação às aves submetidas ao tratamento de luz crescente.

4.2 – Avaliação de consumo de ração aos 27 e 34 dias de idade dos frangos

4.2.1 – Consumo de ração a cada seis horas aos 27 dias de idade dos frangos

Os resultados de consumo de ração a cada seis horas e total, em um período de 24 horas aos 27 dias de idade dos frangos, encontram-se na tabela 9.

Tabela 9 - Consumo de ração a cada seis horas e total aos 27 dias de idade dos frangos

Tratamentos	Consumo de 6 em 6 horas (%)				Consumo Total (g) (24 horas)*
	18 às 24	24 às 06	06 às 12	12 às 18	
23L	23,34 Bc	31,15 Aa	25,67 Bb	19,84 Dd	173,49 A
CRES	19,40 Cc	20,96 Bc	30,95 Aa	28,70 Bb	172,06 A
16L	26,14 Ab	17,00 Cc	32,33 Aa	24,54 Cb	172,85 A
NAT	12,86 Dd	22,22 Bc	30,67 Ab	34,25 Aa	181,62 A
CV (%)	7,65				5,61

Médias seguidas de letras desiguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

* análise de somente uma avaliação de consumo com seis repetições por tratamento. Letras maiúsculas desiguais na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Aos 27 dias de idade dos frangos, o consumo total de ração no período de 24 horas não foi afetado pelos tratamentos

($p > 0,05$). Em relação ao consumo por períodos de seis horas, houve efeito de interação entre período e tratamento

($p < 0,05$). O consumo de ração do tratamento 23L apresentou o seguinte resultado $24/06 > 06/12 > 18/24 > 12/18$ horas ($p < 0,05$). O consumo foi maior no período mais fresco do dia (entre meia noite e seis horas da manhã – temperatura média de 19°C), e menor no período mais quente do dia (entre meio dia e seis horas da tarde – temperatura média de 27°C). As aves do tratamento CRES apresentaram um padrão de consumo diferente do tratamento 23L devido ao fato destas aves estarem expostas, nesta idade, a um fotoperíodo de 14 horas de luz/dia, apresentando o menor consumo no período noturno (entre 18 e 6 horas) e o maior consumo no período da manhã (entre 6 às 12 horas) ($p < 0,05$). O tratamento 16L apresentou um maior consumo no período de 6 às 12 horas, consumo intermediário nos períodos entre 12 e 24 horas e consumo menor no período de 24 às 06 horas da manhã. O tratamento NAT apresentou o seguinte padrão de consumo $12/18 > 06/12 > 24/06 > 18/24$ ($p < 0,05$). Estes resultados podem ser explicados pelo fato destas aves estarem submetidas a um menor fotoperíodo (sem suplementação de iluminação artificial), desta forma os frangos compensaram o menor consumo no período noturno consumindo uma maior quantidade de ração no período diurno. Ao se comparar os tratamentos dentro de cada período verifica-se que no horário de 6 às 12 horas, as aves do tratamento 23L consumiram menos ração do que as aves dos demais tratamentos ($p < 0,05$). Este resultado pode ser devido ao fato destas aves terem

consumido mais ração do que as aves dos demais tratamentos no período anterior (entre meia noite e 6 horas da manhã) e desta forma estavam com o papo cheio, reduzindo o consumo de ração no período entre 6 e 12 horas. Nos programas de fotoperíodo mais curtos (NAT e CRES), o consumo foi maior ao entardecer (12/18). No período noturno (18/24), o consumo foi maior no tratamento 16L, pois para eles o entardecer era em torno das 10 horas da noite, indicando isto o condicionamento das aves ao programa de luz estabelecido. No período escuro (meia noite às seis horas da manhã) nota-se que as aves consumiram ração, sobretudo no tratamento NAT, as quais apresentaram um pequeno consumo no início do período de escuro e posteriormente apresentaram um aumento de consumo ainda na escotofase. Este resultado pode ser devido a um aumento na síntese de melatonina no início da escotofase, uma vez que a melatonina induz as aves ao sono. Em períodos longos de escotofase, a síntese de melatonina declina. Isto pode explicar o consumo alimentar durante o período de escuro, quando o fotoperíodo for curto.

4.2.2 – Consumo de ração a cada seis horas aos 34 dias de idade dos frangos

Os resultados de consumo de ração a cada seis horas e total, iniciando-se às 18 horas e finalizando-se às 18 horas do dia seguinte, completando um período de 24 horas aos 34 dias de idade dos frangos, são apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Consumo de ração a cada seis horas e total aos 34 dias de idade dos frangos

Tratamentos	Consumo de 6 em 6 horas (%)				Consumo Total (g) (24 horas)*
	18 às 24	24 às 06	06 às 12	12 às 18	
23L	25,60 Bb	23,71 Ab	30,01 Ca	20,69 Cc	187,88 B
CRES	32,59 Ab	8,12 Cd	36,55 Ba	22,73 Cc	190,13 B
16L	25,43 Bc	7,90 Cd	38,63ABa	28,05 Bb	200,60 A
NAT	7,80 Cc	12,18 Bb	40,32 Aa	39,70 Aa	191,87 B
CV (%)	8,97				3,25

Médias seguidas de letras desiguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$). * análise de somente uma avaliação de consumo com seis repetições por tratamento. Letras maiúsculas desiguais na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Aos 34 dias de idade das aves o consumo total de ração no período de 24 horas foi afetado pelos tratamentos sendo que as aves do tratamento 16L apresentaram consumo superior aos demais tratamentos ($p < 0,05$), os quais apresentaram consumos semelhantes entre si ($p > 0,05$). Em relação ao consumo entre períodos, o consumo das aves do tratamento 23L foi superior no período de 6 às 12 horas, seguido do consumo nos períodos entre 18 às 24 horas e 24 às 6 horas e inferior no período entre 12 e 18 horas ($p < 0,05$). Este resultado pode ser explicado de acordo com a temperatura ambiente, pois as aves apresentaram o menor consumo no período mais quente do dia (entre meio dia e seis horas da tarde – temperatura média de 25°C). As aves do tratamento CRES apresentaram o menor consumo no período entre 24 e 6 horas, período este em que estas aves estavam submetidas à escotofase ($p < 0,05$). É importante observar que as aves do tratamento CRES apresentaram um aumento de consumo no período entre 18 às 24 horas aos 34 dias de idade (32,59%) quando se compara com as mesmas aves aos 27 dias de idade (19,40%) em relação ao consumo total de acordo com a idade. Tal fato pode ser explicado pelo aumento do fotoperíodo para as aves deste tratamento, uma vez que aos 27 dias de idade estas aves estavam submetidas a um fotoperíodo de 14 horas enquanto que aos 34 dias de idade, estas aves estavam submetidas a um fotoperíodo de 18 horas e o aumento destas quatro horas no fotoperíodo ocorreu ao entardecer levando a um maior consumo neste período. As aves do tratamento 16L apresentaram consumo semelhante às aves do tratamento CRES no período de 24 às 6 horas da manhã, o que pode ser explicado pelo fato destas aves estarem submetidas a fotoperíodos parecidos (16 e 18 H) respectivamente, para esta idade. As aves do tratamento NAT apresentaram um maior consumo durante o fotoperíodo. Mais uma

vez é interessante notar que ao no início do período de escuro estas aves submetidas ao tratamento NAT apresentaram uma redução no consumo (provavelmente devido a um aumento na síntese de melatonina), e após algumas horas, mesmo as aves continuando no escuro, houve um aumento no consumo (provavelmente devido a uma queda nos níveis de melatonina). Ao se comparar os tratamentos dentro de cada período, observa-se que o consumo no período de 18 às 24 horas foi superior nas aves do tratamento CRES quando comparado com as aves dos tratamentos 23L, 16L e NAT ($p < 0,05$). As aves submetidas aos tratamentos 23L e 16L apresentaram consumo semelhante entre si ($p > 0,05$) e superior às aves do tratamento NAT ($p < 0,05$). O consumo no período de 12 às 18 horas variou de acordo com o fotoperíodo, onde as aves do tratamento NAT apresentaram consumo superior às aves do tratamento 16L ($p < 0,05$), as quais apresentaram consumo superior às aves dos tratamentos CRES e 23L ($p < 0,05$), mostrando um condicionamento do comportamento alimentar das aves, pois as aves que ficariam sem suplementação de luz artificial (NAT) apresentaram maior consumo ao escurecer, e as aves que estariam expostas a um maior período de iluminação artificial (CRES e 23L) não se preocuparam em se alimentar no período de transição entre o dia e a noite. Uma vez mais se verifica o comportamento alimentar das aves no período noturno, pois as aves submetidas ao tratamento NAT consumiram aproximadamente 20% do seu consumo total entre 18 e 06 horas.

4.3 – Avaliação econômica

Os resultados de custo médio de ração (CMR), conversão alimentar para avaliação econômica (CAAE) e fator de eficiência produtiva (FEP) são apresentados na tabela 11.

Tabela 11 - Índices zootécnicos e econômicos aos 45 dias de idade dos frangos

Tratamentos	CMR (kg)	CAAE (g/g)	FEP
23L	0,4096 a	1,818 a	363,67 a
CRES	0,4090 b	1,791 a	386,17 a
16L	0,4090 b	1,771 a	399,17 a
NAT	0,4088 b	1,764 a	402,83 a
CV (%)	0,08	4,01	8,72

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

O custo médio de ração apresentou diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$). O custo médio da ração do tratamento 23L foi superior aos demais tratamentos ($p < 0,05$). Este resultado pode ser explicado pelo fato dos frangos deste tratamento terem apresentado um maior consumo de ração inicial, que é mais cara do que as rações crescimento e final, do que os dos demais tratamentos ($p < 0,05$), os quais apresentaram consumo semelhante entre si ($p > 0,05$). Este maior consumo de ração inicial ocorreu devido aos frangos do tratamento 23L

estarem expostos a um maior fotoperíodo que os frangos dos demais tratamentos. A conversão alimentar para avaliação econômica e o fator de eficiência produtiva não apresentaram diferença estatística entre os diferentes tratamentos ($p > 0,05$).

Os resultados de custo de ração por kg de frango vivo (CR/kg), custo do pinto por kg de frango vivo (CP/kg), custo operacional por kg de frango vivo (COP/kg) e custo do kg de frango vivo (CkgFV) são apresentados na tabela 12.

Tabela 12 – Índices zootécnicos e econômicos aos 45 dias de idade dos frangos

Tratamento	CR/kg (R\$)	CP/kg (R\$)	COP/kg (R\$)	CkgFV (R\$)
23L	0,745 a	0,228 a	0,194 a	1,196 a
CRES	0,733 a	0,216 a	0,190 a	1,152 a
16L	0,724 a	0,211 a	0,187 a	1,135 a
NAT	0,721 a	0,213 a	0,186 a	1,121 a
CV (%)	4,04	5,26	4,26	4,28

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

Os dados referentes a custo de ração, custo do pinto, custo operacional e custo do kg de frango vivo não foram afetados pelos tratamentos ($p > 0,05$).

4.4 – Avaliação de rendimentos de abate

4.4.1 – Rendimento de carcaça e cortes de carcaça

Os resultados referentes ao rendimento de carcaça (RC), de peito (PEITO), de coxa + sobrecoxa (COXA) e de asa (ASA) encontram-se na tabela 13.

Tabela 13 - Rendimentos de abate dos frangos aos 45 dias de idade

Tratamento	RC (%)	PEITO (%)	COXA (%)	ASA (%)
23L	86,54 a	34,61 a	28,68 a	8,43 a
CRES	86,95 a	32,82 b	28,43 ab	8,45 a
16L	86,48 a	32,04 b	27,86 b	8,17 ab
NAT	87,89 a	31,89 b	27,64 b	7,95 b
CV (%)	3,52	4,80	4,69	7,06

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

Os resultados de rendimento de carcaça não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p>0,05$). Estes dados estão de acordo com Renden et al. (1991) e Renden et al. (1992). Em relação ao rendimento de peito, as aves submetidas ao programa de luz 23L apresentaram um rendimento superior aos demais tratamentos ($p<0,05$), os quais foram semelhantes entre si ($p>0,05$). Estes resultados são semelhantes aos observados por (Renden et al., 1992; Renden et al., 1993 e Renden et al., 1994), os quais encontraram rendimento de peito superior em aves submetidas ao tratamento 23L em relação ao tratamento 16L aos 49 dias de idade. Porém, Renden et al. (1991) e Renden et al. (1996) não encontraram diferenças em rendimento de peito entre os diferentes programas de luz. O rendimento de coxa+sobrecoxa foi influenciado pelos tratamentos, onde o tratamento 23L apresentou rendimento superior aos tratamentos 16L e NAT ($p<0,05$). Provavelmente este resultado se deve a uma maior movimentação das aves submetidas ao fotoperíodo 23L, as quais apresentaram um consumo constante nas 24 horas do dia, ou seja, se movimentaram durante todo o dia e toda a noite para se dirigirem aos comedouros, o que pode ter provocado um maior desenvolvimento muscular e

consequentemente um maior peso de coxas e sobrecoxas. Estes resultados diferem dos encontrados por Renden et al. (1991), Renden et al. (1992), Renden et al. (1993) e Renden et al. (1994) os quais não encontraram efeitos dos programas de luz sobre o rendimento de coxa. Por outro lado, Renden et al. (1996), encontraram resultados contraditórios em relação ao rendimento de coxa entre os tratamentos de luz 23L e 16L, onde as aves submetidas ao tratamento 16L apresentaram rendimento de coxa superior ao tratamento de 23L. O rendimento de asa foi inferior no tratamento NAT quando comparado aos tratamentos 23L e CRES ($p<0,05$), sendo que os tratamentos 23L, CRES e 16L apresentaram rendimentos semelhantes entre si ($p>0,05$). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Renden et al. (1991) e Classen et al. (1996), mas foram diferentes dos observados por Renden et al. (1993) e Renden et al. (1996).

4.4.2 – Rendimento de pés, cabeça + pescoço, gordura abdominal e dorso

Os resultados referentes ao rendimento de pés (PÉS), de cabeça + pescoço (CAB), de gordura abdominal (GA) e de dorso (DORSO) encontram-se na tabela 14.

Tabela 14 – Rendimentos de abate dos frangos aos 45 dias de idade

Tratamento	PÉS (%)	CAB (%)	GA (%)	DORSO (%)
23L	4,66 a	7,77 a	0,81 a	13,19 a
CRES	4,73 a	7,63 a	0,85 a	13,52 a
16L	4,72 a	7,77 a	0,82 a	12,89 a
NAT	4,51 a	7,81 a	0,87 a	13,15 a
CV (%)	6,97	6,80	33,97	7,95

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p<0,05$)

Os rendimentos de pés, cabeça + pescoço, gordura abdominal e dorso não foram afetados pelos tratamentos ($p>0,05$). Em relação a gordura abdominal, estes resultados foram semelhantes aos citados por Renden et al. (1991) e Renden et al. (1996), os quais não observaram efeitos dos programas de luz sobre esta variável.

4.4.3 – Rendimento de fígado (FIG), moela (MOELA), coração (COR) e intestinos (INT)

Os resultados referentes ao rendimento de fígado (FIG), moela (MOELA), coração (COR) e intestinos (INT) são apresentados na tabela 15.

Tabela 15 - Rendimentos de abate dos frangos aos 45 dias de idade

Tratamento	FIG (%)	MOELA (%)	COR (%)	INT (%)
23L	1,96 a	1,77 b	0,55 a	4,59 a
CRES	1,91 a	1,91 ab	0,55 a	4,72 a
16L	1,95 a	2,03 a	0,57 a	4,70 a
NAT	1,89 a	1,85 ab	0,56 a	4,56 a
CV (%)	12,43	16,87	13,64	15,37

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

Os resultados de rendimentos de fígado, coração e intestinos não foram afetados pelos tratamentos ($p > 0,05$). Estes resultados estão de acordo com Charles et al. (1992), os quais não encontraram diferenças estatisticamente significativas de peso destes órgãos entre os tratamentos 23L e CRES. Em relação ao rendimento da moela, o tratamento 23L apresentou resultado inferior ao tratamento 16L ($p < 0,05$) e semelhante aos tratamentos CRES e NAT ($p > 0,05$). Este resultado pode ser explicado pelo fato das aves do tratamento 23L terem apresentado um consumo mais constante e em menores quantidades durante todo o dia, levando a

uma menor movimentação e conseqüentemente menor desenvolvimento muscular, o que resultou em um menor rendimento de moela. Não foram encontrados na literatura trabalhos a respeito dos efeitos dos programas de luz sobre o rendimento de moela.

4.5 – Títulos de anticorpos para a doença de Newcastle

Os valores dos títulos médios geométricos (GMT) de anticorpos contra o vírus de Newcastle aos 45 dias de idade das aves se encontram na tabela 16.

Tabela 16 – Títulos médios geométricos de anticorpos (GMT) da Inibição da Hemaglutinação (HI) aos 45 dias de idade dos frangos

Tratamentos	23 L	CRES	16 L	NAT	CV (%)
GMT	38,05 a	28,51 a	38,05 a	23,97 a	39,62

Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

Na avaliação dos títulos médios geométricos de anticorpos para a doença de Newcastle, realizada aos 45 dias de idade das aves, não foi encontrada diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$). Estes resultados diferem dos encontrados por Davis et al. (1997), os quais encontraram títulos mais altos de anticorpos em aves submetidas a um programa de luz constante com 16 horas de luz e 8 horas de escuro (16L) quando comparadas com aves submetidas a um programa de luz quase contínua (23L).

5 – CONCLUSÕES

Nas condições em que este experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- ✓ A restrição do período de luminosidade diária e a conseqüente restrição alimentar pelo uso do programa de luz crescente não afeta o desempenho dos frangos de corte quando comparado aos programas de luz 23L, 16L e NAT;
- ✓ O programa de luz crescente leva a um maior peso vivo dos frangos aos 40 e 45 dias de idade;
- ✓ A conversão alimentar não é influenciada por programa de luz aos 40 e 45 dias de idade;
- ✓ O consumo de ração no período noturno é maior em frangos que têm uma suplementação de luz artificial, apesar dos

frangos sem suplementação de luz também consumirem ração na escotofase;

✓ Aves submetidas a um programa de luz NAT apresentam maior viabilidade que aves submetidas a um programa com 23 horas de luz;

✓ Os programas de luz não afetam o custo do kg de frango vivo;

✓ Os programas de luz não afetam o rendimento de carcaça de frangos abatidos aos 45 dias de idade, porém frangos submetidos ao programa de luz 23L apresentam maior rendimento de peito;

✓ Os resultados à vacinação contra a doença de Newcastle (título de anticorpos) não foram afetados pelos diferentes programas de luz.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, K. Sleep as a restorative process and a theory to explain why. Adaptative capabilities of the nervous system. *Progress in brain research*, v.53, Elsevier. North Holland Biomedical, 1980, Amsterdam, p.289-305.
- ALLISON, T.; TWYVER, H. The evolution of sleep. *Natural History*, v.79, p.56-65, 1970.
- ALPELDOORN, E. J.; SCHRAMA, J. W.; MASHALY, M. M. et al. Effect of melatonin and lighting schedule on energy metabolism in broiler chickens. *Poultry Science*, v.78, n.2, p.223-229, 1999.
- BERMUDEZ, F. F.; FORBES, J. M.; INJIDI, M. H. Involvement of melatonin and thyroid hormones in the control of sleep, food intake and energy metabolism in the domestic fowl. *Journal of Physiology*, v.337, n.4, p.19-27, 1983.
- BESSEI, W. Das verhalten von broilern unter intensiven haltungsbedingungen, Arch. Geflugelkd, v. 56, p. 1-7, 1992.
- BLAIR, R.; NEWBERRY, R. C.; GARDINER, E. E. Effects of lighting pattern and dietary tryptophan supplementation on growth and mortality in broilers. *Poultry Science*, v.72, n.3, p.495-502, 1993.
- BLOKHUIS, H. J. The relevance of sleep in poultry. *World's Poultry Science Journal*, v.39, n.1, p.33-37, 1983.
- BUCKLAND, R. B.; BERNON, D. E.; GOLDROSEN, A. Effect of four light regimes on broiler performance, leg abnormalities and plasma corticoid levels. *Poultry Science*, v.58, n.3, p.567-571, 1976.
- BUYS, N.; BUYSE, J.; HASSANZADEH-LADMAKHI, M. et al. Intermittent lighting reduces the incidence of ascites in broilers: an interaction with protein content of feed on performance and the endocrine system. *Poultry Science*, v. 77, p.54-61, 1998.
- BUYSE, J.; ADELSON, D. S.; DECUYPERE, E. et al. Diurnal-nocturnal changes in food intake, gut storage of ingesta, food transit time and metabolism in growing broiler chickens: a model for temporal control of energy balance. *British Poultry Science*, v.34, n.4, p.699-709, 1993.
- BUYSE, J.; DECUYPERE, E.; MICHELS, H. Intermittent lighting and broiler production. Effect on energy and on nitrogen metabolism. *Archiv fur Geflugelkunde*, v.58, p.78-83, 1994.
- BUYSE, J.; DECUYPERE, E.; VELDHUIS, D. Compensatory growth of broiler chickens is associated with an enhanced pulsatile growth hormone (GH) secretion: preferential amplification of GH secretory Burst mass. *British Poultry Science*, v.38, n.3, p.291-296, 1997.
- BUYSE, J.; SIMONS, P. C. M.; BOSHOUEWERS, F. M. G. et al. Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers. *World's Poultry Science Journal*, v.52, p.121-130, 1996.
- CARVALHO, A. F. M. Manejo Final e da Retirada. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2001. v.2, p.58-66.
- CASTELLO, J. A.; FRANCO, F.; GARCIA, E. et al. Manejo de los pollos. In: *Producción de Carne de Pollo*. Barcelona:Tecnograf, 1991, cap.6, p.112-116.

- CAVE, N. A. The effect of intermittent lighting on carcass quality, feed efficiency, and growth of broiler. *Poultry Science*, v.60, n.5, p.956-960, 1981.
- CHARLES, R. G.; CLASSEN, H. L. Effect of long constant and increasing photoperiod lighting programs on plasma androstenedione and growth of male broiler chickens. *Poultry Science*, v.68, suppl. 1, p.26, 1989.
- CHARLES, R. G.; ROBINSON, F. E.; HARDIN, R. T. et al. Growth, body composition and plasma androgen concentration of male broiler chickens subjected to different regimes of photoperiod and light intensity. *Poultry Science*, v.71, n.10, p.1595-1605, 1992.
- CHERRY, P.; BARWICK, M. W. The effect of light on broiler growth. 1. Light intensity and colour. *British Poultry Science*, v.3, p.31-39, 1962.
- CLASSEN, H. L. Increasing photoperiod length provides better broiler health. *Poultry Digest*, v.50, n.6, p.14-28, 1991.
- CLASSEN, H. L. Principios sobre el manejo de luz en pollos de engorde. *Avicultura Profesional*, v.14, n. 2, p.22-27, 1996.
- CLASSEN, H. L.; RIDDELL, C. Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in broiler chickens. *Poultry Science*, v.68, n.7, p.873-879, 1989.
- CLASSEN, H. L.; RIDDELL, C.; ROBINSON, F. E. Effects of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens. *British Poultry Science*, v.32, n.1, p.21-29, 1991.
- DAVIS, J.; SIOPE, THOMAS. Let there be light . . . and dark. *Broiler Industry*, v.59, n.6, p.24-26, 1996.
- DAVIS, J. F.; BROWN, T. P.; SIOPE, T. More evidence for light-dark growing. *Broiler Industry*, v.60, n.2, p.31-32, 1997.
- FUSSEL, L. W.; DIPLOMATE, M. A. M.; ROSSI, A. et al. Lighting programs and Cobb 500 broiler performance. *Technical Focus*, v.1, 2003, 4 p.
- GLOTZBACH, S. F.; HELER, H. C. Central nervous regulation of body temperature during sleep. *Science*, v.194, n.4264, p.537-539, 1976.
- GORDON, S.H. Effects of daylength and increasing daylength programs on broiler welfare and performance. *World's Poultry Science Journal*, v.50, n.3, p.269-282, 1994.
- GORDON, S. H. Effect of light programs on broiler mortality with reference to ascites. *World's Poultry Science Journal*, v.53, n.1, p.68-70, 1997.
- INJIDI, M. H.; FORBES, J. M. Growth and food intake of intact and pinealectomised chickens treated with melatonin and triiodothyronine. *British Poultry Science*, v.24, n.4, p.463-469, 1983.
- LEWIS, N. J.; HURNIK, J. F. Locomotion of broiler chickens in floor pens. *Poultry Science*, v.69, n.7, p.1087-1093, 1990.
- MASIC, B.; WOOD-GUSH, D. G. M.; DUNCAN, I. J. et al. A comparison of the feeding behaviour of young broiler and layer males. *British Poultry Science*, v.15, n.5, p.499-505, 1974.
- McMURTRY, J. P.; ROSEBROUGH, R. W.; PLAVNIK, I. et al. Influence of early plane of nutrition on enzyme systems and subsequent tissue deposition. In: SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, 12., 1988, Beltsville. *Anais...* Dordrecht:Kluwer Academic, 1988, p.329-341.

- MEDDIS, R. On the function of sleep. *Animal Behaviour*, v.23, p.676-691, 1975.
- MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte. Campinas:FACTA, 2004, cap. 10, p.158-168.
- MICHELAN, T.; SOUZA, E. M. Formação e características das linhagens atuais de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2001, p.23-31.
- MORAES, L. N. P. Atualização das técnicas de avaliação do desempenho em frangos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia. *Anais...*Goiânia:Up'Graff, 2000. p.91-102.
- MOREIRA, V. A. *Iluminação e fotometria: teoria e aplicação*. 2. ed., São Paulo: EDGARD BLUCHER, 1982, p.1-24.
- MORRIS, T. R. Environmental control in poultry production, Edinburgh: Carter, T. C., 1968, p. 15-39.
- MURPHY, L. B.; PRESTON, A. P. Time-budgeting in meat chickens grown commercially. *British Poultry Science*, v.29, n.3, p.571-580, 1988.
- NISKIER, J.; MACINTYRE, A. J. *Instalações Elétricas*. 4.ed., Rio de Janeiro:LTD, 2000, p.241-306.
- NORTH, M. O.; BELL, D. Lighting management. In: *Commercial Chicken Production Manual*, 4. ed., London:Chapman & Hall, 1990, cap.18, p.407-431.
- OSWALD, I. Sleep as a restorative process: human clues. *Progress in Brain Research*. v.53, 1980, 279 p.
- OHTANI, S.; LEESON, S. The effect of intermittent lighting on metabolizable energy intake and heat production of male broilers. *Poultry Science*, v.79, p.167-171, 2000.
- PANG, S. F.; PANG, C. S.; POON, A. M. S. et al. An overview of melatonin and melatonin receptors in birds. *Poultry Avian Biology Review*, v.7, n.4, p.217-228, 1996.
- PLAVNIK, I.; McMURTRY, J. P.; ROSEBROUGH, R. W. Effect of early feed restriction in broilers. I. Growth performance and carcass composition. *Growth*, v.50, p.68-76, 1986.
- PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Response of broiler chickens and turkey poults to food restriction of varied severity during early life. *British Poultry Science*, v.32, n. 2, p.343-352, 1991.
- PRESCOTT, N. Measuring light intensity and defining the light environment. *World Poultry*, v.15, n.5, p. 20-21, 1999.
- PRIOR, J. Fórmulas para medir a eficiência produtiva de frangos de corte. In: SEMINÁRIO DOS PRODUTORES DE PINTOS DE CORTE, 3., 1985, Campinas. *Anais...* Campinas:FACTA, 1985, p.37-42.
- REITER, R. J. Antioxidant capacity of melatonin: a novel action not requiring a receptor. *Neuroendocrinological Letters*, v.15, n.10, p.103-106, 1993.
- RENDEN, J. A.; BILGILI, S. F.; KINCAID, S. A. Research note: Comparison of restricted and increasing light programs for male broiler performance and carcass yield. *Poultry Science*, v.72, n.2, p.378-382, 1993.

- RENDEN, J. A.; BILGILI, S. F.; KINCAID, S. A. Live performance and carcass yield of broiler strain crosses provided either sixteen or twenty-three hours of light per day. *Poultry Science*, v.71, n.9, p.1427-1435, 1992.
- RENDEN, J. A.; BILGILI, S. F.; LIEN, R. J. et al. Live performance and yields of broilers provided various lighting schedules. *Poultry Science*, v.70, n.10, p.2055-2062, 1991.
- RENDEN, J. A.; MORAN, E. T.; KINCAID, S. A. Lack of interactions between dietary lysine or strain cross and photoperiod for male broiler performance and carcass yield. *Poultry Science*, v.73, n.11, p.1651-1662, 1994.
- RENDEN, J. A.; MORAN, JR. E. T.; KINCAID, S. A. Lighting programs for broilers that reduce leg problems without loss of performance or yield. *Poultry Science*, v.75, n.11, p.1345-1350, 1996.
- ROBBINS, K. R.; ADEKUNMISI, A. A.; SHIRLEY, H. V. Effect of light regime on growth and pattern of fat accretion of broiler chickens. *Growth*, v.28, p. 269-277, 1984.
- ROBINSON, F. E.; CLASSEN, H. L.; RIDDELL, C. Effect of photoperiod manipulation and feed restriction on plasma androstenedione concentration and selected organ weights in broiler chickens. *Poultry Science*, v.67, suppl. 1, p.145, 1988.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV/Departamento de Zootecnia, 2000, 141p.
- ROZEMBOIM, I.; ROBINSON, B.; ROSENSTRAUCH, A. Effect of light source and regimen on growing broilers. *British Poultry Science*, v.40, n.4, p.452-457, 1999.
- RUTZ, F. Programa de luz para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, São Paulo. *Anais...* Campinas: FACTA, 1997. p.69-106.
- RUTZ, F.; ROLL, V. F. B.; XAVIER, E. G. Manejo de luz para frangos e reprodutoras. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. p.213-240.
- RUTZ, F.; BERMUDEZ, V. L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*, Campinas:FACTA, 2004, cap. 10, p.157-168.
- SAMPAIO, I. B. M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2. ed., Belo Horizonte:FEPMVZ, 2002. 244 p.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT® User's Guide. Version 6.12 ed., Cary, NC, 1996.
- SASSIN, J. F.; PARKER, D. C.; MACE, J. W. et al. Human growth hormone release: relation to slow wave sleep and sleep-waking cycles. *Science*, v.165, n.3892, p.513-518, 1969.
- SAVORY, C. J. Broiler growth and feeding behaviour in three different lighting regimes. *British Poultry Science*, v.17, n.5, p.557-560, 1976.
- SIMMONS D.J.; NICHOLS G. Diurnal periodicity in the metabolic activity of bone tissue. *Metabolic bone disorder and related research*, v.2, n.4, p. 49-64, 1979.
- STANLEY, V. G.; GUTIERREZ, J.; PARKS, A. L. et al. Relationship between age of commercial broiler chickens and

response to photostimulation. *Poultry Science*, v.76, n.2, p.306-310, 1997.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

WEITZMANN, E. D.; BOYAR, R. M.; KAPEN, S. et al. The relationship of sleep and sleep stages to neuroendocrine secretion and biological rhythms in man. *Recent Progress in Hormone Research*, v.31, p.399. 1975.

WENK, C.; VAN ES, A. J. H. Energy metabolism of growing chickens as related to their physical activity. In: SYMPOSIUM OF THE ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, 7., 1976, France:Vichy, *Proceedings...*, 1976, p.189-192.

WIEPKEMA, P. R. On the identity and significance of disturbed behaviour in vertebrates. *EEC Workshop on Disturbed Behaviour in Farm Animals*, Germany:University of Hohenheim, 1981, p. 7-17.

ZUBAIR, A. K.; LEESON, S. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. *World's Poultry Science Journal*, v.52, n.2, p.189-201, 1996.

Anexo 1:

Diagrama dos boxes do galpão experimental da fazenda de Igarapé onde foi realizado o experimento (somente para efeito de demonstração do posicionamento dos tratamentos).

Repetição 1	Tratamento 23L (23L:1E)	Repetição 4	
Repetição 2		Repetição 5	
Repetição 3		Repetição 6	
Repetição 1	Tratamento CRES (Crescente)	Repetição 4	
Repetição 2		Repetição 5	
Repetição 3		Repetição 6	
Repetição 1	Tratamento 16L (16L:8E)	Repetição 4	
Repetição 2		Repetição 5	
Repetição 3		Repetição 6	
Repetição 1	Tratamento NAT (Sem luz artificial)	Repetição 4	
Repetição 2		Repetição 5	
Repetição 3		Repetição 6	