

Carolina Andrade Rezende

**ESCORES DE CLOACA E CRISTA E MORFOMETRIA
TESTICULAR EM GALOS DE MATRIZ PESADA COM 71
SEMANAS DE IDADE E TRÊS CATEGORIAS DE PESO
CORPORAL**

Dissertação apresentada na Universidade Federal
de Minas Gerais, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área: Reprodução Animal

Orientador: Antônio de Pinho Marques Júnior

Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2013

R467e Rezende, Carolina Andrade, 1986-
Escores de cloaca e crista e morfometria testicular em galos de matriz pesada com 71 semanas de idade e três categorias de peso corporal / Carolina Andrade Rezende. – 2013. 42p.: il.

Orientador: Antônio de Pinho Marques Júnior
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Galo – Reprodução – Teses. 2. Galo – Fertilidade – Teses. 3. Testículos – Medição – Teses. I. Marques Júnior, Antônio de Pinho. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.508 926

Dissertação defendida e aprovada em 11 de Janeiro de 2013, pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Antônio de Pinho Marques Júnior
Presidente

Prof. Leonardo Lara e Lanna

Prof^ª. Gleide Fernandes de Avelar

Prof. Nelson Carneiro Baião

Eu dedico:

A Jesus Cristo, Senhor e Salvador da minha vida, autor e consumador da minha fé. “Olhando para Jesus, autor e consumador da fé, o qual, pelo gozo que lhe estava proposto, suportou a cruz, desprezando a afronta, e assentou-se à destra do trono de Deus” (Hebreus 12.2).

Agradecimentos:

Em especial, aos meus pais Hélio e Maria Jose. Pai, obrigada pelo carinho, incentivo e principalmente pelo esforço para que eu chegasse até aqui. Mãe, obrigada pelo carinho, pela amizade e pela dedicação. “Mulher virtuosa, quem a achará? O seu valor muito excede ao de rubis” (Provérbios 31.10). Amo vocês!

Aos meus irmãos, Isabella e Mateus. Ao meu amor Allan e família. Aos meus amigos Lú, Rafa e Fran. Obrigada pelo carinho, incentivo e pelas orações. Vocês são bênçãos na minha vida!

Aos pastores Jorge Linhares, Davi Lago, Paulo Marciano, Paulo Marcos, Célia e Lucio Barreto Júnior. Obrigada pelas orações, aconselhamentos e ensinamentos da Palavra de Deus. “Lâmpada para os meus pés é tua palavra, e luz para o meu caminho” (Salmos 119:105).

Ao meu Prof. Orientador Antônio de Pinho Marques Júnior e ao Prof. Nelson Carneiro Baião. Obrigada pelo carinho, respeito, ética, dedicação, ensinamentos, sábios conselhos e principalmente pelo acolhimento.

Aos meus colegas de laboratório Patrícia, Clara e Rafael. Obrigada pela colaboração nos experimentos, pela amizade e pela força em momentos difíceis.

À PifPaf alimentos e funcionários da fazenda Sapezal, em especial ao veterinário Leonardo Eugênio de Araújo Ruiz e ao técnico agrícola Antônio Queiroz Coelho. Ao Sr Ângelo Xavier e funcionários. Obrigada pelo incentivo, cooperação e solicitude que me possibilitaram realizar este trabalho.

Aos integrantes do laboratório de Biologia Celular (ICB-UFMG) e Biologia Estrutural e Reprodução (ICB-UFMG), em especial à Mara Santos pelo carinho e auxílio técnico e aos Professores Luiz Renato de França, Gleide Fernandes de Avelar e Hélio Chiarini-Garcia pela colaboração.

Ao CNPq e à CAPES pelo suporte financeiro.

SUMÁRIO

	RESUMO	10
	ABSTRACT	11
1.	INTRODUÇÃO	12
2.	HIPÓTESES	12
3.	OBJETIVOS	13
4.	REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1	MORFOFISIOLOGIA DO SISTEMA REPRODUTOR DO GALO DOMÉSTICO.....	13
4.1.1	TESTÍCULOS.....	13
4.1.1.1	ESPERMATOGÊNESE.....	15
4.1.2	VIA SEMINÍFERA EXTRATESTICULAR.....	18
4.1.3	CLOACA E APARELHO COPULATÓRIO.....	19
4.2	ASSOCIAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE GALOS DOMÉSTICOS.....	19
4.3	INFLUÊNCIA DA IDADE E DO PESO CORPORAL NA REPRODUÇÃO DE GALOS DE MATRIZ PESADA.....	22
5.	MATERIAL E MÉTODOS	27
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
7.	CONCLUSÕES	36
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
9.	ANEXOS	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Concentração e número total de espermatozoides no ejaculado e volume do ejaculado de galos de matriz pesada, de acordo com a idade.....	19
Tabela 2 -	Categoria, tipo e descrição das manifestações do comportamento sexual de galos domésticos.....	20
Tabela 3 -	Associações entre características reprodutivas de galos de matriz pesada submetidos a modelos divergentes de seleção genética: A para rendimento <i>versus</i> B para taxa de crescimento.....	21
Tabela 4 -	Índices reprodutivos de matrizes pesadas alimentadas <i>ad libitum</i> (AL) ou manejadas com procedimentos convencionais de restrição alimentar (ALR, SOD e STD).....	23
Tabela 5 -	Efeitos da restrição alimentar energética no ganho de peso e na reprodução de galos de matriz pesada <i>Ross</i> alimentados de 30 a 60 semanas de idade com 120 g de ração contendo 10% de proteína bruta e diferentes concentrações de energia metabolizável (EM).....	24
Tabela 6 -	Características avaliadas para determinação dos escores de cloaca e de crista.....	28
Tabela 7 -	Peso dos testículos direito e esquerdo, peso médio dos testículos e índice gonadossômático de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade em função da categoria de peso corporal.....	29
Tabela 8 -	Correlações de Pearson-Spearman entre peso corporal, escores de crista e de cloaca e parâmetros morfométricos dos testículos de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade.....	30
Tabela 9 -	Parâmetros da histologia do testículo direito de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade em função da categoria de peso corporal.....	33
Tabela 10 -	Escore de cloaca e de crista de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade em função da categoria de peso corporal.....	33
Tabela 11 -	Número e porcentagem acumulativa de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade com somatório dos pesos dos testículos direito e esquerdo ≤ 10 g, entre 10 e 20g ou ≥ 20 g, de acordo com a categoria de peso corporal e com os escores de crista e de cloaca.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mensuração do diâmetro de túbulo seminífero e da altura de epitélio seminífero.....	29
Figura 2 -	Microscopia de luz do parênquima testicular de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade.....	31
Figura 3 -	Peso médio dos testículos e sua variação em galos <i>Cobb 500 Slow</i> de mesma idade (71 semanas) e de mesmo peso corporal.....	32
Figura 4 -	Peso corporal e peso médio dos testículos de 77 galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade.....	32
Figura 5 -	Escores de crista e de cloaca de galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade.....	34
Figura 6 -	Escore de crista e peso dos testículos de 77 galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade.....	35
Figura 7 -	Escore de cloaca e peso dos testículos de 77 galos <i>Cobb 500 Slow</i> com 71 semanas de idade.....	35

ANEXOS

Anexo I -	Composição, análise química e período de fornecimento das rações.....	41
Anexo II -	Curvas de peso corporal de machos e fêmeas (A) e curvas de produção, fertilidade e eclodibilidade de ovos (B), de acordo com a idade e em comparação às curvas-padrão da linhagem (Cobb 500 Slow); Comprimento do dia ao longo do alojamento das aves (C); Temperaturas máxima e mínima no galpão na fase de produção (D).....	42

RESUMO

Em galos de matriz pesada, o peso dos testículos se associa positivamente com a produção diária de espermatozoides e com a fertilidade. Contudo, os testículos de aves se localizam na cavidade abdominal, não sendo acessíveis para exame andrológico como os testículos de mamíferos. A avaliação reprodutiva de galos é subjetiva e se baseia em características como peso corporal (PC), qualidade de pés e pernas e morfologia de cloaca e de crista. Escores de cloaca e de crista e parâmetros da morfometria testicular foram avaliados em galos *Cobb 500 Slow* adultos das categorias de PC leve ($\leq 4,30$ kg), médio (entre 4,30 e 5,25kg) e pesado ($\geq 5,25$ kg). O coeficiente de variação para PC foi de 12%. Os galos da categoria pesado apresentaram testículos mais pesados e maiores escores de cloaca e de crista do que os galos da categoria leve ($P \leq 0,05$). Não houve diferença estatística significativa entre as categorias de PC considerando-se índice gonadossomático, porcentagens de túbulo seminífero e de tecido intersticial, diâmetro de túbulo seminífero e altura de epitélio seminífero. Correlação positiva, moderada e significativa foi encontrada entre peso de testículo e características de PC, escore de crista, escore de cloaca, diâmetro de túbulo seminífero e altura de epitélio seminífero. 40% dos galos com peso de ambos os testículos < 10 g tem escore de crista “1” e/ou escore de cloaca “4 ou 5”. Um dos seis galos da categoria leve avaliados quanto à histologia de testículo apresentou atrofia testicular. Em galos *Cobb 500 Slow*, conclui-se que o PC influencia o peso e a qualidade histológica dos testículos e que escores de cloaca e de crista podem ser utilizados com potencial moderado de predição para identificar galos com baixo peso de testículos.

Palavras-chave: galos de matriz pesada, peso corporal, crista, cloaca e morfometria testicular.

ABSTRACT

In broiler breeder roosters, the weight of the testes is associated positively with daily sperm production and fertility. However, the avian testes are located into abdominal cavity, not being accessible to reproductive evaluation as mammalian testes. The reproductive evaluation of roosters is subjective and it is based on characteristics such as body weight (BW), quality of feet and legs and morphology of cloaca and comb. Scores of cloaca and comb and testicular morphometric parameters were evaluated in adult Cobb 500 Slow roosters of low (≤ 4.30 kg), medium (between 4.30 and 5.25kg) and high (≥ 5.25 kg) BW categories. The BW coefficient of variation was 12%. The high BW roosters have heavier testes and higher scores of cloaca and comb than the low BW roosters ($P \leq 0.05$). There was not statistical difference between the BW categories in gonadosomatic index, percentage of seminiferous tubule and interstitial tissue, diameter of the seminiferous tubule and height of the seminiferous epithelium. Positive, moderate and significantly correlation was found between testis weight and characteristics of BW, score of cloaca, score of comb, diameter of the seminiferous tubule and height of the seminiferous epithelium. 40% of roosters with < 10 g testes weight have “1” score of comb and/or “4 or 5” score of cloaca. One of six low BW roosters evaluated for histology of the testis had testicular atrophy. In Cobb 500 Slow roosters, it is conclude that the BW influences the weight and the histological quality of the testes. Besides, scores of cloaca and comb can be used with moderate potential of prediction to identify roosters with underweight testes.

Keywords: broiler breeder roosters, body weight, comb, cloaca, testicular morphometry.

1) INTRODUÇÃO

O consumo de carne de frango no mundo aumentou cerca de 12% nos últimos 5 anos como reflexo do aumento da demanda por proteína animal, principalmente na China, no Brasil e na Índia. Estima-se que esses países sejam responsáveis por 85% do crescimento previsto na produção global de carne de frango em 2013 (USDA, 2012). Entretanto, o setor de produção de pintos de corte tem enfrentado dificuldades em responder à maior demanda do mercado consumidor com aumentos de produtividade.

Na avicultura de corte industrial, o melhoramento genético baseado em características produtivas de interesse econômico afetou negativamente o desempenho reprodutivo dos galos. A alta taxa de crescimento e o alto rendimento de peito desses galos têm se associado, respectivamente, com menor libido e maior frequência de montas incompletas (Hocking e Bernard, 1997; McGary *et al.*, 2003a). Além disso, observa-se pico e posterior queda da fertilidade dos galos em seu primeiro ano de vida, sendo as aves descartadas com aproximadamente 70 semanas de idade pela inviabilidade econômica dos baixos resultados de fertilidade. Senilidade reprodutiva precoce parece ocorrer em galos domésticos por diminuição dos estímulos neuroendócrinos à função testicular, comprometendo principalmente o processo de espermição (Rosenstrauch *et al.*, 1994; Muncher *et al.*, 1995; Rosenstrauch *et al.*, 1998; Weil *et al.*, 1996, 1999a,b; Vizcarra *et al.*, 2010).

Estratégias de manejo se relacionam com bons resultados de fertilidade em lotes mais velhos de matrizes pesadas. Uma delas é controlar o peso corporal para que os galos obtenham ganho de peso positivo, moderado e uniforme durante toda vida. Hocking e Bernard (2000) mostraram que a fertilidade de galos *Cobb 500* não foi afetada pela idade, quando o ganho de peso corporal foi devidamente controlado. Outra estratégia de manejo é o *spiking*, um procedimento pelo qual se introduz galos jovens em lote de aves mais velhas, antes que a fertilidade comece a cair, buscando prolongar bons resultados de fertilidade e de eclodibilidade. Recomenda-se descarte de galos aparentemente improdutivos, sendo aqueles com sobrepeso corporal, os mais indicados (Cobb-vantress, 2008a).

Em galos de matriz pesada, o peso dos testículos se associa positivamente com a produção diária de espermatozoides e com a fertilidade (Hocking, 1990; Kirby *et al.* 1998). Contudo, os testículos de aves se localizam na cavidade abdominal, não sendo acessíveis para exame andrológico como os testículos de mamíferos (Amann, 1999). Em criações comerciais de matrizes pesadas não é de viabilidade prática e econômica avaliar parâmetros seminais ou a fertilidade de indivíduos. A avaliação reprodutiva de galos é subjetiva, sendo o sobrepeso corporal e os problemas de pés ou pernas fenótipos sugestivos de impotência sexual e o baixo peso corporal, a crista de baixa qualidade e a cloaca pequena, pálida e seca fenótipos sugestivos de subfertilidade. São necessários estudos que verifiquem o potencial de associação de fenótipos sugestivos de subfertilidade com parâmetros da morfometria testicular de galos de matriz pesada, principalmente, daqueles manejados em condições normais de uma criação comercial. No presente trabalho, buscou-se avaliar se o peso corporal influencia o peso e a qualidade histológica dos testículos e se há potencial significativo de associação entre os escores de cloaca e de crista com parâmetros da morfometria testicular. Trabalhou-se com galos *Cobb 500 Slow* adultos de uma criação comercial, onde as interações galo-galo e galo-galinha ocorreram livremente.

2) HIPÓTESES

- Galos da categoria de peso corporal pesado possuem testículos mais pesados, com características histológicas compatíveis com maior produção de espermatozoides, que galos da categoria de peso corporal leve.
- Galos da categoria de peso corporal pesado possuem maiores escores de crista e de cloaca que galos da categoria de peso corporal leve.
- Galos com maior peso dos testículos possuem crista mais vistosa, que tende a ser muito grande, vermelha intensa e túrgida, e cloaca que tende a ser grande, bem corada e lubrificada.

3) OBJETIVOS

- Estudar se o peso corporal influencia o peso e a qualidade dos testículos.
- Verificar o potencial de associação dos escores de cloaca e de crista com parâmetros da morfometria testicular.
- Verificar se há embasamento científico para o uso dos escores de cloaca e de crista como critérios fenotípicos de avaliação reprodutiva de galos.

4) REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Morfofisiologia do sistema reprodutor do galo doméstico

O sistema reprodutor do galo é constituído por um par de testículos, pela via seminífera extratesticular e pelo aparelho copulatório.

4.1.1. Testículos

Os testículos se localizam na cavidade abdominal, em posição crânio-ventral aos rins e caudal aos pulmões. Nas aves, o polo cranial dos testículos está em íntima associação com os sacos aéreos abdominais, o que levantou a hipótese de que os sacos aéreos sejam importantes para termorregulação testicular (Cowles e Nordstrom, 1946). Contudo, Lake (1957) questiona esta função em aves cujo voo não é uma atividade importante, argumentando que o ar provavelmente chega aquecido nos sacos aéreos devido ao ritmo respiratório mais lento destas aves. Assim, a produção de espermatozoides ocorre sob as altas temperaturas corporais, que variam de 41 a 43°C. Nos galos, os testículos têm formato elíptico e coloração ligeiramente amarelada a esbranquiçada, que varia de acordo com a atividade de produção espermática. Alguns estudos mostram que o testículo esquerdo tende a ser mais pesado que o direito (Fantini, 2007; Tyler e Gous, 2009a). Os testículos de um galo ativo não são firmes à palpação como nos mamíferos adultos. Ao corte, observa-se muito fluido de aspecto leitoso (Lake, 1957).

A cápsula testicular é delgada e não emite extensões entre os túbulos seminíferos delimitando lóbulos como em mamíferos (Lake, 1957; Aire e Ozegbe, 2007). Como nos mamíferos, a cápsula testicular do galo apresenta três camadas: serosa, albugínea e vascularizada. A túnica serosa é a camada mais externa, que corresponde ao peritônio de revestimento dos órgãos da cavidade abdominal. Ela é composta por uma camada simples de células escamosas, com curtas microvilosidades em sua borda livre. Estas células repousam sobre uma lâmina basal que as separa da camada intermediária, denominada túnica albugínea. Em mamíferos e aves, a túnica albugínea é uma camada vascularizada, além de ser a camada mais espessa da cápsula testicular. Contudo, sua composição difere entre as classes. Nos mamíferos ela é rica em fibroblastos, colágeno e fibras elásticas e também apresenta algumas células com capacidade contrátil. Em galo doméstico, codorna japonesa, pato e peru, a túnica albugínea constituiu-se prevalentemente de células com características de músculo liso e raros feixes de colágeno no espaço intercelular. Por fim, a camada mais interna da cápsula testicular é a túnica vascularizada, formada por tecido conjuntivo frouxo, fibroblastos e vasos sanguíneos (Aire e Ozegbe, 2007).

Os túbulos seminíferos se anastomosam livremente no interior da cápsula testicular e são proporcionalmente maiores nas aves que nos mamíferos (Lake, 1957). Eles são constituídos pelo epitélio seminífero revestido por uma fina camada de tecido conjuntivo peritubular. Como no homem, gato, carneiro e varrão, o tecido peritubular do galo doméstico possui uma fina camada de lâmina basal na interface com epitélio seminífero e uma camada externa estratificada de células peritubulares, com quantidades variáveis de matriz intercelular fibrosa e colagenosa. Segundo Rothwell e Tingari (1973), há um estrato de células semelhantes a fibroblastos entre a lâmina basal e os estratos de células mióides. No entanto, Aire e Ozegbe (2007) observaram apenas um tipo celular: as células mióides, ricas em filamentos de actina e desmina. Filamentos de vimentina, abundantes em fibroblastos, tiveram imunolocalização negativa no tecido peritubular do galo doméstico. Acredita-se que a cápsula testicular e o tecido peritubular estejam envolvidos no transporte de espermatozoides para a via seminífera extratesticular, devido à alta proporção de células com características de músculo

liso (Rothweel e Tingari, 1973; Aire e Ozegbe, 2007).

No epitélio seminífero, as células germinativas se desenvolvem ancoradas nas células de Sertoli, que são células somáticas responsáveis por manter o microambiente indispensável à espermatogênese (Amann e Schanbacher, 1983). O número de células de Sertoli presentes nos testículos se associa direta e positivamente com a capacidade de produção diária de espermatozoides. Nos galos domésticos, as células de Sertoli maduras são grandes e se associam, em seus extremos, com o lúmen do epitélio seminífero e com o tecido peritubular. Elas emitem projeções citoplasmáticas entre as células germinativas e junções comunicantes são descritas entre células de Sertoli adjacentes e destas com espermatócitos e espermátides. O citoplasma possui grandes quantidades de microtúbulos, retículo endoplasmático liso, ribossomos e mitocôndrias. Após a espermição, corpos residuais também são observados no citoplasma das células de Sertoli devido à fagocitose de remanescentes citoplasmáticos de espermátides. O núcleo apresenta formato irregular estrelado, devido às endentações na carioteca e nucléolo central proeminente (Cookesey e Rothwell, 1973).

As células germinativas iniciam sua diferenciação nas camadas mais basais do epitélio seminífero, em íntima associação com o tecido peritubular. À medida que se diferenciam, elas progredem em camadas em direção ao lúmen dos túbulos seminíferos, sustentadas pelas células de Sertoli que possuem citoplasma rico em microtúbulos (de Reviers, 1971a; Cookesey e Rothwell, 1973). Como nos demais vertebrados machos adultos, as gerações de células germinativas no galo são representadas pelas espermatogônias, espermatócitos primários, espermatócitos secundários, espermátides e espermatozoides, em ordem crescente de diferenciação (de Reviers, 1971a).

As espermatogônias são células germinativas diploides com importante função proliferativa, pois se dividem sucessivamente por mitoses gerando um grande número de células comprometidas com a diferenciação em espermatozoides. Além disso, esse grupo inclui as células-tronco germinativas que possuem capacidade de auto-renovação do *pool* de células-tronco (Russell *et al.*, 1990a). No galo doméstico, as suces-

sivas gerações de espermatogônias são morfológicamente semelhantes. O núcleo possui cromatina dispersa como uma rede de pequenos grânulos e nucléolos pequenos. Observa-se espermatogônias com núcleo oval de tamanho variável (máximo de 6x9µm) e espermatogônias com núcleo menor e redondo (diâmetro de 4 a 6µm), que se confundem com os espermatócitos primários na fase de preleptóteno (de Reviers, 1971a).

Os espermatócitos são células germinativas em processo de meiose I (espermatócitos primários) ou meiose II (espermatócitos secundários). A meiose I se compõe por cinco fases: preleptóteno, leptóteno, zigóteno, paquíteno e diplóteno (Russell *et al.*, 1990a). No galo doméstico, os espermatócitos primários em preleptóteno e as espermatogônias são classificadas como células basais, devido à semelhança morfológica e por ocuparem a mesma região no epitélio seminífero. Já os espermatócitos primários nas demais fases da meiose I e os espermatócitos secundários apresentam morfologia característica (de Reviers, 1971a).

As espermátides são células germinativas haploides em espermiogênese, ou seja, em processo de maturação a espermatozoides. Durante essa fase o acrossoma e a cauda são formados, a cromatina é condensada e grande proporção do citoplasma é eliminada (Thurston e Korn, 2000). No galo doméstico, de Reviers (1971a) descreveu três categorias e oito estádios de espermátides: arredondadas r_1 , r_2 e r_3 , em alongamento e_4 e e_5 e alongadas L_6 , L_7 e L_8 . Contudo, Gunawardana (1977) conseguiu determinar 10 estádios de espermátides em cortes semi-finos de fragmentos de testículos incluídos em resina epóxi.

O tecido intersticial se localiza entre os túbulos seminíferos e em galos adultos ocupa um volume muito pequeno dos testículos (<10%) (Oliveira *et al.*, 2008). Em aves e mamíferos, a composição do tecido intersticial é semelhante. No galo doméstico, galinha d'Angola, pato e codorna japonesa, o tecido intersticial apresenta vasos linfáticos, vasos sanguíneos, poucas células de Leydig e macrófagos (Aire, 1997). As células de Leydig nos galos domésticos são pequenas, possuem formato poligonal irregular e são observadas sozinhas ou agrupadas. O núcleo geralmente é grande e apresenta cromatina granular com pequeno grau de marginação e nucléolo proeminente. O citoplasma apresenta morfolo-

gia compatível com a produção de esteroides. Ele é rico em mitocôndrias e em retículo endoplasmático liso e contém quantidades variáveis de gotículas de lipídios, que são precursores de andrógenos (Rothwell, 1973). Em galos de matriz pesada com aproximadamente 30 semanas de idade, ou seja, no auge da atividade reprodutiva, as concentrações de andrógeno no plasma sanguíneo são de, em média, 2,7ng/ml (Rosenstrauch *et al.*, 1998). Além de regular a espermatogênese, os andrógenos são importantes para o desenvolvimento das características sexuais secundárias e do comportamento sexual (Macari *et al.*, 2005).

4.1.1.1. Espermatogênese

A espermatogênese (espermatogênese: produção de espermatozoides) é um processo finamente controlado por hormônios endócrinos, autócrinos e parácrinos, citocinas e fatores de crescimento, mais conhecido nos mamíferos que nas aves. Apesar de espermatogênese normal ocorrer em machos após a maturidade sexual, seu fundamento remonta à fase embrionária, quando a gônada indiferenciada se diferencia em testículo no embrião macho com sete a oito dias. Os cromossomos sexuais Z e W das aves diferem dos cromossomos sexuais X e Y de mamíferos. Com exceção das aves ratites, nas quais não há cromossomos sexuais heteromórficos, as fêmeas são o sexo heterogamético (ZW) e os machos são o sexo homogamético (ZZ). Desta forma, os produtos gênicos que atuam na determinação do sexo gonadal também diferem entre as classes. Nos mamíferos, a diferenciação dos testículos depende da expressão de genes ligados ao cromossoma Y, como o SRY. Na ausência da expressão desses genes a gônada se diferencia “passivamente” em ovário. Em aves não há nenhum homólogo do gene SRY. A diferenciação do ovário é que parece requerer intervenção genética na maioria das aves, sendo esse processo modulado principalmente pelo estrógeno. O desenvolvimento inicial do sistema genital do macho depende do crescimento e diferenciação das células de Sertoli e de Leydig presentes nos cordões medulares da gônada indiferenciada. As células de Sertoli produzem o hormônio antimileriano que inibe a diferenciação dos ductos de Müller em oviduto. As células de Leydig iniciam a produção de andrógenos que promovem diferenciação das células germinativas, diferenciação

dos ductos de Wolffian em via seminífera extratesticular e desenvolvimento da genitália externa (Thurston e Korn, 2000).

O epitélio seminífero de galos domésticos nas primeiras 6 semanas de idade constitui-se por um anel periférico de células de Sertoli intercaladas com células germinativas. Neste período: (a) as células de Sertoli estão em pleno processo de multiplicação e apresentam morfologia de células de suporte imaturas: núcleo polimórfico de tamanho variável, com cromatina difusa e muitos grânulos homoganeamente distribuídos; citoplasma colunar que emite projeções entremendo as células germinativas e preenchendo todo o túbulo seminífero; (b) as células germinativas não apresentam o mesmo grau de desenvolvimento ao longo dos túbulos seminíferos, podendo-se observar algumas secções transversais de túbulos seminíferos contendo apenas espermatogônias e outras contendo inclusive espermatócitos primários; (c) o peso dos testículos aumenta de 2mg para 60mg. A partir da 7ª semana de idade são observadas as primeiras espermátides arredondadas no epitélio seminífero e isto parece estar condicionado ao surgimento das primeiras células de Sertoli maduras. As células de Sertoli param de se multiplicar na 7ª semana e maturam progressivamente até a 15ª semana de idade, quando os testículos crescem rapidamente e atingem 5g. O grande crescimento dos testículos neste período de 7 a 15 semanas se deve à proliferação das células germinativas. As espermátides alongadas são inicialmente observadas com 8 a 9 semanas de idade e os primeiros espermatozoides aparecem com 11 a 12 semanas de idade. Com 11 semanas de idade, o núcleo das células de Sertoli se move para um nível mais elevado no epitélio seminífero e assume morfologia estrelada devido ao aumento das indentações na carioteca. De 15 a 20 semanas de idade, os testículos crescem lentamente e atingem uma média de 10g. Posteriormente, não há crescimento significativo (de Reviers, 1971a, b; Cooksey e Rothwell, 1973).

Em galos de matriz pesada *Ross*, a maturidade sexual foi atingida com aproximadamente 170 dias de idade (equivalente a 24 semanas), quando o critério utilizado para avaliá-la foi a idade em que os galos responderam primeiramente à coleta artificial de sêmen (Tyler e Gous 2009a). Considerando a linhagem *Cobb 500*, a produção de ovos se inicia em torno de 24 sema-

nas de idade, quando estima-se 5% de fêmeas em produção. Quase 90% dos ovos produzidos na 24ª semana são férteis e destes mais de 80% sofrem eclosão, sugerindo que os galos são sexualmente maduros (Cobb-vantress, 2008b).

A diferenciação das células de Leydig tem sido intensivamente estudada em mamíferos. Em ratos, consideram-se duas gerações de células de Leydig: as fetais e as adultas. As células de Leydig fetais são responsáveis pela produção de andrógenos que atuam na diferenciação do sistema urogenital. As células de Leydig adultas se desenvolvem na puberdade, a partir de células-tronco do tecido intersticial. Estas originam as células de Leydig progenitoras com intensa atividade proliferativa, que por sua vez se diferenciam em células de Leydig imaturas, caracterizadas pelo armazenamento de precursores de andrógenos no citoplasma, que finalmente originam as células de Leydig maduras, eficientes na produção de testosterona (Chen *et al.*, 2009).

Em galos domésticos, a diferenciação das células de Leydig também é um processo gradual, pois se observa população heterogênea destas células no tecido intersticial do nascimento à maturidade sexual. As células transitórias têm forma alongada semelhante a fibroblastos e no citoplasma observam-se mitocôndrias com crista lamelar, retículo endoplasmático rugoso bem desenvolvido, pequena quantidade de retículo endoplasmático liso, elementos do Golgi e algumas gotículas de lipídios, que são precursores de andrógenos. As células transitórias se diferenciam em células de Leydig típicas, que possuem forma poligonal irregular e citoplasma contendo mitocôndrias com crista tubular, retículo endoplasmático predominantemente liso, complexo de Golgi bem desenvolvido e quantidades variáveis de gotículas de lipídios (Rothwell, 1973). Como em mamíferos, estas transformações morfológicas sugerem que a diferenciação das células de Leydig nos galos domésticos se caracteriza pela gradual aquisição de competência para síntese de andrógenos.

Observou-se em galos de matriz pesada *Cornish* com 20 semanas de idade, próximo à maturidade sexual, que as concentrações plasmáticas de andrógenos foram de 0,9 ng/mL. Nesta idade, as células de Leydig armazenam grandes quantidades de precursores de andrógenos, o que é evidenciado pela presença de muitos aglomera-

dos de gotículas de lipídios no citoplasma. Às 32 semanas de idade, no auge da maturidade sexual, as concentrações plasmáticas de andrógenos foram de 2,7 ng/ml e observaram-se menores quantidades de gotículas de lipídios no citoplasma das células de Leydig, possivelmente, devido à utilização dos precursores na síntese de andrógenos (Rosenstrauch *et al.*, 1998).

Fatores ambientais e de manejo influenciam os eventos fisiológicos envolvidos na maturação dos testículos e na persistência da espermatogênese. As aves originalmente são reprodutores sazonais de dias longos. Embora as aves domésticas do gênero *Gallus gallus* tenham sido selecionadas para reprodução contínua ao longo do ano, os trabalhos mostram que ainda há um efeito vestigial da sazonalidade no mecanismo neuroendócrino que controla as funções reprodutivas, o comportamento sexual e as características sexuais secundárias (Bachman *et al.*, 1986; Boni e Paes, 1999; Tyler e Gous, 2009a, b).

As aves domésticas apresentam um relógio circadiano capaz de detectar aumento ou diminuição do período de luminosidade diário. Assim que ocorre a primeira captação de luz natural ou artificial por receptores hipotalâmicos, após um período de 11 horas, a ave entrará em uma fase fotossensível, com duração de duas horas. Se durante a fase fotossensível a ave captar novamente o estímulo luminoso, o relógio circadiano entenderá que o fotoperíodo diário é longo (Campos 2000, citado por de Freitas e Costa, 2005). As concentrações circulantes de melatonina, hormônio luteinizante (LH), testosterona e diidrotestosterona apresentam um ritmo diurno em galos domésticos dependente do fotoperíodo (Bachman *et al.*, 1986). A melatonina inibe a secreção do LH e também regula o ritmo diurno desta gonadotrofina (Scanes *et al.*, 1980, citado por Bachman *et al.* 1986; Rozenboim *et al.*, 2002).

Galos White Leghorn adultos fotoestimulados com 14 horas de luz por dia durante quatro semanas apresentaram pico de testosterona e diidrotestosterona no final do período de escuro em provável resposta a um pico prévio de LH. Em galos contemporâneos da mesma idade e linhagem fotoestimulados com 24 horas de luz por dia durante quatro semanas houve perda do ritmo diurno da testosterona e da diidrotestosterona, mas em contrapartida as concentrações

circulantes destes andrógenos e da androstenediona foram significativamente maiores que nos galos fotoestimulados com 14 horas de luz por dia. Provavelmente, o efeito da luz constante por quatro semanas levou ao desaparecimento do ritmo diurno de melatonina e, por consequência, ausência de regulação inibitória sobre a secreção de LH, com possível perda do ritmo diurno desta gonadotrofina. Além de maiores concentrações circulantes de andrógenos, os galos fotoestimulados com 24 horas de luz por dia apresentaram maior peso corporal, maior peso médio dos testículos, cristas maiores e mais brilhantes e comportamento mais agressivo, demonstrando que o fotoperíodo também influencia o fenótipo das características sexuais secundárias e o comportamento (Bachman *et al.*, 1986).

Tyler e Gous (2009b) submeteram grupos de galos de matriz pesada Ross a fotoperíodos de 8, 10, 12, 14, 16 e 18 horas de luz por dia entre o 3º dia de idade a aproximadamente 33 semanas de idade, e estudaram os efeitos dos diferentes fotoperíodos no desenvolvimento dos testículos e da crista. Eles observaram forte associação entre a área de crista e o peso médio dos testículos (coeficiente de determinação $r^2=0,69$) e que ambas as características são influenciadas pelo fotoperíodo. A utilização de fotoperíodos maiores que 14 horas resultou em testículos significativamente mais leves nos animais adultos, por tornar as aves fotorrefratárias, ou seja, não responsivas a alterações no fotoperíodo.

Em outro trabalho, Tyler e Gous (2009a) iniciaram a fotoestimulação de grupos de galos com 14 horas de luz por dia, em diferentes idades: 8, 11, 14, 17, 21 ou 23 semanas. Anteriormente a estes tratamentos, os galos haviam sido mantidos em um fotoperíodo constante de 8 horas de luz por dia. Os autores observaram que o início da produção de sêmen ocorreu entre 23 e 25 semanas de idade e não foi influenciado pela idade à fotoestimulação. No entanto, observou-se que todos os galos fotoestimulados a partir de 14 semanas de idade (grupos 14, 17, 21 e 23), apresentaram peso médio dos testículos maior que 10 g às 27 semanas de idade. O mesmo não ocorreu com os galos fotoestimulados mais precocemente (grupos 8 e 11), pois alguns galos ainda não estavam suficientemente maduros para responder à fotoestimulação e apresentaram testículos menores que 10 g às 27 semanas de idade. Observou-se também que a maturação dos testículos

nos dois grupos de galos fotoestimulados mais tardiamente (grupos 21 e 23) iniciou independentemente da fotoestimulação.

O desenvolvimento testicular e as concentrações plasmáticas de testosterona, LH e hormônio folículo-estimulante (FSH) foram avaliados, do nascimento a 50 semanas de idade, em galos de matriz pesada submetidos à restrição alimentar e fotoestimulados às 18 semanas de idade com 16h luz/dia. Anteriormente à fotoestimulação os galos foram recriados em fotoperíodo curto de 8h luz/dia. Observou-se que, com a fotoestimulação, o peso dos testículos aumentou rapidamente até a 26ª semana de idade. As concentrações plasmáticas de LH, FSH e testosterona acompanharam este aumento. Posteriormente, o peso dos testículos diminuiu progressivamente até aproximadamente 40 semanas de idade. Associada a esta diminuição do peso dos testículos observou-se diminuição das concentrações de FSH e testosterona. Foi encontrada alta correlação entre o peso dos testículos e as concentrações plasmáticas de FSH ($r=0,95$), sendo que mais de 90% da variação no peso dos testículos foi explicada pelas concentrações plasmáticas de FSH (Vizcarra *et al.*, 2010).

A alimentação é outro fator que influencia a maturação e a função dos testículos. Vizcarra *et al.* (2010) mostraram que galos de matriz pesada submetidos a restrição alimentar a partir da sétima semana de idade apresentaram maturação dos testículos mais precoce e maior peso dos testículos entre 29 e 32 semanas de idade que galos submetidos a restrição alimentar a partir da terceira semana de idade. Amann (1999) pondera que restrição alimentar precoce possivelmente compromete a proliferação de células de Sertoli, limitando o crescimento dos testículos e a produção diária de espermatozoides.

Com relação à existência de associações celulares específicas no epitélio seminífero de galos domésticos, estas não foram percebidas por de Reviers (1971a). No entanto, Lin *et al.* (1990) conseguiram determinar em codornas japonesas que as células germinativas não estão distribuídas aleatoriamente no epitélio seminífero. Elas se desenvolvem seguindo um padrão bem estabelecido de 10 possíveis associações celulares específicas denominadas estádios do ciclo do epitélio seminífero. Estes estádios também não estão organizados ao acaso, mas se distribuem

helicoidalmente ao longo dos túbulos seminíferos (Lin e Jones, 1990). Por esse motivo, mais de um estágio é observado em um mesmo corte transversal semi-fino de túbulo seminífero (Lin *et al.* 1990). Nos mamíferos os estádios do ciclo do epitélio seminífero se distribuem como uma onda sequencial ao longo dos túbulos seminíferos e em cada corte transversal semi-fino de túbulo seminífero observa-se apenas um estágio (Russell *et al.*, 1990b). O tempo estimado para um espermatoócito primário se transformar em espermatozóide é de 8,54 dias na codorna japonesa (Lin *et al.*, 1990) e de 10 a 11 dias no galo doméstico (de Reviers, 1968, citado por Lin *et al.*, 1990).

4.1.2. Via seminífera extratesticular

A via seminífera extratesticular é composta pela região epididimária e pelos ductos deferentes. A região epididimária é rudimentar e consiste em um emaranhado de túbulos e ductos intimamente aderidos à borda medial dos testículos. Os segmentos da região epididimária recebem os espermatozoides dos testículos, nesta ordem: rede testicular, ductulos eferentes proximais e distais, ductos conectivos e ducto epididimário (Lake, 1957; Tingari, 1971; Budras e Sauer, 1975. Citados por Aire 1979).

A rede testicular se subdivide nas porções intratesticular, intratunical e extratesticular, de acordo com sua localização. No galo doméstico, os túbulos seminíferos se comunicam diretamente com a rede testicular ou através dos túbulos retos, que possuem curta extensão e são dificilmente observados em secções histológicas (Lake, 1957; Aire, 1982). A rede testicular é organizada como um labirinto, devido à presença de amplas lamelas longitudinais ou verticais de tecido conjuntivo, revestidas por um epitélio simples que varia de cuboidal a escamoso (Aire, 1982).

Os ductulos eferentes representam a maior proporção da região epididimária (Aire, 1979). Eles possuem mucosa luminal pregueada, reves-

tida por epitélio colunar pseudo-estratificado, contendo células ciliadas e não-ciliadas do tipo I e II. Linfócitos intraepiteliais também foram observados nos ductulos eferentes de galos domésticos, mas não nos de codornas japonesas e galinhas d'Angola. Os ductulos eferentes proximais apresentam maior diâmetro e mucosa mais pregueada que os distais. As células não-ciliadas do tipo I presentes nos ductulos eferentes proximais possuem morfologia mais consistente com a absorção de fluidos que as células não-ciliadas do tipo II presentes nos ductulos eferentes distais (Aire, 1980).

Os espermatozoides são transportados dos ductulos eferentes distais ao ducto epididimário através dos ductos conectivos. O ducto epididimário é proporcionalmente muito curto nas aves (Aire, 1979). Como em aves a região epididimária não tem função de reservatório espermático, a produção regular de ejaculados ricos em espermatozoides se condiciona ao estabelecimento de uma espermatogênese rápida e eficiente.

Cada vaso deferente recebe o conteúdo da região epididimária correspondente e se constitui o principal local de armazenamento de espermatozoides. Eles são pares de tubos espirais, com cerca de 9cm cada, que se conectam em sua porção distal, cada qual, com um ducto ejaculatório erétil de formato cônico de 2 a 5 mm, quando flácido, que se projeta no urodeu da cloaca (Lake, 1957).

As aves não apresentam glândulas sexuais acessórias (Lake, 1957). Há evidências histológicas de que o líquido seminal seja constituído por fluido testicular modificado e concentrado na região epididimária (Tingari e Lake, 1972), adicionado com secreções provenientes de estruturas do aparelho copulatório durante a ejaculação (Lake, 1957). O ejaculado possui um pequeno volume, com alta concentração espermática (Tab.1). Usualmente tem coloração esbranquiçada e opaca, mas pode se tornar transparente e aquoso se a concentração de espermatozoides estiver reduzida (Leeson e Summers, 2000).

Tabela 1. Concentração e número total de espermatozoides no ejaculado e volume do ejaculado de galos de matriz pesada, de acordo com a idade (adaptado da literatura)

Linhagem	ID (semanas)	CE ($\times 10^9$)	EE ($\times 10^9$)	VE (mL)
AgRoss ¹	24-27	1,4	0,5	0,37
	32-35	4,2	1,4	0,33
	48-51	5,0	1,1	0,22
	68-71	3,9	0,5	0,14
Cornish ²	32	4,8	3,4	0,70
	48	-	-	0,70
	70	-	-	0,70
	110	2,2	0,8	0,35

ID = Idade. CE= Concentração de espermatozoides por ml de sêmen. VE = Volume do ejaculado. EE = Número de espermatozoides totais por ejaculado ¹Celeghini *et al.*, 2001; ²Rosenstrauch *et al.*, 1994.

4.1.3. Cloaca e aparelho copulatório

A cloaca é a porção terminal comum de três sistemas do organismo: o digestório, o urinário e o genital. O reto termina na primeira das três regiões da cloaca, o coprodeu. Os ureteres e os ductos ejaculatórios se abrem na região intermediária, o urodeu. As aberturas dos ureteres são médias e bem próximas à base dos ductos ejaculatórios. O falo se localiza na região mais ventral da cloaca, o proctodeu, e é formado por um corpo fállico medial e dois corpos fállicos laterais.

Além do falo e do par de ductos ejaculatórios, o aparelho copulatório do galo doméstico se constitui por um par de discretas pregas linfáticas e por um par de corpos vasculares, que se ligam ao falo por canais linfáticos. As pregas linfáticas são aglandulares e possuem tecido com capacidade erétil na submucosa. Elas se localizam entre os corpos fállicos laterais e os ductos ejaculatórios. Os corpos vasculares são glandulares e possuem amplo tecido com capacidade erétil na submucosa. Eles se localizam nas adjacências dos ductos ejaculatórios, contornando o limite posterior do urodeu, e secretam substâncias ricas em mucopolissacarídeos sulfatados que sugestivamente atuam na prevenção da contaminação do sêmen por fezes ou urina (Lake, 1957). Durante a excitação sexual, ocorre relaxamento do músculo retrator do pênis posterior e ingurgitamento do falo e das pregas linfáticas com linfa proveniente da artéria pudenda interna, resultando na protrusão do falo (Nishiyama, 1950a, 1950b, 1954. Citados por Lake, 1957). Andrógenos estimulam positivamente o desenvolvimento das estruturas do aparelho copulatório do galo

doméstico (Nishiyama, 1954, citado por Lake, 1957; Von Rautenfeld, 1978).

4.2. Associações entre características reprodutivas

Medidas morfométricas dos testículos são importantes marcadores de fertilidade de machos reprodutores em várias espécies. Em galos domésticos elas são de difícil mensuração devido à localização dos testículos na cavidade abdominal. Alternativas de avaliação reprodutiva, como o uso do ultrassom testicular, têm sido propostas para seleção de galos geneticamente superiores (Amann, 1999). Trabalhos mostram que o peso dos testículos está diretamente associado com a produção diária de espermatozoides e com a fertilidade de galos de matriz pesada (Hocking, 1990; Kirby *et al.*, 1998; McGary *et al.*, 2002).

Estudos têm buscado verificar se características sexuais secundárias e/ou do comportamento sexual (Tab.2) de galos podem ser utilizadas como parâmetros preditivos do tamanho dos testículos. McGary *et al.* (2002; 2003a,b) e McGary Brougher *et al.* (2005) realizaram estudos de associação entre características sexuais secundárias, comportamento sexual, concentrações plasmáticas de testosterona, peso dos testículos e fertilidade, considerando matrizes pesadas submetidas a modelos divergentes de seleção genética: linhagem A para maior rendimento *versus* linhagem B para maior taxa de crescimento (Tab.3). Nestes estudos, os galos foram mantidos separados, em boxes, com um grupo de 10 fêmeas, não havendo efeitos da interação entre

machos no comportamento sexual. Observou-se que as concentrações de testosterona não se correlacionam com fertilidade de galos em nenhuma das linhagens primárias estudadas (McGary

Brougher, 2005). Possivelmente a habilidade física para completar a monta possa exercer maior influência sobre a fertilidade.

Tabela 2. Categoria, tipo e descrição das manifestações do comportamento sexual de galos domésticos (adaptado da literatura)

Categoria	Tipo	Descrição
Comportamento sexual não-forçado	Canto	Típica vocalização alta, com o pescoço esticado.
	Bater as asas	Estende as asas, batendo-as para o lado ou para cima.
	Valsa	O macho anda lateralmente ou em torno da galinha com as asas levemente esticadas
	Tentativa de monta	O galo aproxima da galinha agachada por trás, mas só consegue colocar um pé sobre o dorso da galinha.
	Monta	O galo aproxima da galinha agachada por trás e coloca ambos os pés sobre o dorso da galinha
	Trampolim	Durante a monta, o galo levanta rapidamente os pés, alternando-os com movimentos de curta amplitude, sobre o dorso da galinha.
	Contato cloacal	Durante a monta o galo levanta a cauda, inclina a pelve e pressiona levemente sua cloaca na cloaca da galinha.
Comportamento sexual forçado	Tentativa de monta forçada	O galo coloca apenas um pé sobre o dorso da galinha que não está agachada
	Monta forçada	O galo aproxima da galinha não agachada e coloca ambos os pés sobre o dorso da galinha
	Contato cloacal forçado	Enquanto o galo monta uma fêmea que não está agachada, ele levanta a cauda, inclina a pélvis e pressiona a cloaca contra a cloaca da galinha

Adaptado de McGary *et al.* (2003a)

Tabela 3. Associações entre características reprodutivas de galos de matriz pesada submetidos a modelos divergentes de seleção genética: A para rendimento *versus* B para taxa de crescimento (adaptado da literatura)

Linhagem A	Linhagem B
<ul style="list-style-type: none"> • Menor fertilidade • Maior frequência (f.) de bater asas • Maior f. de valsa • Maior f. de monta entre 38-41 e 48-51 semanas de idade • Maior f. de comportamento sexual não forçado entre 38-51 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior fertilidade • Maior peso corporal • Menores concentrações séricas de testosterona • Maior altura de crista e de barbelas² • Maior comprimento de crista e de barbelas³ • Maior área de crista e de barbelas
<p>Correlação positiva e significativa entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fertilidade (ovoscopia) e área de crista (r=0,40)* • Fertilidade (disco germinal) e área de crista (r=0,41)* • Fertilidade (disco germinal) e altura de crista² (r=0,30)* • Fertilidade (disco germinal) e comprimento de barbelas³ (r=0,35)** • Penetração de SPTZ⁴ na membrana perivitelina e altura de crista² (r=0,30)* • Penetração de SPTZ⁴ na membrana perivitelina e comprimento de barbelas³ (r=0,38)** • Peso relativo dos testículos¹ e área de crista (r=0,48)** • Peso relativo dos testículos¹ e bater asas (r=0,58)** • Peso relativo dos testículos¹ e canto (r=0,39)* • Peso relativo dos testículos¹ e comportamento sexual não forçado (r=0,42)* • Peso relativo dos testículos¹ e testosterona (r=0,29)* • Fertilidade e bater asas (r=0,44)** • Fertilidade e canto (r=0,41)* • Fertilidade e comportamento sexual não forçado (r=0,37)* • Comportamento sexual não forçado e comportamento forçado (r=0,39)* 	<p>Correlação positiva e significativa entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações séricas de testosterona e comportamento sexual (r=0,26)* <p>Correlação negativa e significativa entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal e comportamento sexual não forçado (r= -0,35)* • Peso corporal e bater asas (r= -0,42)*
<p>Não diferem em: Frequência de contato cloacal Frequência de comportamento de monta forçado Frequência de agressão às fêmeas</p> <p>Em ambas não se observou correlação significativa entre: Concentrações séricas de testosterona e área de crista Concentrações séricas de testosterona e largura de crista Concentrações séricas de testosterona e comprimento de barbelas Concentrações séricas de testosterona e fertilidade</p>	

*P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001.

Adaptado de McGary *et al.* (2002; 2003a,b) e McGary Brougher *et al.* (2005)

¹ Relativo ao peso corporal

² Altura de crista e de barbelas: máxima distância vertical entre a base e o ponto mais distal da crista e das barbelas

³ Comprimento de crista e de barbelas: máxima distância horizontal entre as bordas cranial e caudal da crista e das barbelas

⁴ SPTZ = espermatozoides

Hocking e Bernard (1997) mostraram que o alto rendimento de peito de galos *Marshall M4* comprometeu o desempenho reprodutivo por se associar com alta frequência de montas incompletas. McGary *et al.* (2003a) mostraram correlação negativa entre o peso corporal e o compor-

tamento sexual não forçado em machos selecionados para maior taxa de crescimento (linhagem B). Apesar da linhagem A apresentar menor fertilidade, ela exibiu maior frequência de comportamentos de corte e de monta (McGary *et al.*, 2002, 2003a). Estes comportamentos aparente-

mente não foram suficientes para uma boa inseminação das fêmeas, pois a maioria dos ovos inférteis desta linhagem não apresentou nenhum espermatozoide na camada perivitelínica (McGary *et al.*, 2002).

A crista tem sido a característica sexual secundária mais estudada como parâmetro preditivo do peso dos testículos e da fertilidade (McGary *et al.*, 2002; Tyler e Gous, 2009b). Testosterona e diidrotestosterona são capazes de estimular o crescimento da crista (Zeller, 1971). Em galos de matriz pesada *Ross*, observou-se que há associação positiva e significativa entre o peso médio dos testículos e a área de crista (coeficiente de regressão $r^2 = 0,69$; $P < 0,001$) (Tyler e Gous, 2009b). O tamanho da crista também se relaciona com a atratividade sexual. Galos com crista mais vistosa cantam mais e atraem mais fêmeas (Graves *et al.*, 1985; Parker e Ligon, 2002).

Em galos domésticos, alguns aspectos da morfologia da cloaca parecem se associar com o *status* reprodutivo. Em galos de matriz pesada *AgRoss 308*, observou-se correlação positiva, moderada e significativa entre peso corporal e coloração de cloaca (coeficiente de correlação $r=0,32$; $P<0,01$). Além disso, galos submetidos a períodos de jejum de 5 e 7 dias apresentaram perdas significativas de, respectivamente, 13,4% e 18,2% do peso corporal, 40,0% e 44,7% do peso do testículo esquerdo, 39,8% e 46,3% do peso do testículo direito e 6,7% e 15,6% do diâmetro de cloaca (Fantini, 2007). Von Rautenfeld (1978) mostraram que o desenvolvimento da cloaca é influenciado por esteroides sexuais e que andrógenos são capazes de estimular o crescimento de estruturas do aparelho copulatório.

Entre os fatores que influenciam o fenótipo “peso dos testículos”, destacam-se os fatores genéticos, alimentação e fotoperíodo. O primeiro fator é bem discutido por Amann (1999) ao citar o trabalho de Kirby *et al.* (1998) que mostrou em 103 galos bisavós de linhagens pesadas não submetidos à restrição alimentar que o peso médio dos testículos é uma característica muito variável, que varia de menos de 1g a 35g, e tem relação direta com a produção diária de espermatozoides. Com relação à alimentação, galos leves *White Leghorn* alimentados com baixas concentrações de energia na dieta de 34 a 47 semanas de idade e que perderam peso neste período apre-

sentaram menor peso de testículos ao final do experimento que galos alimentados com maior concentração de energia na dieta e que ganharam peso corporal. Infertilidade ocorreu quando a perda de peso corporal atingiu 30% (Parker e Arscott, 1964). O efeito do fotoperíodo no peso dos testículos foi revisado no subtópico “4.1.1.1. *Espermatogênese*”.

4.3. Influência da idade e do peso corporal na reprodução de matrizes pesadas

Na avicultura de corte industrial, o melhoramento genético das aves possibilitou ganhos genéticos expressivos em características de interesse econômico como ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça, rendimento de coxa/sobrecoxa e rendimento de peito (Havenstein *et al.*, 1994 a,b). Contudo, concomitantemente verificaram-se impactos negativos no manejo e desempenho reprodutivos de galos de matriz pesada. Primeiramente, há que se relatar a grande variabilidade dos galos quanto ao peso dos testículos e à produção espermática, uma vez que critérios reprodutivos foram desconsiderados durante anos de melhoramento genético (Kirby *et al.*, 1998; Amann 1999). Além disso, o grande potencial de crescimento de aves jovens se acompanhou por mudanças comportamentais, como maior avidez por alimento, a ponto de tornar necessária a adoção de manejos de restrição alimentar em criações comerciais de matrizes pesadas para se evitar o excesso de peso corporal nas aves adultas (Katanbaf *et al.*, 1998a,b).

O sobrepeso tem implicações negativas na viabilidade das aves e na reprodução. Aves com excesso de peso possuem sistema imunológico menos ativo e maior propensão a distúrbios cardiovasculares. Um estudo demonstrou 50% de mortalidade acumulada de galinhas de matriz pesada aos 360 dias de idade e 70% aos 461 dias de idade, quando o peso corporal não foi controlado por restrição alimentar. A mortalidade acumulada aos 461 dias não ultrapassou 20% nos grupos contemporâneos criados sob manejos convencionais de restrição alimentar (Katanbaf *et al.*, 1988a).

Com relação à reprodução, fêmeas alimentadas *ad libitum* apresentam maior peso corporal e menor idade ao início da postura que fêmeas manejadas com procedimentos convencionais de

restrição alimentar. Apesar disso, o excesso de peso diminui a porcentagem diária de galinhas ovuladas e a porcentagem de ovos normais, caracterizando a EODES (*Erratic Ovulation and Defective Egg Syndrome*), e diminui a duração da fertilidade pós-inseminação artificial. A taxa de

fertilidade de galinhas aos 280 e 440 dias de idade não foi influenciada pelo manejo nutricional, seja esta alimentação *ad libitum* ou manejos convencionais de restrição alimentar (Katanbaf *et al.*, 1988b) (Tab.4).

Tabela 4. Índices reprodutivos de matrizes pesadas alimentadas *ad libitum* (AL) ou manejadas com procedimentos convencionais de restrição alimentar (ALR, SOD e STD) (adaptado da literatura)

	AL	ALR	SOD	STD
Peso corporal no início da postura (g)	4.567±70 ^a	3.320±54 ^b	3.282±41 ^b	3.365±60 ^b
Idade no início da postura (dias)	141,7±4,1 ^b	198,4±1,5 ^a	203,6±1,3 ^a	205,0±1,4 ^a
Peso do ovo no início da postura (g)	37,2±1,2 ^b	46,6±0,8 ^a	46,3±0,5 ^a	46,0±0,7 ^a
Peso do ovo aos 271 dias (g)	61,4±1,0 ^a	57,5±1,0 ^b	57,1±0,7 ^b	56,5±1,0 ^b
Peso do ovo aos 370 dias (g)	62,9±0,9 ^a	61,4±0,6 ^a	60,5±0,7 ^a	60,6±0,7 ^a
Peso do ovo aos 452 dias (g)	63,6±1,7 ^a	61,3±0,8 ^a	61,2±0,9 ^a	60,3±0,6 ^a
Galinhas ovuladas/dia* (%)	44,5±2,9 ^b	66,3±1,8 ^a	66,5±1,6 ^a	64,9±1,9 ^a
Ovos normais* (%)	76,2±2,8 ^b	94,4±1,0 ^a	95,3±0,8 ^a	94,8±0,7 ^a
Ovos com gema dupla* (%)	2,6±0,5 ^a	0,7±0,2 ^b	0,9±0,3 ^b	0,4±0,1 ^b
Ovos extracalcificados e comprimidos* (%)	1,4±0,3 ^a	0,2±0,1 ^b	0,5±0,2 ^b	0,5±0,2 ^b
Ovos quebrados* (%)	4,3±0,9 ^a	2,5±0,7 ^b	1,6±0,4 ^b	1,7±0,3 ^b
Ovos com outros defeitos* (%)	13,2±1,9 ^a	1,3±0,3 ^b	1,1±0,2 ^b	1,8±0,4 ^b
Fertilidade aos 280 dias (%)	88,9±5,0 ^a	95,9±1,8 ^a	98,7±0,9 ^a	93,3±2,3 ^a
Duração da fertilidade aos 280 dias (dias)	9,7±0,5 ^b	11,8±0,4 ^a	11,4±0,3 ^a	11,4±0,3 ^a
Fertilidade aos 440 dias (%)	83,6±7,0 ^a	98,4±1,1 ^a	89,4±3,6 ^a	93,7±2,3 ^a
Duração da fertilidade aos 440 dias (dias)	8,3±0,5 ^b	11,1±0,4 ^a	11,3±0,6 ^a	11,8±0,7 ^a

Resultados apresentados como média ± desvio padrão. Letras diferentes sobrescritas na mesma linha indicam diferença estatística ($p \leq 0,05$). ALR (*Ad Libitum* Restrito, fornecimento restrito de ração diariamente, num curto período de fornecimento); SOD (*skip-one-day*, quando a quantidade máxima e restrita de ração que a ave pode comer por semana é distribuída em seis dias e um dia fica sem receber alimento); STD (*skip-two-days*, quando a quantidade máxima e restrita de ração que a ave pode comer por semana é distribuída em cinco dias e dois dias, não consecutivos, fica sem receber alimento). Os manejos SOD e STD foram mudados para ALR a partir de 160 dias de idade. *Índices estudados da maturidade sexual até 461 dias de idade. Adaptado de Katanbaf *et al.* (1988b).

O manejo de controle de peso corporal é mais rigoroso nos machos que nas fêmeas, devido à maior expressividade das características genéticas para apetite, ganho de peso, conversão alimentar e conformação corporal (Baião e López, 2001). O alto peso do músculo do peito pode comprometer o desempenho reprodutivo de galos selecionados para maior taxa de rendimento de peito, por se associar com alta frequência de montas incompletas (Hocking e Bernard, 1997). McGary *et al.* (2003a) mostraram correlação negativa entre o peso corporal e o comportamento sexual não forçado em galos selecionados para maior taxa de crescimento.

Raros estudos avaliaram aspectos reprodutivos de galos de matriz pesada em condições normais de exploração comercial, em que as interações sociais entre macho-macho e macho-fêmea ocorreram livremente. Esses estudos são

importantes, uma vez que as relações de dominância e subordinação entre indivíduos influenciam o comportamento sexual. Prova disso são as observações práticas de que quando se introduz galos jovens em lotes de galos mais velhos (*spiking*), a atividade de acasalamento dos galos originais é estimulada nas duas semanas seguintes (Cobb-vantress, 2008a). Os efeitos da idade e do peso corporal em parâmetros de eficiência reprodutiva de galos de matriz pesada submetidos à restrição alimentar serão revisados a seguir, considerando-se duas situações de manejo mais comumente adotadas nos trabalhos científicos:

1^a) Galos manejados em gaiolas individuais e coleta artificial de sêmen para inseminação artificial (Leite e Viveiros, 2006), quando a fertilidade foi avaliada;

2^a) Galos manejados em boxes individuais com um grupo de galinhas e, quando foi o caso, a fertilidade foi avaliada por monta natural, mas sem o efeito das disputas sociais entre machos;

Galos manejados em gaiolas individuais

Trabalhos mostram que galos adultos que não tiveram ganho de peso significativo ou que perderam peso em decorrência de restrição de energia na dieta apresentaram menores concentrações circulantes de testosterona, menor peso de testículos, menor qualidade de sêmen e menor fertilidade na inseminação artificial, que galos que apresentaram ganho de peso corporal significativo no período experimental. Além disso, estes parâmetros reprodutivos foram negativa-

mente afetados pela idade (Parker e Arscott, 1964; Sexton *et al.*, 1989a) (Tab.5).

Trabalhos com restrição alimentar energética ou quantitativa mostram que galos de matriz pesada com maior composição corporal de gordura, apresentam também maiores concentrações séricas de testosterona, maior peso do ejaculado e maior concentração de espermatozoides no ejaculado, que galos com menor composição corporal de gordura. Ainda observou-se que galos que se alimentaram *ad libitum* por um período de aproximadamente 40 semanas, mesmo possuindo maior composição corporal de gordura que galos com alimentação restrita, a porcentagem de gordura foi baixa e insuficiente para caracterizar obesidade (Sexton *et al.*, 1989a,b).

Tabela 5. Efeitos da restrição alimentar energética no ganho de peso e na reprodução de galos de matriz pesada *Ross* alimentados de 30 a 60 semanas de idade com 120g de ração contendo 10% de proteína bruta e diferentes concentrações de energia metabolizável (EM) (adaptado da literatura)

EM (kcal/kg)	1.600	2.000	2.400	2.800	3.200
Peso corporal (kg)					
28 semanas de idade	3,4	3,5	3,5	3,6	3,5
52 semanas de idade	3,7	4,1	4,9	5,0	5,3
Machos produzindo sêmen (%)					
30 semanas de idade	70	77	80	85	85
58 semanas de idade	49	75	85	90	100
Peso do ejaculado (g)					
30 semanas de idade	0,30	0,46	0,50	0,64	0,50
58 semanas de idade	0,05	0,20	0,49	0,62	0,64
[SPTZ] no sêmen (x10⁹/mL)					
30 semanas de idade	2,7	3,9	3,4	4,5	4,6
58 semanas de idade	0,0	0,5	1,3	2,5	2,2
[T4] no soro sanguíneo (ng/mL)					
29 semanas de idade	4,2	5,8	6,4	5,8	5,8
60 semanas de idade	0,1	0,5	1,8	3,1	3,1
Fertilidade pós-IA (%)					
38 semanas de idade	66	75	80	87	93
48 semanas de idade	34	44	54	64	69

Resultados apresentados em valores aproximados, retirados de gráficos de funções lineares. EM = Energia Metabolizável; [SPTZ] = Concentração de espermatozoides; [T4] = Concentração de testosterona; IA = Inseminação Artificial. Adaptado de Sexton *et al.* (1988a)

Em lotes comerciais de galos de matriz pesada, a fertilidade geralmente atinge um pico entre 30 e 40 semanas de idade e, posteriormente, diminui progressivamente até atingir limites economicamente inviáveis em torno de 70 semanas de idade, quando machos e fêmeas são descartados. A participação de galos de matriz pesada *Cornish* na fertilidade tem sido estudada com

o uso da inseminação artificial. Observou-se pico de fertilidade (~96%) entre 23 e 37 semanas de idade e, a partir de 48 semanas de idade, a fertilidade diminui persistentemente, chegando a ser menor que 20% em galos com 110 semanas de idade (Rosenstrauch *et al.*, 1994; Muncher *et al.*, 1995). Muitos fatores se associaram com a queda de fertilidade pós-pico observada:

- (a) Diminuição da concentração de espermatozoides/ml de sêmen e do número total de espermatozoides no ejaculado (Rosenstrauch *et al.*, 1994).
- (b) Aumento do número de complexos de célula de Sertoli e espermatozoides maduros por secção transversal de túbulo seminífero, sinalizando falha na espermição (Rosenstrauch *et al.*, 1994; Muncher *et al.*, 1995).
- (c) Alterações morfológicas nas células de Sertoli, como redução do volume e aumento da elétron-opacidade do citoplasma, encurtamento das cisternas do retículo endoplasmático, alterações estruturais das mitocôndrias e malformações das especializações ectoplasmáticas associadas ao acrossoma das espermátides (Rosenstrauch *et al.*, 1994; Weil *et al.*, 1996).
- (d) Diminuição das concentrações plasmáticas de andrógenos (Rosenstrauch *et al.*, 1998).
- (e) Alterações morfológicas nas células de Leydig, como redução de citoplasma, de organelas e de gotículas de lipídios. Degeração de células de Leydig observada às 110 semanas de idade (Rosenstrauch *et al.*, 1998).
- (f) Diminuição da concentração plasmática de LH, significativamente após 60 semanas de idade, além de diminuição das concentrações plasmática e intratesticular de testosterona e aumento das concentrações plasmática e intratesticular de estradiol. Nos galos, parece que as concentrações plasmáticas de LH e de testosterona são reguladas por um mecanismo de *feedback* negativo envolvendo o estradiol produzido nos testículos (Weil *et al.*, 1999a). As células germinativas do galo expressam p_{450} aromatase, enzima que atua na conversão de testosterona a estrógeno (Know *et al.*, 1995).
- (g) Aumento da concentração plasmática de insulina e diminuição das concentrações

intratesticulares de ACTH e de lactato. O aumento da concentração plasmática de insulina não ocorreu por obesidade, pois a dieta dos galos foi controlada (Weil *et al.*, 1999b). A insulina estimula a produção de lactato pelas células de Sertoli que é o principal substrato energético para espermatócitos e espermátides. Mas o lactato diminuiu com a idade possivelmente pela alta densidade de espermatozoides maduros retidos no epitélio seminífero, determinando maior consumo de lactato. O ACTH é produzido pelas células de Leydig, influencia a produção de andrógenos e, em ratos, estimula as células de Sertoli aumentando AMP cíclico (Jutte *et al.*, 1981, 1982; OOnk e Gootegeod, 1986; Valença e Negro-Vilar, 1986; Skinner, 1991. Citados por Weil *et al.*, 1999b).

Galos manejados em boxes individuais com galinhas

Um trabalho com matrizes pesadas da linhagem *Cobb 500* mostrou os efeitos do ganho de peso de galos, de 20 a 60 semanas de idade, no peso dos testículos e nos resultados de fertilidade e eclodibilidade (Hocking, 1990). Ao início do experimento, o peso corporal médio dos galos foi de 2,92 Kg. Eles foram colocados em boxes individuais com 15 galinhas e a alocação de alimento/grupo de galos variou para se obter diferentes ganhos de peso. Todos os grupos de galos apresentaram pico de fertilidade entre 32 a 36 semanas de idade, com posterior diminuição da fertilidade. Ganho de peso controlado ao longo da vida reprodutiva foi essencial para um bom desempenho reprodutivo. A partir de 48 semanas de idade, observou-se rápido declínio da fertilidade de grupos de galos que:

- (a) Não apresentaram ganho de peso significativo durante a vida reprodutiva, e inclusive tiveram períodos de perda de peso corporal, por severa restrição alimentar.
- (b) Ganharam peso corporal em excesso por receberem alimentação *ad libitum* a partir de 26 semanas de idade.

O intervalo de peso corporal ótimo para máxima fertilidade aumentou com a idade, de 3,20 a 3,70 kg às 26 semanas de idade para 4,00 a 4,30 kg às 60 semanas de idade. Com relação ao peso dos testículos, este se associou positivamente com o peso corporal e com a fertilidade. A subfertilidade dos galos do subtópico (a) ocorreu por baixo peso testicular. Sete galos com peso corporal menor que 3,5 kg ao final das 60 semanas de idade apresentaram atrofia testicular. Em outro extremo, os galos do subtópico (b) apresentaram os maiores valores de peso testicular, sugerindo que a subfertilidade ocorreu por impedimento físico do sobrepeso no acasalamento. Nas primeiras semanas que antecederam o pico de fertilidade, os ovos provenientes de boxes de galos subférteis apresentaram menor eclodibilidade. Galinhas armazenam espermatozoides por semanas nos ninhos hospedeiros de espermatozoides e foi sugerido que em boxes onde os galos se tornaram ineficientes em inseminar as fêmeas, espermatozoides velhos foram capazes de fertilizar alguns ovos (Hocking, 1990).

Em galos de matriz pesada de linhagens primárias selecionadas para maior rendimento ou para maior taxa de crescimento, submetidos à restrição alimentar e acasalados em boxes individuais com 10 galinhas, observou-se significativo declínio da fertilidade e da penetração de espermatozoides na camada perivitelina com a idade (McGary *et al.*, 2002). Nessas mesmas condições observou-se ainda que as concentrações séricas de testosterona diminuíram com a idade, sendo mais grave nos galos selecionados para maior taxa de crescimento, principalmente após 40 semanas de idade (McGary Brougher *et al.*, 2005). Nestes trabalhos, dados sobre ganho de peso das aves ao longo do período experimental não foram mostrados.

Hocking e Bernard (1997) sugerem que o peso corporal ótimo para maximizar a fertilidade de galos de matriz pesada às 60 semanas de idade varia de 4,00 a 5,00 kg e que ganho de peso controlado ao longo da vida reprodutiva tem implicações positivas na fertilidade. Neste trabalho, avaliou-se também o comportamento sexual de galos de duas linhagens (*Cobb 500* e *Marshall M4*) de acordo com o ganho de peso e com a idade. As frequências de comportamentos de corte (bater asa, valsa e fingir que vai procurar alimento no ninho para atrair a fêmea), de monta e de monta completa diminuíram com a idade.

Galos *Cobb 500* apresentaram maior frequência de comportamentos de corte e de monta completa, bem como maior fertilidade, que galos *Marshall M4* em todas as idades. Em galos *Marshall M4*, a menor fertilidade se associou com o grande peso do músculo do peito, baixa frequência de montas completas e alta frequência de montas incompletas.

Em outro trabalho em que o ganho de peso foi adequadamente controlado ao longo da vida reprodutiva, a idade de galos *Cobb 500* não influenciou a produção, a fertilidade ou a eclodibilidade de ovos. Ela também não influenciou a frequência de comportamentos de corte, a frequência de montas completas, a proporção de tentativas de monta que resultaram em monta completa e a proporção de abordagens traseiras que resultaram em agachamento da fêmea. No entanto, galos com 27 a 29 semanas de idade apresentaram maior frequência de comportamentos de monta que galos com 35 a 37 semanas de idade. A categoria “comportamentos de corte” incluiu as observações de bater as asas, valsa e fingir que vai procurar alimento no ninho para atrair a fêmea. A categoria “comportamentos de monta” incluiu as observações de monta completa, monta, tentativa de monta e abordagens traseiras. Neste estudo, as concentrações plasmáticas de testosterona aumentaram no período de 24 a 30 semanas de idade e foram praticamente constantes após 30 semanas de idade. O período de aumento das concentrações plasmáticas de testosterona coincidiu com a idade em que os galos apresentaram maior frequência de comportamentos de monta (Hocking e Bernard, 2000). Como revisado no subtópico anterior, o uso da inseminação artificial possibilitou observar que a fertilidade de galos domésticos diminuiu com a idade, principalmente devido à redução da concentração de espermatozoides no sêmen. No entanto, os resultados de Hocking e Bernard (2000) mostraram que a fertilidade de galos de matriz pesada na monta natural não foi afetada pela idade, quando o ganho de peso foi devidamente controlado. Talvez, nessas condições, o comportamento sexual promíscuo das aves tenha sido capaz de compensar as implicações negativas da idade na qualidade do sêmen.

5) MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMG (Protocolo n°. 68 / 2012).

Pintos machos e fêmeas de um dia de idade da linhagem *Cobb 500 Slow* (empenamento lento) foram alojados separadamente em um galpão comercial situado no município de Pitangui (MG). Eles receberam alimentação *ad libitum* até a 4ª semana de idade. Na 5ª semana de idade, iniciou-se o manejo de restrição alimentar para controle de peso corporal. Da 5ª à 10ª semana de idade, o programa de restrição alimentar utilizado foi o 5x2 (*skip-two-days*; a quantidade máxima e restrita de ração que a ave pode comer por semana é fornecida em cinco dias e em dois dias não consecutivos a ave fica sem receber alimento), da 11ª à 15ª semana de idade, utilizou-se o programa de restrição alimentar 6x1 (*Skip-one-day*; a quantidade máxima e restrita de ração que a ave pode comer por semana é fornecida em seis dias e em um dia a ave fica sem receber alimento) e a partir da 16ª semana, o manejo de restrição alimentar foi diário (fornecimento restrito de ração diariamente, num curto período de fornecimento).

Machos e fêmeas foram acasalados com 22 semanas de idade, na proporção de 10,5% de machos, que ao longo da fase de produção diminuiu para 8,5%, devido à mortalidade e aos descartes. Na fase de produção, o sistema de alimentação foi separado por sexo, ou seja, comedouro automático tipo calha, com grade, para as fêmeas e comedouro manual suspenso tipo calha para os machos. As dietas variaram em composição, de

acordo com os requerimentos nutricionais das fêmeas ao longo da idade, e foram as mesmas para machos e fêmeas, segundo manejo de rotina da granja (Anexo I). A quantidade de alimento fornecida seguiu a tabela da linhagem com ajustes semanais (mais ou menos ração) feitos de acordo com o peso corporal médio das aves, visando obter o ganho de peso padrão da linhagem. Água de qualidade foi fornecida *ad libitum*.

Até o 5º dia de idade os pintos receberam 23 horas de luz por dia. Entre o 6º dia e a 21ª semana de idade, as aves receberam somente luz natural e o comprimento do dia foi decrescente (Anexo II). Na 22ª semana de idade passaram a receber 14 horas contínuas de luz por dia, sendo que o período de luz natural foi complementado e antecedido por luz artificial. Na produção, as temperaturas mínima e máxima no galpão variaram de 7,8 a 19,9°C e 20,1 a 36,0°C, respectivamente (Anexo II).

Quando os galos chegaram à idade de 71 semanas, as categorias de peso corporal foram estabelecidas a partir da média de peso corporal de uma amostra aleatória de 5% (n=90) de galos do lote. Os valores de peso corporal 10% acima e 10% abaixo da média foram considerados como limítrofes entre as categorias pesado/médio e médio/leve, respectivamente (ver resultados). Um dia depois, galos das categorias de peso corporal leve (n=32), médio (n=60) e pesado (n=28) foram obtidos do lote, identificados e inspecionados por avaliador treinado quanto à morfologia de cloaca e de crista. Os escores de cloaca e de crista foram determinados subjetivamente, por inspeção visual de tamanho, coloração e lubrificação da cloaca e tamanho, coloração, turgidez e aspecto da pele da crista (Tab.6).

Tabela 6. Características avaliadas para determinação dos escores de cloaca e de crista

Características avaliadas na cloaca	Escore de cloaca	Características avaliadas na crista	Escore de crista
<i>Tamanho</i>			
Pequena	1	Crista subdesenvolvida e/ou pálida e/ou murcha com pele rugosa	1
Média	2		
Grande	3		
<i>Coloração</i>			
Pálida	1	Crista média ou grande, vermelha clara, túrgida e com pele lisa	2
Vermelho claro	2		
Vermelho intenso	3		
<i>Lubrificação</i>			
Seca	1	Crista grande, vermelha intensa, túrgida e com pele lisa	3
Úmida	2		
	3-8*	Crista muito grande, vermelha intensa, túrgida e com pele lisa	4

* O escore de cloaca é dado pelo somatório dos pontos obtidos na avaliação de tamanho, coloração e lubrificação de cloaca, podendo ser no mínimo 3 e no máximo 8.

Os galos foram abatidos em abatedouro, segundo as normas de abate humanitário que consiste em insensibilização e sangria. No processo de evisceração, os testículos foram prontamente individualizados, removidos, pesados em balança analítica digital e acondicionados em solução de glutaraldeído 4% em tampão fosfato 0,05M. O testículo direito de seis galos obtidos aleatoriamente de cada categoria de peso corporal foi selecionado para histologia. Os testículos foram acondicionados inteiros, sem cortes e sem remoção da albugínea, em solução de glutaraldeído 4% em tampão fosfato 0,05M por 2 horas. Apesar de a albugínea diminuir a penetração do fixador, ela mantém a organização estrutural do parênquima testicular, muito friável nos galos domésticos, para que este seja pré-fixado e se mantenha estruturado ao ser seccionado posteriormente. Um corte sagital e cortes transversais completos foram efetuados ao longo dos testículos e os fragmentos foram novamente acondicionados em solução de glutaraldeído 4% em tampão fosfato 0,05M para melhor penetração do fixador. Após fixação completa do tecido, três pequenos cortes foram obtidos, um na região central do parênquima e um em cada polo (cranial e caudal) dos testículos, tomando-se o cuidado para selecionar as porções mais próximas à superfície, onde a preservação tecidual é melhor. Os cortes foram desidratados em séries crescentes de álcool etílico (70% por 30 minutos; 80% por 30 minutos; 90% por 30 minutos e 95% por duas vezes de 30 minutos) e embebidos em metacrilato. Após endurecimento da resina, secções de 4µm de espessura foram obtidas em micróto-mo eletrônico para confecção de lâminas histoló-

gicas. Elas foram coradas com azul de toluidina e analisadas através de microscópio de luz.

Para o cálculo do índice gonadossomático, o peso dos testículos direito e esquerdo (somatório, em gramas) foi dividido pelo peso corporal (em gramas) e o resultado foi multiplicado por 100. A proporção volumétrica de túbulos seminíferos e de tecido intersticial foi mensurada utilizando uma ocular integradora de 441 interseções acoplada à ocular do microscópio. Para esse propósito, 10 campos foram aleatoriamente analisados em aumento de 200x, totalizando 4.410 pontos contados por ave. O somatório dos pontos incidentes nos túbulos seminíferos e o somatório dos pontos incidentes no tecido intersticial foram divididos por 4.410 e multiplicados por 100 para o cálculo da proporção volumétrica. O diâmetro de túbulo seminífero e a altura de epitélio seminífero foram obtidos com régua de 1cm, com 100 divisões, acoplada à ocular do microscópio. Para esse propósito, 20 secções transversais de túbulos seminíferos, mais arredondadas possíveis, foram analisadas em aumento de 200x. Duas medidas perpendiculares do diâmetro de túbulo seminífero foram obtidas em cada secção transversal. O menor diâmetro foi considerado o diâmetro verdadeiro. Duas medidas da altura de epitélio seminífero foram realizadas na mesma direção do menor diâmetro e a média aritmética foi calculada (Fig.1).

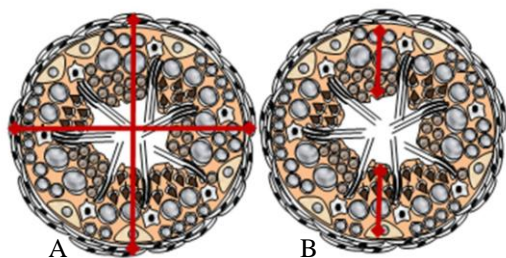


Figura 1. Mensuração do diâmetro de túbulo seminífero e da altura de epitélio seminífero. As linhas com seta dupla representam: (A) medidas perpendiculares do diâmetro de túbulo seminífero, sendo a linha vertical o menor diâmetro; (B) medidas da altura de epitélio seminífero, feitas na mesma direção do menor diâmetro (Imagem: arquivo pessoal, 2013).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As variáveis foram estudadas por estatística descritiva. As variáveis quantitativas de distribuição normal foram submetidas à análise de variância e ao teste de Duncan. Os escores de crista e cloaca foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis (SAS Institute, 1999). O nível de significância foi de 5%.

6) RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso corporal dos galos variou de 3,55 a 6,20kg, com média de 4,81kg, desvio padrão de 587g e coeficiente de variação de 12%. As categorias de peso corporal foram definidas como leve ($\leq 4,30$ kg), médio (entre 4,30kg e 5,25kg) e pesado ($\geq 5,25$ kg).

Os galos da categoria pesado apresentaram maior peso dos testículos direito e esquerdo e maior peso médio dos testículos, que os galos da categoria leve ($P \leq 0,05$). Não houve diferença estatística significativa nestas variáveis entre os galos das categorias pesado e médio ou entre os galos das categorias médio e leve (Tab.7). Observou-se correlação positiva, moderada e significativa entre peso corporal e peso dos testículos direito e esquerdo (Tab.8). Não houve diferença estatística significativa no índice gonadossomático entre os galos das categorias leve, médio e pesado (Tab.7), indicando que o peso corporal e o peso dos testículos variam proporcionalmente.

Tabela 7. Peso dos testículos direito e esquerdo, peso médio dos testículos e índice gonadossomático de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade em função da categoria de peso corporal

Categoria de Peso Corporal (PC)	Peso do testículo direito (g)	Peso do testículo esquerdo (g)	Peso médio dos testículos (g)	IGS (%)
Leve PC $\leq 4,30$ kg	n=26 7,65 \pm 3,69 ^B	n=26 8,02 \pm 4,05 ^B	n=25 7,73 \pm 3,87 ^B	n=25 0,38 \pm 0,18 ^A
Médio 4,30 < PC < 5,25kg	n=42 9,47 \pm 3,39 ^{AB}	n=36 9,68 \pm 4,29 ^{AB}	n=34 9,22 \pm 3,76 ^{AB}	n=34 0,38 \pm 0,16 ^A
Pesado PC $\geq 5,25$ kg	n=19 11,01 \pm 2,47 ^A	n=20 11,05 \pm 2,47 ^A	n=18 11,06 \pm 2,25 ^A	n=18 0,40 \pm 0,08 ^A

Resultados apresentados como média \pm desvio padrão. Médias e desvios seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$). n = número de repetições. IGS = índice gonadossomático.

Coefficiente de variação de 12% para peso corporal em aves de alta padronização genética para crescimento corporal pode ocorrer quando há aves no sistema ganhando peso em detrimento de outras. Os resultados mostraram que os galos da categoria pesado apresentaram testículos mais pesados que os galos da categoria leve, sinalizando que ganho de peso na fase de produção tem implicações positivas no peso dos testículos. Trabalhando com galos *Cobb 500* mantidos separadamente em boxes com 15 galinhas e que rece-

beram quantidades controladas de alimento no período de 20 a 60 semanas de idade para obter diferenças planejadas no ganho de peso, Hocking (1990) observou que galos com maior ganho de peso no período experimental apresentaram maior peso dos testículos ao final das 60 semanas, quando foram eutanasiados. Possivelmente, diferenças na alocação de alimento/galo também ocorrem naturalmente em lotes comerciais, devido às interações sociais galo dominante - galo subordinado.

Tabela 8. Correlações de Pearson-Spearman entre peso corporal, escores de crista e de cloaca e parâmetros da morfometria testicular de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade

	PTd	PTe	IGS	DiaTS	AltES	%TS	%TI	Ecrista	Ecloaca
PC	n= 87 r= 0,43 ^M ****	n= 82 r= 0,37 ^M ***	n= 77 r= 0,12 ns	n= 18 r= 0,37 ns	n= 18 r= 0,40 ns	n= 18 r= 0,12 ns	n= 18 r= - 0,13 ns	n= 120 r= 0,49 ^M ****	n= 120 r= 0,21 ^L *
PTd		n= 77 r= 0,91 ^F ****	n= 77 r= 0,91 ^F ****	n= 18 r= 0,65 ^M **	n= 18 r= 0,55 ^M *	n= 18 r= 0,38 ns	n= 18 r= - 0,38 ns	n= 87 r= 0,45 ^M ****	n= 87 r= 0,36 ^M ***
IGS		n= 77 r= 0,94 ^F ****		n= 18 r= 0,65 ^M **	n= 18 r= 0,44 ns	n= 18 r= 0,52 ^M *	n= 18 r= - 0,51 ^M *	n= 77 r= 0,31 ^M **	n= 77 r= 0,33 ^M **
DiaTS					n= 18 r= 0,91 ^F ****	n= 18 r= 0,73 ^F ***	n= 18 r= - 0,73 ^F ***	n= 18 r= 0,07 ns	n= 18 r= 0,20 ns
AltES						n= 18 r= 0,67 ^M **	n= 18 r= - 0,67 ^M **	n= 18 r= - 0,002 ns	n= 18 r= 0,05 ns
%TS							n= 18 r= - 1,0 ^F ****	n= 18 r= - 0,19 ns	n= 18 r= 0,13 ns
%TI								n= 18 r= 0,17 ns	n= 18 r= - 0,16 ns
Ecrista		n= 82 r= 0,45 ^M ****							n= 120 r= 0,27 ^L **
Ecloaca		n= 82 r= 0,34 ^M **							

Peso corporal (PC). Peso de testículo direito (PTd). Peso de testículo esquerdo (PTe). Índice gonadossomático (IGS). Diâmetro de túbulo seminífero (DiaTS). Altura de epitélio seminífero (AltES). Porcentagem de túbulo seminífero (%TS). Porcentagem de tecido intersticial (%TI). Escore de crista (Ecrista). Escore de cloaca (Ecloaca). Número de repetições (n). Coeficiente de correlação (r). Letras sobrescritas indicam correlação leve (L), moderada (M) ou forte (F). Asteriscos indicam que a correlação é significativa e representam o nível de significância $P \leq 0,05$ (*), $P \leq 0,01$ (**), $P \leq 0,001$ (***) e $P \leq 0,0001$ (****). Os parâmetros histológicos DiaTS, AltES, %TS e %TI foram avaliados no testículo direito. Associações entre características quantitativas de distribuição normal foram estudadas pela correlação de Pearson. Associações entre os escores de crista e de cloaca e destes com as demais características foram estudadas pela correlação de Spearman.

Não houve diferença estatística significativa entre o peso do testículo direito $8,98g \pm 3,54g$ e o peso do testículo esquerdo $9,35g \pm 3,99g$ (média \pm desvio padrão).

Dos 18 galos avaliados quanto à histologia do testículo direito, o de menor peso corporal (3,50kg) apresentou atrofia testicular (1/18; 5,5%). Nos demais galos a espermatogênese foi aparentemente normal (17/18; 94,5%) (Fig.2).

No galo com atrofia testicular, o somatório dos pesos dos testículos direito e esquerdo foi de

3,8g. Somatório dos pesos dos testículos inferior a 4,0g foi observado em galos com peso corporal $\leq 4,50kg$, em 11,1% dos galos da categoria leve e em 2,3% dos galos da categoria médio.

Há evidências na literatura de que baixo ganho de peso corporal na fase de produção possa predispor à atrofia testicular. Hocking (1990) observou atrofia testicular em sete galos *Cobb 500* com 60 semanas de idade que obtiveram ganho de peso inferior a 600g na fase de produção (em torno de 2,90kg às 20 semanas e menos de 3,50kg às 60 semanas de idade). Nestes galos,

o somatório dos pesos dos testículos direito e esquerdo foi menor que 3,0g. Sexton *et al.* (1989) mostraram que galos *Ross* submetidos à restrição alimentar energética severa, com peso corporal próximo de 3,50kg às 28 semanas de idade e peso corporal inferior a 4,00kg às 52 semanas (ganho de peso menor que 500g), para-

ram de ejacular ou ejacularam sêmen com baixa concentração de espermatozoides. Não ocorreu atrofia testicular em galos *Marshall M4* e *Cobb 500* que ganharam entre 1,00 e 1,50kg de peso corporal de 21 a 60 semanas de idade, sendo que o peso corporal às 21 semanas foi de 3,00kg ou 3,50kg (Hocking e Bernard, 1997).

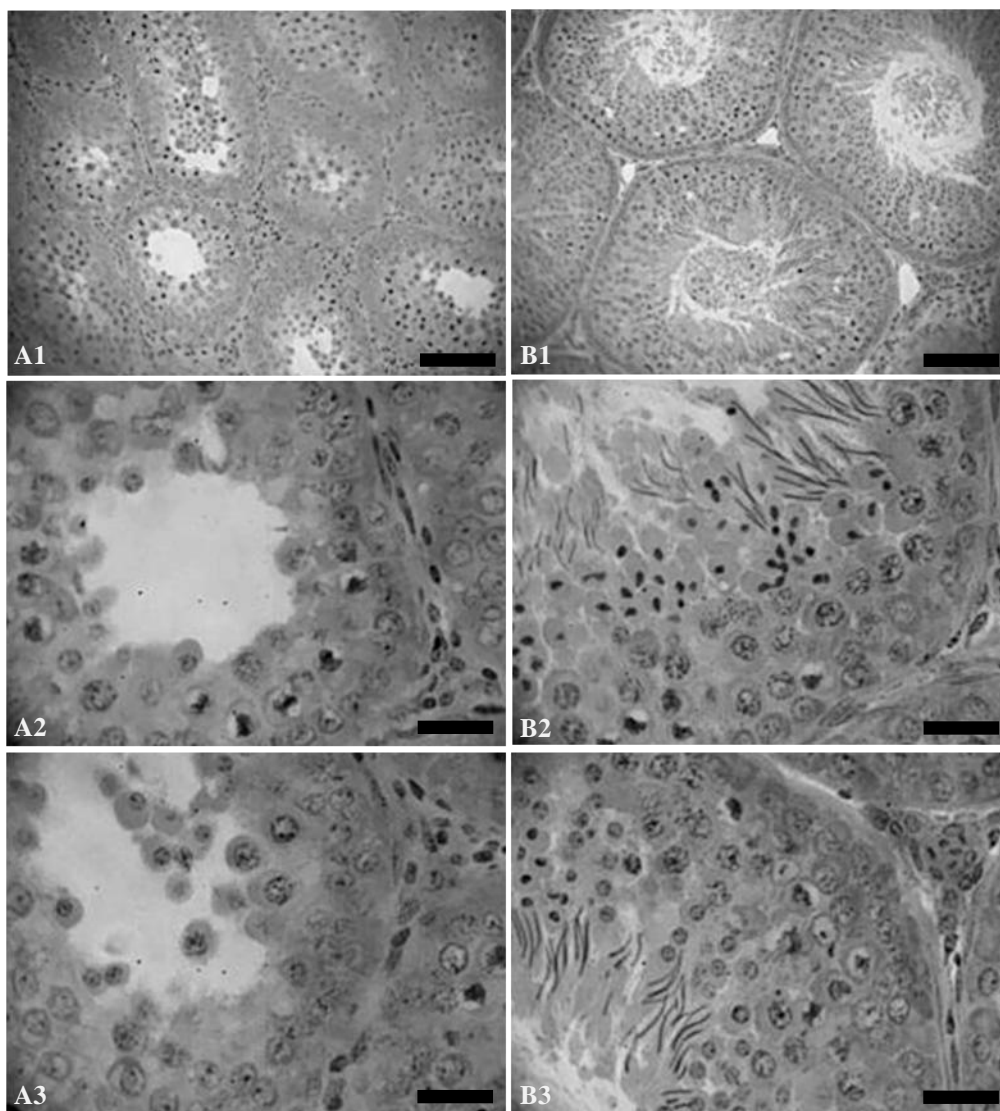


Figura 2. Microscopia de luz do parênquima testicular de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade. (A) Galo com atrofia testicular; (B) Galo com espermatogênese aparentemente normal. Barra = 80 μ m (A1 e B1). Barra = 23 μ m (A2, B2, A3 e B3).

Diferença de até 21,64 vezes foi observada no peso médio dos testículos de galos de mesmo peso corporal (Fig.3). Kirby *et al.* (1998) observaram diferença maior que 35 vezes no peso médio dos testículos de 103 galos bisavós de

linhagens pesadas, não submetidos à restrição alimentar e de mesma idade, o que alerta para a necessidade de inclusão de características reprodutivas na seleção genética de aves de corte (Amann, 1999). O erro padrão do peso médio

dos testículos foi decrescente, nesta ordem: categoria leve (0,77) > categoria médio (0,64) > categoria pesado (0,53). Isso mostra que o peso

médio dos testículos foi mais homogêneo entre os galos da categoria “Pesado” (Fig.4).

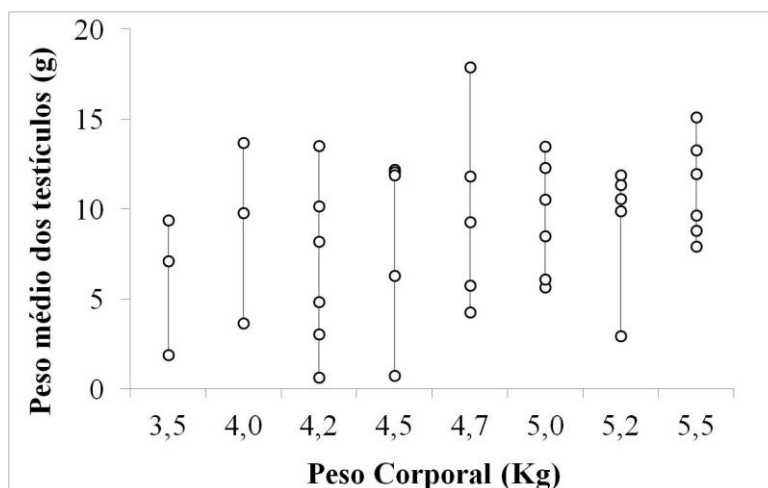


Figura 3. Peso médio dos testículos e sua variação em galos *Cobb 500 Slow* de mesma idade (71 semanas) e de mesmo peso corporal. Diferença de até 21,64 vezes foi observada no peso médio dos testículos de galos com 4,2kg de peso corporal. Cada círculo aberto representa os valores de peso corporal e de peso médio dos testículos de um galo. As retas representam o intervalo máximo e mínimo do peso médio dos testículos.

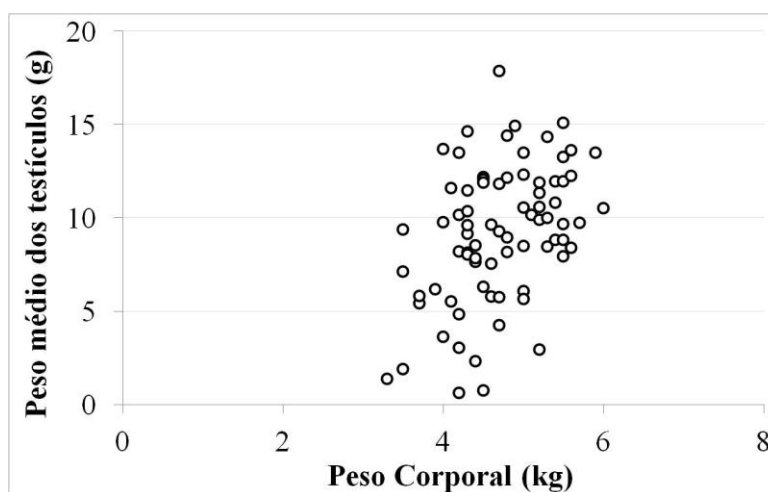


Figura 4. Peso corporal e peso médio dos testículos de 77 galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade.

Não houve diferença estatística significativa no diâmetro de túbulo seminífero, altura de epitélio seminífero, porcentagem de túbulo seminífero e porcentagem de tecido intersticial entre os galos das categorias leve, médio e pesado (Tab.9). No galo da categoria leve que apresentou atrofia testicular estes parâmetros da histologia foram de 120,2µm, 41,1µm, 86,4% e 13,6%, respectivamente. Nos outros cinco galos da cate-

goria leve, que apresentaram espermatogênese aparentemente normal, estes parâmetros da histologia foram de 258,9±42,0µm, 80,6±11,4µm, 95,2±1,1% e 4,8±1,1% (média ± desvio padrão). As médias destes cinco galos da categoria leve também não apresentaram diferença estatística significativa quando comparadas às médias dos galos das categorias médio e pesado, para as mesmas variáveis.

Tabela 9. Parâmetros da histologia do testículo direito de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade em função da categoria de peso corporal

Categoria de peso corporal (PC)	n	Diâmetro de TS (µm)	Altura de ES (µm)	%TS	%TI
Leve PC≤4,30kg	6	235,8±68,0 ^A	74,0±19,1 ^A	93,7±3,7 ^A	6,3±3,7 ^A
Médio 4,30<PC<5,25kg	6	239,0±32,2 ^A	77,8±14,5 ^A	94,0±1,5 ^A	5,9±1,5 ^A
Pesado PC≥5,25kg	6	251,0±17,2 ^A	82,0±6,0 ^A	93,3±1,5 ^A	6,7±1,5 ^A

Resultados apresentados como média±desvio padrão. Médias e desvios seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Duncan (P<0,05). n = número de repetições. TS = túbulo seminífero. ES = epitélio seminífero. TI = Tecido Intersticial. Atrofia testicular foi observada em um galo da categoria leve, o que justifica os maiores valores de desvio padrão na categoria.

Não foi encontrada correlação significativa entre o peso do testículo direito e a proporção volumétrica de túbulos seminíferos ou de tecido intersticial (Tab.8).

Como mais de 94% dos galos avaliados quanto à histologia do testículo direito apresentaram espermatogênese aparentemente normal, os resultados mostram que nessas condições a proporção volumétrica dos compartimentos testiculares não varia de acordo com a categoria de peso corporal ou com o peso dos testículos.

Apesar de não ter sido observada diferença estatística significativa entre as categorias de peso corporal quanto ao diâmetro de túbulo se-

minífero e à altura de epitélio seminífero, estes parâmetros da histologia apresentaram correlação positiva, moderada e significativa com o peso do testículo direito (Tab.8).

Não houve diferença estatística significativa no escore de crista entre os galos das categorias pesado e médio, porém estas categorias apresentaram maior escore de crista que os galos da categoria leve (P≤0,05) (Tab.10). Os galos da categoria pesado apresentaram maior escore de cloaca que os galos da categoria leve (P≤0,05). Não houve diferença estatística significativa no escore de cloaca entre os galos das categorias pesado e médio ou entre os galos das categorias médio e leve (Tab.10).

Tabela 10. Escores de cloaca e de crista de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade em função da categoria de peso corporal

Categoria de Peso Corporal (PC)		Escore de cloaca (3-8)	Escore de crista (1-4)
Leve PC≤4.300kg	n = 32	5,81±1,20 ^B	2,38±0,94 ^B
Médio 4.300<PC<5.250kg	n = 60	6,10±1,07 ^{AB}	3,05±0,77 ^A
Pesado PC≥5.250kg	n = 28	6,39±0,83 ^A	3,36±0,68 ^A

Resultados apresentados como média±desvio padrão. Médias e desvios seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (P≤0,05). n = número de repetições.

Correlação positiva, moderada e significativa foi encontrada entre o escore de crista e as características peso corporal e peso dos testículos (Tab.8). Tyler e Gous (2009) também encontraram associação positiva e significativa entre o peso médio dos testículos e a área de crista de galos *Ross* (coeficiente de determinação r²= 0,69; P<0,001). A crista é uma característica sexual secundária, com desenvolvimento dependente de

testosterona (Zeller, 1971). Sexton *et al.* (1989) mostraram que galos *Ross* que receberam maiores níveis de energia metabolizável na dieta apresentaram maiores concentrações séricas de testosterona. Possivelmente, galos da categoria pesado são dominantes na competição alimentar e mais eficientes na esteroidogênese. Entretanto, essas características podem não se associar com maior eficiência reprodutiva, se o alto peso cor-

poral comprometer a habilidade do galo de completar a cópula (Hocking, 1990).

Correlação positiva, leve e significativa foi encontrada entre o escore de cloaca e as características peso corporal e escore de crista (Tab.8). Correlação positiva, moderada e significativa foi encontrada entre o escore de cloaca e o peso dos testículos (Tab.8). Trabalhando com galos de matriz pesada *AgRoss 308*, Fantini (2007) encontrou correlação positiva, moderada e significativa entre peso corporal e coloração de cloaca (coeficiente de correlação $r=0,32$; $P<0,01$) e que galos

submetidos a períodos de jejum de cinco e sete dias apresentaram perdas significativas de, respectivamente, 13,4% e 18,2% do peso corporal, 40,0% e 44,7% do peso do testículo esquerdo, 39,8% e 46,3% do peso do testículo direito e 6,7% e 15,6% do diâmetro da cloaca. Estudos são necessários para avaliar se os parâmetros morfológicos avaliados na determinação do escore de cloaca são testosterona-dependentes ou, em outra hipótese, se associam com atividade e/ou excitação sexual. A Fig.5 mostra a morfologia da crista e da cloaca de quatro galos *Cobb 500 Slow* e suas classificações em escores.

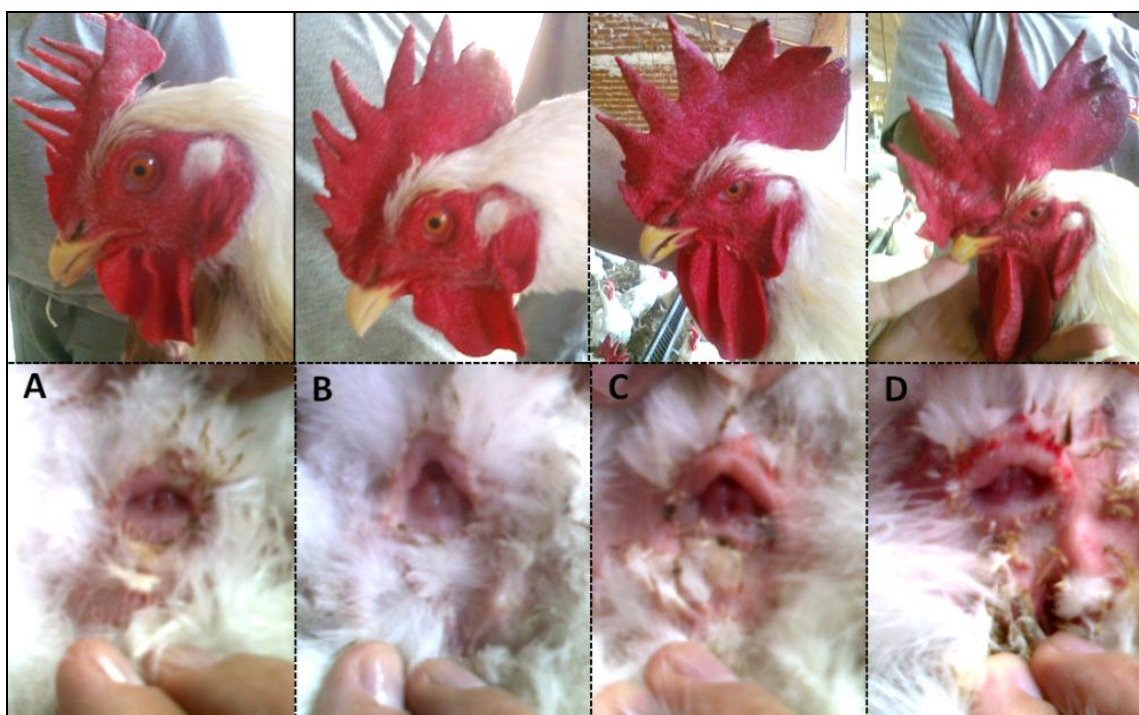


Figura 5. Escores de crista e cloaca de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade. (A) Escore de crista = 1, crista subdesenvolvida. Escore de cloaca = 5, cloaca pequena, vermelha clara e úmida. (B) Escore de crista = 2, crista média, vermelha clara e túrgida. Escore de cloaca = 5, cloaca média, pálida e úmida. (C e D) Escore de crista = 4, crista muito grande, vermelha intensa e túrgida. Escore de cloaca = 8, cloaca grande, vermelha intensa e úmida. Resolução: 1117x706 pixels, 300 dpi, 24 bits.

Não houve galos com escore de crista “1” e/ou escore de cloaca “3” ou “4” ou galos da categoria leve com escore de crista “2” e escore de cloaca “5” ou “6”, com somatório dos pesos dos testículos direito e esquerdo maior que 20g (Tab.11). Hocking (1990) mostrou que em torno de 70% dos galos *Cobb 500* com peso de ambos os testículos $<10g$ e 30% daqueles com peso de ambos os testículos entre 10 e 20g têm fertilidade inferior a 25%. Galos com escore de crista “1”

(Fig.6) e/ou escore de cloaca “3” ou “4” (Fig.7) representam 40% dos galos com somatório dos pesos dos testículos direito e esquerdo $<10g$ (Tab.11), sugerindo potencial subfertilidade. Talvez esses galos sejam bons alvos para complementar os descartes quando há intenção de realizar o *spiking* em lotes com baixa porcentagem de galos com sobrepeso corporal ou com problemas de pés e/ou pernas. Estudos são necessários para verificar esta hipótese.

Tabela 11. Número e porcentagem acumulativa de galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade, de acordo com o somatório dos pesos dos testículos direito e esquerdo <10g, entre 10 e 20g e >20g e com características de escores de crista e cloaca e de peso corporal (PC)

Características	Número de galos			% acumulativa		
	<10g	10-20g	>20g	<10g	10-20g	>20g
Qualquer categoria de peso corporal, escore de crista "1" e/ou escore de cloaca "3" ou "4"	4	7	0	40	21	0
Categoria leve (PC≤4.300kg), escore de crista "2" e escore de cloaca "5" ou "6"	1	5	0	50	35	0
Categoria médio ou pesado (PC>4.300kg), escore de crista "2" e escore de cloaca "5" a "8"	2	1	5	70	38	15
Categoria leve (PC≤4.300kg), escore de crista "3" ou "4" e escore de cloaca "5" a "8"	2	4	6	90	50	33
Categoria médio (4.300<PC<5.250kg), escore de crista "3" ou "4" e escore de cloaca "5" a "8"	1	7	8	100	71	58
Categoria pesado (PC≥5.250kg), escore de crista "3" ou "4" e escore de cloaca "5" a "8"	0	10	14	100	100	100
Número total de galos	10	34	33			

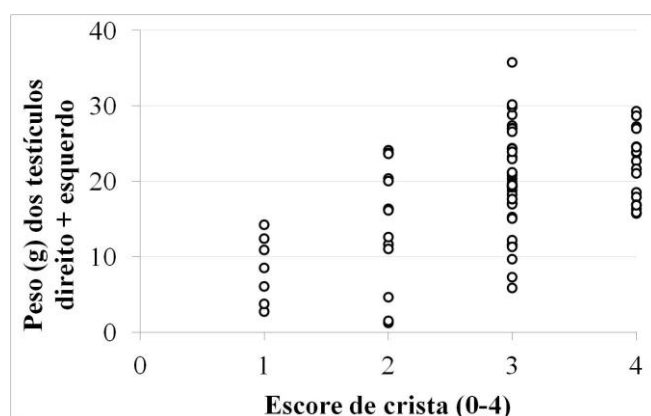


Figura 6. Escore de crista e peso dos testículos de 77 galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade.

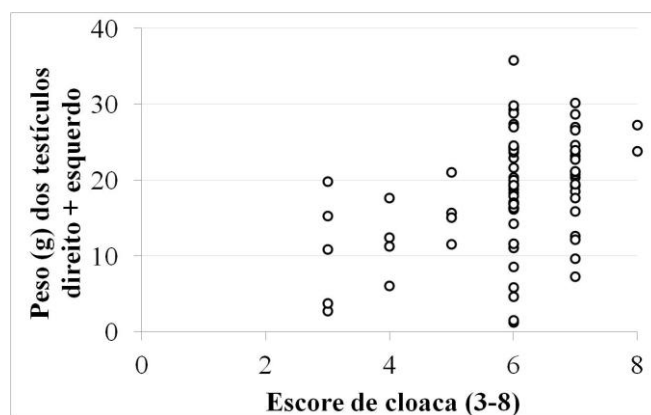


Figura 7. Escore de cloaca e peso dos testículos de 77 galos *Cobb 500 Slow* com 71 semanas de idade.

7) CONCLUSÕES

Considerando galos *Cobb 500 Slow*, os resultados mostram que:

- a) Alto peso corporal às 71 semanas de idade tem implicações positivas no peso dos testículos e na prevenção de atrofia testicular;
- b) O peso dos testículos e o peso corporal variam de forma proporcional (índice gonadossomático não varia entre os galos das categorias de peso corporal leve, médio e pesado);
- c) Em galos com espermatogênese aparentemente normal, não há variação nas porcentagens de túbulos seminíferos e de tecido intersticial, independente da categoria de peso corporal e do peso dos testículos;
- d) O peso do testículo direito tem associação positiva, moderada e significativa com características histológicas compatíveis com maior capacidade de produção espermática (diâmetro de túbulo seminífero e altura de epitélio seminífero);
- e) Além de maior peso dos testículos, os galos da categoria pesado apresentam maiores escores de crista e de cloaca que os galos da categoria leve;
- f) Escores de crista e de cloaca podem ser utilizados com potencial moderado de predição para identificar galos com baixo peso de testículos.

8) REFERÊNCIAS

- AIRE, T. A. Micro-stereological study of the avian epididymal region. *J. Anat.*, v.129, n.4, p.703-706, 1979.
- AIRE, T. A. The ductuli efferentes of the epididymal region of birds. *J. Anat.*, v.130, n.4, p.707-723, 1980.
- AIRE, T. A. The rete testis of birds. *J. Anat.*, v.135, n.1, p.97-110, 1982.
- AIRE, T. A. The structure of the interstitial tissue of the active and resting avian testis. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, v.64, n.4, p.291-299, 1997.
- AIRE, T. A.; OZEGBE, P. C. The testicular capsule and peritubular tissue morphometry, histology, ultrastructure and immunohistochemistry. *J. Anat.*, v.210, p.731-740, 2007.
- AMANN, R. P.; SCHANBACHER, B. D. Physiology of male reproduction. *J. Anim. Sci.*, v.57, n.2, p. 380-403, 1983.
- AMANN, R. P. Lessons for the poultry industry gleaned from experiences with other commodity species. *Poult. Sci.*, v.78, p.419-427, 1999.
- BACHMAN, S. E.; BACHMAN, J. M.; MASHALY, M. M. Effect of photoperiod on the diurnal rhythm of plasma testosterone, dihydrotestosterone and androstenedione in mature male chickens. *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 87A, n.3, p.775-779, 1987.
- BAIÃO, N. C.; LOPEZ, C. A. A. Manejo nutricional de reprodutoras pesadas e o impacto na qualidade do ovo e do pinto de um dia. In: 5º ENCONTRO TÉCNICO EM CIÊNCIAS AVIÁRIAS, 2001, Uberlândia. *Anais...Uberlândia*, 2001. 7-24p.
- BONI, I. J.; PAES, A. O. S. Programas de luz para matrizes: machos e fêmeas. In: 2º SIMPÓSIO TÉCNICO SOBRE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE, 1999, Chapecó. *Anais...Chapecó*, 1999. 1-16p.
- BUDRAS, K. D.; SAUER, T. Morphology of the epididymis of the cock (*Gallus domesticus*) and its effect upon the steroid sex hormone synthesis. I. Ontogenesis, morphology and distribution of the epididymis. *Anat. Embryol.*, v.148, n.2, p.175-196, 1975.
- CAMPOS, E. J. Avicultura: razões, fatos e divergências. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2000. 311p.
- CELEGHINI, E. C. C.; ALBUQUERQUE, R.; ARRUDA, R. P. et al. Avaliação das caracterís-

- ticas seminais de galos selecionados para a reprodução pelo desenvolvimento da crista. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.38, n.4, p.177-183, 2001.
- CHEN, H.; GE, R. S.; ZIRKIN, B. R. Leydig cells: from stem cells to aging. *Mol. Cell. Endocrinol.*, v.306, n.1-2, p.9-16, 2009.
- COBB-VANTRESS. Guia de manejo de matrizes *Cobb 500* empenamento lento, 2008a. Disponível em: <<http://www.cobb-vantress.com>>. Acesso em: 7 dez, 2012.
- COBB-VANTRESS. Suplemento de manejo de matrizes *Cobb 500* empenamento lento, 2008b. Disponível em: <<http://www.cobb-vantress.com>>. Acesso em: 7 dez, 2012.
- COOKSEY, E. J.; ROTHWELL, B. The ultrastructure of the Sertoli cell and its differentiation in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *J. Anat.*, v.114, n.3, p.329-345, 1973.
- COWLES, R. B.; NORDSTROM, A. A possible avian analogue of the scrotum. *Science*, v.104, p.586-587, 1946.
- DE FREITAS, A. G.; COSTA, C. A. Pontos críticos do manejo de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A. A. Manejo de matrizes de corte. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. 181p.
- DE REVIERS, M. Determination de la durée des processus spermatogénétiques chez Le coq à l'aide de thymidine tritiée. In: 6th International Congress of Animal. Reproduction, 1968, Paris. *Proc...*Paris, 1968. 183-185p.
- DE REVIERS, M. Le développement testiculaire chez le Coq. II. Morphologie de l'épithélium séminifère et établissement de la spermatogenèse. *Ann. Biol. Anim. Biophys. Bioch.*, v.11, n.4, p.531-546, 1971a.
- DE REVIERS, M. Le développement testiculaire chez le Coq. I. Étude pondérale et histologique. *Ann. Biol. Anim. Biophys. Bioch.*, v.11, n.4, p.519-530, 1971b.
- FANTINI, M. O. O. Efeitos da redução do peso corporal sobre as características reprodutivas de galos adultos de matriz pesada. 2007. 42f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- GRAVES, H.B.; HABLE, C.P.; JENKINS, T.H. Sexual selection in gallus: Effects of morphology and dominance on female spatial behavior. *Behav. Proc.*, v.11, p.189-197, 1985.
- GUNAWARDANA, V. Stages of spermatids in the domestic fowl: a light microscope study using araldite sections. *J. Anat.*, v.123, n.2, p.351-360, 1977.
- HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; SCHEIDELER, S. E. et al. Growth, livability, and feed conversion of 1957 vs. 1991 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. *Poult. Sci.*, v.73, p.1785-1794, 1994a.
- HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; SCHEIDELER, S. E. et al. Carcass composition and yield of 1991 vs. 1957 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broilers diets. *Poult. Sci.*, v.73, p.1795-1804, 1994b.
- HOCKING, P.M. The relationships between dietary crude protein, body weight, and fertility in naturally mated broiler breeder males. *Br. Poult. Sci.*, v.31, p.743-757, 1990.
- HOCKING, P.M.; BERNARD, R. Effects of male body weight, strain and dietary protein content on fertility and musculo-skeletal disease in naturally mated broiler breeder males. *Br. Poult. Sci.*, v.38, n.1, p.29-37, 1997.
- HOCKING, P. M. Effects of the age of male and female broiler breeders on sexual behavior, fertility and hatchability of eggs. *Br. Poult. Sci.*, v.41, p.370-377, 2000.
- JUTTE, N. H. P. M.; GROOTEGOED, J. A., ROMMERTS, F. F. G. et al. Exogenous lactate is essential for metabolic activities in isolated rat spermatocytes and spermatids. *J. Reprod. Fertil.*, v.62, p.399-405, 1981.
- JUTTE, N. H. P. M.; JANSEN, R.; GROOTEGOED, J. A. et al. Regulation of survival of rat pachytene spermatocytes by lactate supply from Sertoli. *J. Reprod. Fertil.*, v.65, p.431-438, 1982.

- KATANBAF, M. N.; DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P. B. Restricted feeding in early and late-feathering chickens. 1. Growth and physiological responses. *Poult. Sci.*, v.68, p.344-351, 1989a.
- KATANBAF, M. N.; DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P. B. Restricted feeding in early and late-feathering chickens. 2. Reproductive responses. *Poult. Sci.*, v.68, p.352-358, 1989b.
- KIRBY, J. D.; WASHINGTON, J.; RHOADS, M. L. et al. Impaired testis development and spermatogenesis in adult male fowl following unrestricted prepubertal growth and subsequent growth restriction. *Poult. Sci.*, v.77 (suppl.1), p.91 (abst.), 1998.
- KNOW, S.; HESS, R. A.; BUNICK, D. et al. Rooster testicular germ cells and epididymal sperm contain p450 aromatase. *Biol. Reprod.*, v.53, p.1259-1264, 1995.
- LAKE, P. E. The male reproductive tract of the fowl. *J. Anat.*, v.91, n.1, p.116-129, 1957.
- LEITE, M. A. S.; VIVEIROS, A. T. M. Coleta de sêmen e inseminação artificial em galinhas. Lavras: Boletim Técnico da Universidade Federal de Lavras n. 71, 2006. 1-19p.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Reproduction. In: LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Broiler breeder production. Guelph: Nottingham University Press, 2000. 36p.
- LIN, M.; JONES, R. C.; BLACKSHAW, A. W. The cycle of the seminiferous epithelium in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) and estimation of its duration. *J. Reprod. Fert.*, v.88, p.481-490, 1990.
- LIN, M.; JONES, R. C. Spatial arrangement of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium in the Japanese quail, *Coturnix coturnix japonica*. *J. Reprod. Fert.*, v.90, p. 361-367, 1990.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MALHEIROS, R. D. Endocrinologia de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A. A. Manejo de matrizes de corte. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. 194p.
- McGARY, S.; ESTEVEZ, I.; BAKST, M. R. et al. Phenotypic traits as reliable indicators of fertility in male broiler breeders, *Poult. Sci.*, v.81, p.102-111, 2002.
- McGARY, S.; ESTEVEZ, I.; RUSSEK-COHEN, E. Reproductive and aggressive behavior in male broiler breeders with varying fertility levels. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v.82, p.29-44, 2003a.
- McGARY, S.; ESTEVEZ, I.; BAKST, M. R. Potential relationships between physical traits and male broiler breeder fertility. *Poult. Sci.*, v.82, p.328-337, 2003b.
- McGARY BROUGHER, S.; ESTEVEZ, I.; OTTINGER, M. A. Can testosterone and corticosterone predicted the rate of display of male sexual behavior, development of secondary characters and fertility potential in primary broiler breeders? *Br. Poult. Sci.*, v.46, n.5, p.621-625, 2005.
- MUNCHER, Y.; SOD-MORIAH, U.A.; WEIL, S. et al. Intratesticular retention of sperm and premature decline in fertility in the domestic rooster, *Gallus domesticus*. *J. Exp. Zool.*, v.273, n.1, p.76-81, 1995.
- NISHIYAMA, H. Studies on the physiology of reproduction in the male fowl. II. Erection of the rudimentary copulatory organ. *Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu*, v.12, p.37-46, 1950a.
- NISHIYAMA, H. Studies on the physiology of reproduction in the male fowl. III. On the accessory organs of the phallus. *Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu*, v.12, p.27-36, 1950b.
- NISHIYAMA, H. Studies on the reproductive physiology of the cock. V. The influence of androgen on the accessory organs of the phallus. *Proc. Xth World's Poult. Congr. Sect. A*, p.88-90, 1954.
- OLIVEIRA, A. G.; DORNAS, R. A. P.; KALAPOTHAKIS, E. et al. Vitamin D3 and androgen receptors in testis and epididymal region of roosters (*Gallus domesticus*) as affected by epididymal lithiasis. *Anim. Reprod. Sci.*, v.109, n.1-4, p.343-355, 2008.

- OONK, R. B.; GROOTEGOED, A. Identification of insulin receptors on rat Sertoli cells. *Mol. Cell. Endocrinol.*, v.49, p.51-62, 1986.
- PARKER, J.E.; ARSCOTT, G.H. Energy intake and fertility of male chickens. *J. Nutr.*, v.82, p.183-187, 1964.
- PARKER, T.H.; LIGON, J.D. Dominant male red jungle fowl (*Gallus gallus*) test the dominance status of other males. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, v.53, p.20-24, 2002.
- ROSENSTRAUCH, A.; DEGEN, A.A.; FRIEDLÄNDER, M. Spermatozoa retention by Sertoli cells during the decline in fertility in aging roosters. *Biol. Reprod.*, v.50, p.129-136, 1994.
- ROSENSTRAUCH, A.; WEIL, S.; DEGEN, A.A. et al. Leydig cell functional structure and plasma androgen level during the decline in fertility in aging roosters. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.109, p.251-258, 1998.
- ROTHWELL, B. The ultrastructure of Leydig cells in the testis of the domestic fowl. *J. Anat.*, v.116, n.2, p.245-253, 1973.
- ROTHWELL, B.; TINGARI, M. D. The ultrastructure of the boundary tissue of the seminiferous tubule in the testis of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *J. Anat.*, v.114, n.3, p.321-328, 1973.
- ROZENBOIM, I.; AHARONY, T.; YAHAV, S. The effect of melatonin administration on circulating plasma luteinizing hormone concentration in castrated White Leghorn roosters. *Poult. Sci.*, v.81, p.1354-1359, 2002.
- RUSSELL, L. D.; ETTLIN, R. A.; SINHA-HIKIM, A. P. et al. Mammalian Spermatogenesis. In: RUSSELL, L. D.; ETTLIN, R. A.; SINHA-HIKIM, A. P.; et al. Histological and histopathological evaluation of the testis, 1.ed. Clearwater, FL: Cache River Press, 1990a. 1-40p.
- RUSSELL, L. D.; ETTLIN, R. A.; SINHA-HIKIM, A. P. et al. The classification and timing of spermatogenesis. In: RUSSELL, L. D.; ETTLIN, R. A.; SINHA-HIKIM, A. P.; CLEGG, E. D. Histological and histopathological evaluation of the testis, 1.ed. Clearwater, FL: Cache River Press, 1990b, 41-58p.
- SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's guide. Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.
- SCANES, C.; HARVEY, S.; CHADWICH, A. et al. Diurnal variations in serum luteinizing hormone, growth hormone and prolactin concentrations in intact and pinealectomized chickens. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.41, p.266-269, 1980.
- SEXTON, T.J.; RENDEN, J.A.; MARPLE, D.N. et al. Effects of dietary energy on semen production, fertility, plasma testosterone, and carcass composition of broiler-breeder males in cages. *Poult. Sci.*, v.68, p.1688-1694, 1989a.
- SEXTON, K. J.; RENDEN, J. A.; MARPLE, D. N. et al. Effects of ad libitum and restricted feeding on semen quantity and quality, body composition, and blood chemistry of caged broiler breeder males. *Poult. Sci.*, v.68, p.569-576, 1989b.
- SKINNER, M. K. Cell-cell interactions in the testis. *Endocr. Rev.*, v.12, p.45-77, 1991.
- THURSTON, R. J.; KORN, N. Spermiogenesis in commercial poultry species: anatomy and control. *Poult. Sci.*, v.79, p.1650-1668, 2000.
- TINGARI, M. D. On the structure of the epididymal region and ductus deferens of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *J. Anat.*, v.109, n.3, p.423-435, 1971.
- TINGARI, M. D.; LAKE, P. E. Ultrastructural evidence for resorption of the spermatozoa and testicular fluid in the excurrent ducts of the testis of the domestic fowl, *Gallus domesticus*. *J. Reprod. Fert.*, v.31, p.373-381, 1972.
- TYLER, N. C.; GOUS, R. M. The effect of photoperiod on testis weight and comb area of male broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, v.52, n.4, p.517-522, 2009a.
- TYLER, N. C.; GOUS, R. M. The effect of age at photostimulation of male broiler breeders on testes growth and the attainment of sexual maturity. *S. A. J. Anim. Sci.*, v.39, n.3, p.169-175, 2009b.

USDA. United States Department of Agriculture: Livestock and Poultry: World Markets and Trade (2012). Disponível: http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/live_stock_poultry.pdf. Acesso: 03/12/2012.

VALENCA, M. M.; NEGRO-VILAR, A. Proopiomelanocortin-derived peptides in testicular interstitial fluid: characterization and changes in secretion after human chorionic gonadotrophin or luteinizing hormone-releasing hormone analog treatment. *Endocrinol.*, v.118, p.32-42, 1986.

VIZCARRA, J.A.; KIRBY, J.D.; KREIDER, D.L. Testis development and gonadotropin secretion in broiler breeder males. *Poult. Sci.*, v.89, p.328-334, 2010.

VON RAUTENFELD, D. B. Die kloake als testorgan für die wirkung endogener und exogener geschlechtssteroiden beim huhn (*Gallus domesticus*). *Zbl. Vet. Med. A.*, v.25, p.23-40, 1978.

WEIL, S.; DEGEN, A.A.; ROSENSTRAUCH, A. et al. Intratesticular spermatozoa retention in low fertility aging roosters is related to malformations of SC ectoplasmic specializations. *J. Exp. Zool.*, v.275, p.317-325, 1996.

WEIL, S.; ROZENBOIM, I.; DEGEN, A.A. et al. Fertility decline in aging roosters is related to increased testicular and plasma levels of estradiol. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.115, p.23-28, 1999a.

WEIL, S.; DEGEN, A.A.; FRIEDLÄNDER, M.; et al. Low fertility in aging roosters is related to a high plasma insulin and low testicular ACTH and lactate. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v.115, p.110-115, 1999b.

ZELLER, F.J. The effects of testosterone and dihydrotestosterone on the comb, testis, and pituitary gland of the female fowl. *J. Reprod. Fert.*, v.25, p.125-127, 1971.

9) ANEXOS

ANEXO I. Composição, análise química e período de fornecimento das rações

Período de fornecimento	Composição (g/kg)					
	Inicial 0 a 4 semanas de idade	Crescimento 5 a 19 sema- nas de idade	Pré-postura 20 semanas de idade a 5% de postu- ra	Postura I 5% de postu- ra a 26 se- manas de idade	Postura II 27 a 45 semanas de idade	Postura III A partir de 46 semanas de idade
Ingredientes						
Milho Grão 7,8	637,66	597,11	596,76	619,99	632,42	643,54
Farelo de Trigo	79,80	190,70	182,50	106,40	107,20	130,70
Sal Branco Comum	3,86	3,12	3,24	3,23	3,22	3,24
Calcário 38%	9,50	13,50	38,50	64,00	69,00	70,50
Vitaminas e minerais*	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Soja ADM**	234,05	171,35	163,88	189,52	171,62	139,39
Farinha carne razzo	30,24	20,46	9,99	12,47	12,84	9,84
Natuphós***	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
DL-Metionina 98%	2,30	1,36	1,43	1,39	0,84	0,53
L-Lisina 80%	0,45	0,36	0,59	0,08	0,11	0,03
Treonina 98%	0,19	0,04	0,46	0,27	0,22	0,04
Colina 60%	0,29	0,33	0,99	0,99	0,87	0,52
Enradin F 80****	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Valores nutricionais calculados						
EM***** (kcal/kg)	2.900,00	2.800,00	2.750,00	2.750,00	2.750,00	2.750,00
Gordura Bruta (%)	3,43	3,47	3,35	3,24	3,26	3,31
Acido Linoleico (%)	1,46	1,51	1,49	1,43	1,44	1,48
Fibra Bruta (%)	3,14	3,80	3,68	3,12	3,06	3,13
Proteína Bruta (%)	18,50	16,50	15,63	15,86	15,11	13,90

* **Premix matriz pesada 1,5 kg Polinutri:** Manganês 90mg. Zinco 80mg. Ferro 30mg. Cobre 10mg. Iodo 2mg. Cria e recria: Selênio 300mg. Vitamina A 8.000.000UI. Vitamina D 3.500.000UI. Vitamina E 30.000mg. Vitamina k3 2.000mg. Vitamina B1 3.000mg. Vitamina B2 7.000mg. Vitamina B6 3.000mg. Vitamina B12 15.000mcg. Ácido fólico 1.000mg. Ácido Pantotênico 11.000mg. Niacina 45.000mg. Biotina 110.000mcg. Etoxiquin 166,5mg. Produção: Selênio 300mg. Vitamina A 8.000.000 UI. Vitamina D 2.500.000UI. Vitamina E 40.000mg. Vitamina k3 2.200mg. Vitamina B1 2.500mg. Vitamina B2 8.000mg. Vitamina B6 3.500mg. Vitamina B12 15.000mcg. Ácido fólico 1.200mg. Ácido Pantotênico 13.000mg. Niacina 35.000mg. Biotina 150.000mcg. Etoxiquin 167mg. A partir de 54 semanas de idade foi suplementada vitamina E, que passou de 40ppm para 150ppm.

** **Archer Daniels Midland Company.** *** **Enzima fitase.** **** **Enramicina a 8%.** ***** **Energia Metabolizável.** Valores calculados aminoácidos (%) inicial, crescimento, pré-postura, postura I, postura II e postura III, respectivamente: **Lisina total e digestível** - 0,95 e 0,85; 0,81 e 0,71; 0,78 e 0,69; 0,78 e 0,69; 0,73 e 0,65; 0,65 e 0,57. **Metionina total e digestível** - 0,50 e 0,47; 0,38 e 0,36; 0,38 e 0,35; 0,38 e 0,35; 0,31 e 0,29; 0,27 e 0,25. **Cistina total e digestível** - 0,27 e 0,23; 0,22 e 0,19; 0,22 e 0,18; 0,24 e 0,20; 0,23 e 0,19; 0,21 e 0,17; **Treonina total e digestível** - 0,70 e 0,59; 0,60 e 0,50; 0,61 e 0,52; 0,61 e 0,52 ; 0,58 e 0,49; 0,51 e 0,43. **Triptofano total e digestível** - 0,21 e 0,18; 0,19 e 0,16; 0,18 e 0,16; 0,18 e 0,16; 0,17 e 0,15; 0,16 e 0,14. **Leucina total e digestível** - 1,59 e 1,43; 1,41 e 1,26; 1,35 e 1,21; 1,40 e 1,26 ; 1,34 e 1,22; 1,26 e 1,14. **Isoleucina total e digestível** - 0,73 e 0,66; 0,63 e 0,56; 0,60 e 0,56; 0,63 e 0,56; 0,60 e 0,53; 0,54 e 0,48. **Valina total e digestível** - 0,86 e 0,76; 0,77 e 0,67; 0,73 e 0,64; 0,75 e 0,66; 0,71 e 0,63; 0,66 e 0,58. **Arginina total e digestível** - 1,23 e 1,12; 1,08 e 0,98; 1,01 e 0,92; 1,04 e 0,95; 0,98 e 0,90; 0,98 e 0,81. **Colina sintética e total** - 174 e 1.296,07; 198 e 1.243,96; 594 e 1.592,85; 594 e 1.586,48; 525 e 1.475,11; 315 e 1.205,15. Valores calculados minerais (%) inicial, crescimento, pré-postura, postura I, postura II e postura III, respectivamente: **Fósforo total e disponível** - 0,69 e 0,45; 0,68 e 0,40; 0,59 e 0,32; 0,56 e 0,32; 0,55 e 0,32; 0,54 e 0,30. **Cálcio** - 1,00; 1,00; 1,80; 2,80; 3,00; 3,00. **Sódio** - 0,19; 0,16; 0,16; 0,16; 0,16; 0,16. **Cloro** - 0,31; 0,26; 0,28; 0,27; 0,26; 0,26. **Potássio** - 0,65; 0,63; 0,61; 0,60; 0,57; 0,54.

ANEXO II. Curvas de peso corporal de machos e fêmeas (A) e curvas de produção, fertilidade e eclodibilidade de ovos (B), de acordo com a idade e em comparação às curvas-padrão da linhagem (Cobb 500 Slow); Comprimento do dia (luz natural) no período de alojamento das aves (C); temperaturas máxima e mínima no galpão na fase de produção (D).

