

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



**AGENTES ANTIOXIDANTES NA REPRODUÇÃO DE MATRIZES PESADAS**

**Fernanda Medeiros Gonçalves**

Pelotas, 2013

Fernanda Medeiros Gonçalves

**AGENTES ANTIOXIDANTES NA REPRODUÇÃO DE MATRIZES  
PESADAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Produção Animal).

Orientador: Fernando Rutz

Co-Orientador (es): Marcos Antonio Anciuti

Odir Dellagostin

Pelotas, 2013.

Dados Internacionais de Publicação (CIP)

G635a GONÇALVES, FERNANDA MEDEIROS  
AGENTES ANTIOXIDANTES NA REPRODUÇÃO DE MATRIZES  
PESADAS / FERNANDA MEDEIROS GONÇALVES; Fernando Rutz,  
orientador; Marcos Antonio Anciuti, co-orientador. -  
Pelotas, 2013.  
106 f.

Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal  
de Pelotas/Programa de Pós Graduação em Zootecnia,  
Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

1.Economase. 2.Estresse oxidativo. 3.Fertilidade.  
4.Galos pesados. I. Rutz, Fernando , orient. II.  
Anciuti, Marcos Antonio , co-orient. III. Título.

CDD: 636.5084

Catálogo na Fonte: Marlene Cravo Castillo CRB:10/744  
Universidade Federal de Pelotas

**Banca examinadora:**

Prof. Fernando Rutz (Presidente) – PhD (UFPel)

Prof<sup>a</sup> Denise Calisto Bongalhardo – PhD (UFPel)

Prof. Francisco Augusto Bukert Del Pino – Dr. (UFPel)

Prof<sup>a</sup> Fabiane Pereira Gentilini – Dr<sup>a</sup> (IFSul)

Prof<sup>a</sup> Débora Cristina Nichelle Lopes – Dr<sup>a</sup> (UNIPAMPA)

A todos aqueles que sempre torceram  
e ainda torcem por mim. Dedico.

## **Agradecimentos**

A Iara e Carlos Gonçalves, meus pais, por toda sua ternura, carinho, preocupação e incentivo despendidos a mim desde o dia 25 de fevereiro de 1982, e por me ensinarem o significado da palavra superação com suas respectivas histórias de vida. Meu agradecimento eterno a vocês!

Aos meus irmãos e amigos, Elza e Mateus, por me estimularem o desenvolvimento de ideias desde a infância, durante a elaboração de planos de travessuras. “Que tempo bom que não volta nunca mais”

A minha metade da laranja, Marcio Nunes Corrêa, meu elo com a dedicação e meu pilar para construção de sonhos. Agradeço por seu amor incondicional, sincero e íntegro. Ainda teremos outras tantas vitórias para comemorar! Amo-te.

A D. Sirlei e S. Moisés, sogros queridos que sempre torceram por mim.

Aos meus eternos orientadores, Marcos Anciuti e Fernando Rutz, meus espelhos de profissionais e pessoas para todo o sempre. Nunca cansarei de agradecer estas duas grandes almas e corações.

A Verônica Lisboa, pela amizade, dedicação e por assumir uma responsabilidade que não era dela. Sem seu apoio, este trabalho não seria possível.

Aos colaboradores do “Projeto Galos”: Géssica, Bruninha, Carol Oreques, Larissa, Carol Bava, Cristiéle, Lili, Tiago, Daiane, Mariana, Itiana, Rosana, Tailene, Joyce, Moisés, Natália e Diego, pelo carinho e dedicação com “os guris”.

Ao diretor do aviário, Sérgio Leandro, e aos funcionários do CAVG: Casquinha, Henri, Lincoln, Robinho, Maurício, Luquinhas e Giovani, pelo apoio incondicional durante todo o período e, mais importante, pela amizade.

A Josiane Feijó, Carolina Bernalhosk e ao Prof. Del Pino, por acreditarem, apoiarem e auxiliarem nas análises bioquímicas, imunológicas e moleculares.

Aos (as) professores (as) Fabiane Gentilini, Dionello e Víctor Roll, pela amizade, carinho e apoio durante todo o período em que fui aluna do Programa.

A Prof<sup>a</sup> Denise Bongalhardo, pela amizade, apoio e por permitir a utilização de toda sua estrutura de laboratório durante as análises reprodutivas.

Ao Prof. Ferket, por acreditar e apoiar minha ideia, oportunizando uma experiência interinstitucional e internacional de grande importância para minha formação profissional e pessoal, pela acolhida e suporte durante minha permanência nos Estados Unidos, por permitir que eu me sentisse parte da família Ferket.

A Sra. Ferket, pelo carinho de mãe, pela confiança depositada em mim e pela amizade, sentimentos essenciais para quem estava longe de seus queridos.

A família Malheiros, Ramon, Vera e Dimi, por me acolherem de forma gentil e calorosa, por me apresentarem os “outlets” e por todos os ensinamentos nas atividades de laboratório. Meu carinho eterno a esta família!

Aos (as) amigos (as) Simone, Fernanda, Wilmer, Manuel, Ayuub, Ilana, Jessica, Frank, Fábio, Satid. Companheiros (as) de trabalho, congresso, almoço, evento, diversão, compras, viagem... Enfim, pessoas especiais e afetuosas que aproximaram o Brasil durante o período no exterior. Thank's!

Ao Sam, amigo felino de todos os dias em Raleigh. Grata pela companhia.

Aos colegas da Pós: Jú Klug, Bia, Gabriel, Aiane, Aline, Léo(s), Grande, Michelle, Naiana, Jaque, Raka, Julce, Jorgea, De Conto, Dedé, Cássio, Marcele, Grazi, Norminha, Otoniel, Jú Girardon, Edi, Dênis, Carol Boschini... Cada um seguiu seu rumo, mas a lembrança feliz de nossa convivência durante a pós-graduação permanecerá eterna.

As parcerias e amigos (as): Mazinho, Macucha e Madruga, Pri Peter, Mel, Gabi, Martinha, Flávia, Tainá, Raquel Horta, César, Raquel e Pachola, Duda e Nicole, Edson e Rose, Fabinho e Fabiane, Ana Hardtke, Carla e Xiba, Sandrinha, Cássio e Carol, Roberta, Fabiano e Tuca, Rosa e Sérgio, Zé e Rafa, Ivan e Louise, Pablo e Raquel, Carol e Júnior, Barreto e Silvana, Vizinhos (Dani e Antonio), Fabrício e Laura, Aroldo e Naama, Maninho, James, Palmitinho, Anibal, Castilho, Buda, Davi, Cal, Guilherme Trein, Batista... Por que amizade, risada, vinho, “bóia” e cantoria, contribuem para a paz de espírito! Obrigada por oportunizarem momentos tão especiais em minha vida.

Aos professores do Curso de Gestão Ambiental: Celso, Maurício, João, Ignácio, Claire, Rosaura, Dionis, Letícia e Mateus; e a funcionária do Curso, Mirian, pela acolhida carinhosa a esta querida “família” e por todo o apoio durante o desenvolvimento das atividades. Seguiremos!

A CAPES pela concessão das bolsas de doutorado e PDSE.

Ao PPGZ/UFPel, pela oportunidade e todos os ensinamentos.

A Universidade Federal de Pelotas, instituição que me profissionalizou, minha segunda casa e meu “time” de alma e coração. Honrarei, sempre!

*“O espírito científico, fortemente armado com seu método, não existe sem a religiosidade cósmica. Ela se distingue da crença das multidões ingênuas que consideram Deus um Ser de quem esperam benignidade e do qual temem o castigo - uma espécie de sentimento exaltado da mesma natureza que os laços do filho com o pai, um ser com quem também estabelecem relações pessoais, por respeitadas que sejam. Mas o sábio, bem convencido, da lei de causalidade de qualquer acontecimento, decifra o futuro e o passado submetidos às mesmas regras de necessidade e determinismo. A moral não lhe suscita problemas com os deuses, mas simplesmente com os homens. Sua religiosidade consiste em espantar-se, em extasiar-se diante da harmonia das leis da natureza, revelando uma inteligência tão superior que todos os pensamentos humanos e todo seu engenho não podem desvendar, diante dela, a não ser seu nada irrisório. Este sentimento desenvolve a regra dominante de sua vida, de sua coragem, na medida em que supera a servidão dos desejos egoístas. Indubitavelmente, este sentimento se compara àquele que animou os espíritos criadores religiosos em todos os tempos”*

*Albert Einstein*

## Resumo

GONÇALVES, Fernanda Medeiros. **Agentes antioxidantes na reprodução de matrizes pesadas**. 2013. 106f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de um *blend* comercial de antioxidantes sobre o desempenho na recria, perfil bioquímico, resposta imunológica e desempenho reprodutivo de galos pesados. Um total de 210 matrizes *Cobb*, linha macho, com um dia de idade, foi separado em grupos de sete animais sendo estes alojados em 40 boxes experimentais, resultando em 20 repetições por tratamento. O delineamento foi completamente ao acaso. A dieta basal foi composta por milho e farelo de soja. Os tratamentos utilizados foram divididos em dois: Controle (C), representado pelas aves alimentadas com a dieta básica; *Blend* de Antioxidantes (BA), representado pelas aves alimentadas com a dieta básica acrescida de 20g/Kg de ração do suplemento. Na fase de recria, foram avaliadas variáveis relacionadas ao desempenho, resposta imunológica e ao perfil bioquímico. Na reprodução, foram observados parâmetros relacionados ao desempenho reprodutivo (peso corporal, produção seminal, motilidade, morfologia e concentração espermática, penetração na membrana perivitelínea, biometria de testículos e crista). As coletas de sangue para avaliação do perfil bioquímico ocorreram as cinco, dez e vinte semanas de idade. Para resposta imunológica, as aves foram imunizadas para a Doença de *Newcastle* com cinco semanas de idade e as coletas foram realizadas anteriormente a imunização (branco), 21 e 91 dias após o estímulo, utilizando-se um kit comercial de ELISA para detecção dos títulos. As análises seminais foram realizadas quinzenalmente, a partir das 37 semanas de idade, durante 32 semanas, divididas em quatro períodos: P1 = 37 a 44; P2 = 45 a 52; P3= 53 a 60; P4 = 61 a 68 semanas de idade. Galos do tratamento C apresentaram maior GP, pior CA, e maiores níveis séricos de albumina e ácido úrico. No período 2, os níveis de triglicerídeos séricos e VLDL foram menores nos reprodutores do tratamento BA. Maiores níveis de HDL foram observados no tratamento BA no final da recria. No mesmo período, os animais do tratamento C apresentaram maiores níveis séricos de VLDL e ácido úrico. A resposta imunológica foi melhor para o grupo suplementado com o BA ( $p < 0,05$ ). Foi observado maior volume seminal nos períodos finais de reprodução (P3 e P4) e maior peso e área de crista para o grupo BA ( $p > 0,05$ ). Conclui-se que a suplementação do *blend* de antioxidantes para galos em recria melhora a conversão alimentar nas primeiras semanas de vida, influencia positivamente metabólitos séricos relacionados ao estresse oxidativo e promove melhor resposta imunológica das aves. Na reprodução, a suplementação de antioxidantes melhorou parâmetros relacionados ao desempenho reprodutivo, possuindo potencial de prolongar a vida reprodutiva de galos pesados. Sugere-se um novo estudo para avaliação da modulação hormonal pela suplementação do *blend* de antioxidantes na reprodução de galos pesados.

Palavras chave: Economase. Estresse oxidativo. Fertilidade. Galos pesados.

## Abstract

GONÇALVES, Fernanda Medeiros. **Antioxidants in broiler breeder reproductive.** 2013. 106f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

The aim was to evaluate the effects of an antioxidant blend on rearing performance, biochemical profile and reproductive parameters of heavy roosters. A total of 210 Cobb male chicks were split in groups of seven birds and placed in 40 boxes. Diets provided were based on corn and soybean meals and treatments were attributed in a randomly design where Control (C) were represented by the group fed only with the basic diet; and Antioxidant Blend (BA), were fed with the basic diet added 20g/Kg of meal of the supplement. Performance data were obtained during all experimental period and blood samples were performed in three periods: 5, 10 and 20 weeks old. Body weight, body weight gain (BWG), feed conversion and coefficient of variation were the performance parameters. Biochemistry markers were represented by albumin, total proteins, triglycerides, cholesterol, HDL, VLDL, LDL and uric acid levels. Semen evaluation was performed fortnightly during 20 weeks split in four periods: P1 = 32 a 40; P2 = 42 a 50; P3= 52 a 60; P4 = 62 a 70 weeks old. Treatment C roosters showed higher BWG, worst FC and higher albumin and uric acid serum levels in the first period. In the second period, triglycerides and VLDL levels were lowest in BA treatment. Higher HDL serum levels were observed in BA group at the end of rearing. In the same period, group C roosters showed higher levels of VLDL and uric acid. We observed a increase in semen production in the last periods (P3 e P4) and in comb's weight and area in the BA group, assigning the results to testosterone hormonal modulation due selenium presence in the blend. Results indicate that antioxidant supplementation improve feed conversion and has influence in blood parameters related to oxidative stress during rearing phase. We conclude that supplementation of the antioxidant blend improved indexes related to reproduction performance and has the potential to extend reproductive period in heavy roosters. We suggest new studies in order to evaluate complementary effects of the antioxidant blend supplementation in commercial poultry reproduction.

Keywords: Economase. Oxidative stress. Fertility. Roosters.

## Lista de tabelas

### RELATÓRIO DE CAMPO

Tabela 1	Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos galos.....	20
Tabela 2	Consumo de ração nas diferentes fases do período experimental.	22
Tabela 3	Imunizações realizadas nas aves durante o período experimental.	23

### ARTIGO III

Tabela 1	Composição percentual e níveis nutricionais calculados das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos galos.....	67
Tabela 2	Desempenho de galos reprodutores em fase de recria suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	68
Tabela 3	Perfil bioquímico de galos reprodutores em fase de recria suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	69
Tabela 4	Resposta imunológica (títulos totais) de galos reprodutores em fase de recria suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	72

### ARTIGO IV

Tabela 1	Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos galos.....	84
Tabela 2	Peso corporal de galos reprodutores suplementados com um <i>blend</i> de antioxidantes nas dietas.....	84
Tabela 3	Análise seminal em galos reprodutores suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	85
Tabela 4	Frequência do grau de penetração na membrana perivitelínea interna em amostras seminais de galos reprodutores suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	86
Tabela 5	Biometria dos testículos de galos pesados suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	87
Tabela 6	Biometria da crista de galos pesados suplementados com um blend de antioxidantes nas dietas.....	88

## Sumário

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	13
2	PROJETO DE PESQUISA .....	14
2.1	Equipe .....	14
2.2	Caracterização do Problema .....	13
2.3	Objetivo geral .....	14
2.4	Objetivos específicos .....	14
2.5	Metodologia e Estratégia de ação .....	15
2.6	Resultados e Impactos esperados .....	16
2.7	Cronograma, Riscos e Dificuldades .....	17
2.8	Referências Bibliográficas.....	18
3	RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO .....	19
3.1	Local .....	19
3.2	Período experimental .....	19
3.3	Animais .....	19
3.4	Dietas experimentais.....	20
3.5	Tratamentos .....	21
3.6	Programa de luz.....	21
3.7	Delineamento estatístico .....	21
3.8	Controle Ambiental.....	22
3.9	Manejo alimentar.....	22
3.10	Manejo sanitário.....	22
3.11	Coleta de dados.....	23

3.11.1	Peso corporal .....	23
3.11.2	Perfil bioquímico.....	23
3.11.3	Resposta imunológica .....	23
3.11.4	Desempenho reprodutivo .....	24
3.11.5	Biometria dos testículos e crista.....	24
3.12	Análise estatística .....	24
3.13	Resultados.....	24
4	ARTIGO I.....	25
	Aspectos relacionados ao manejo alimentar em granjas de matrizes de frangos de corte .....	25
4.1	Resumo.....	25
4.2	Abstract.....	25
4.3	Introdução .....	26
4.4	Alimentação e nutrição inicial de aves reprodutoras .....	26
4.5	Sistemas de Alimentação em matrizeiros comerciais .....	28
4.6	Esquemas de restrição alimentar.....	29
4.7	Manejo nutricional individualizado.....	32
4.8	Considerações finais.....	33
4.9	Referências.....	34
5	ARTIGO II.....	38
	Artigo de revisão: Manejo reprodutivo de galos pesados e nutrição estratégica para persistência de fertilidade.....	38
5.1	Resumo.....	38
5.2	Abstract.....	38
5.3	Introdução .....	39

5.4	Características reprodutivas dos machos .....	40
5.5	Indicadores de eficiência reprodutiva em galos .....	42
5.5.1	Características fenotípicas .....	43
5.5.2	Produção de sêmen .....	43
5.5.3	Motilidade .....	45
5.5.4	Concentração espermática .....	46
5.5.5	Morfologia e integridade espermática .....	47
5.5.6	Potencial fertilizante .....	48
5.6	Importância das dietas individualizadas em matrizeiros comerciais	49
5.7	Nutrientes com potencial de atuação na reprodução .....	52
5.8	Considerações finais .....	54
5.9	Referências .....	55
6	ARTIGO III .....	61
	Suplementação de antioxidantes na dieta de galos reprodutores em recria: desempenho produtivo, perfil bioquímico e resposta imunológica. ....	61
6.1	Resumo .....	61
6.2	Abstract .....	62
6.3	Introdução .....	62
6.4	Materiais e Métodos .....	65
6.5	Resultados e Discussão .....	67
6.6	Conclusão .....	73
6.7	Referências .....	73
7	ARTIGO IV .....	78
	Desempenho reprodutivo de galos pesados suplementados com um <i>blend</i> de antioxidantes nas dietas .....	78

7.1	Resumo.....	78
7.2	Abstract.....	78
7.3	Introdução.....	79
7.4	Materiais e Métodos.....	81
7.5	Resultados e Discussão.....	84
7.6	Conclusões.....	89
7.7	Referências.....	89
8	CONCLUSÕES.....	92
9	REFERÊNCIAS.....	93

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os programas de melhoramento genético contribuíram de forma expressiva para a expansão da indústria avícola, inserindo eficiência alimentar e crescimento rápido em um só animal. Entretanto, estas características são trabalhadas na base, permanecendo também nos lotes de matrizes. Há uma correlação negativa entre peso corporal e fertilidade, sendo necessário trabalhar com os lotes sempre em uma faixa de peso restrita. A restrição alimentar para aves reprodutoras compensa, em partes, os prejuízos associados ao fator genético. Contudo, as deficiências nutricionais associadas podem interferir negativamente na reprodução, sendo essencial priorizar a qualidade nutricional das dietas.

Neste sentido, o macho reprodutor é submetido a mais um desafio: manter uma boa fertilidade mesmo recebendo dietas formuladas atendendo as necessidades nutricionais das matrizes. Embora a fertilidade relaciona-se a ambos os sexos, frequentemente a redução deste parâmetro é associada aos machos (KHAN, 2011). Uma prática comum na indústria avícola é a substituição de galos com características fenotípicas indesejáveis por reprodutores jovens, denominada de *spiking*. Tal manejo apresenta riscos sanitários significativos, visto que não há tempo hábil para realizar a quarentena dos animais.

Algumas empresas vêm adotando dietas individualizadas na produção de matrizes na tentativa de prolongar o período reprodutivo de galos pesados, transpondo a barreira genética que atua negativamente na fisiologia das aves e evitando o manejo de *spiking*, por exemplo.

A suplementação de substâncias antioxidantes, por exemplo, promove melhor atuação do sistema de defesa em todos os níveis celulares (SURAI, 2010). No galo, este benefício possui uma contribuição importante para a manutenção dos índices de fertilidade, visto que a célula espermática possui alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) estando mais suscetível a processos oxidativos.

De acordo com o exposto, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de um *blend* comercial de antioxidantes sobre o desempenho na recria, perfil bioquímico, resposta imunológica e desempenho reprodutivo de galos pesados.

## **2 PROJETO DE PESQUISA**

Projeto cadastrado no COCEPE sob o nº ° 5.04.03.053  
Registro no Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEEA): 2565

**Agentes antioxidantes na alimentação de aves domésticas:  
desempenho reprodutivo, viabilidade embrionária e parâmetros fisiológicos de  
galos reprodutores**

### **2.1 Equipe**

Fernanda Medeiros Gonçalves (Executora); Fernando Rutz (Coordenador); Marcos Antonio Anciuti (Co-orientador), Odir Dellagostin (Co-orientador); Francisco Augusto Burkert Del Pino; Fabiane Pereira Gentilini; Verônica Lisboa Santos, Géssica Farina, Bruna Strieder Kreuz, Carolina Oreques de Oliveira, Larissa Pereira Domingues, Daine Souza de Souza, Josiane Feijó, Nathália Pinheiro, Deigo Costa, Mariana Vergara, Itiana, Moisés Blodorn, Rosana, Joyce, Thailene, Casquinha, Henri, Lincoln, Michelle Lopes.

**Fernanda Medeiros Gonçalves**

Pelotas, 09 de junho de 2011.

## 2.2 Caracterização do Problema

A constituição e funcionalidade do sistema reprodutor de fêmeas e machos matrizes representa um aspecto relevante em sistemas de produção avícolas pela contribuição econômica e continuidade para a obtenção do produto final: o frango de corte.

As linhagens comerciais modernas de frangos de corte são selecionadas considerando critérios como ganho de peso, conversão alimentar e qualidade de carne, ocorrendo consequências negativas em fatores relacionados ao desempenho produtivo das matrizes, tais como, limitações na persistência do período de produção de ovos e declínio da fertilidade (BRILLARD, 2004). Atualmente, observa-se uma redução nos índices de fertilidade em matrizeiros comerciais, atribuindo tal fator aos programas de melhoramento genético e a qualidade nutricional das dietas fornecidas aos galos reprodutores a qual considera apenas as exigências nutricionais da fêmea, utilizando a mesma dieta para ambos os sexos.

A prática de reposição de galos reprodutores (*spiking*) é comumente utilizada em granjas de matrizes de frangos de corte com o objetivo de manter os índices de fertilidade por um período de tempo mais longo. A técnica consiste em uma seleção visual dos galos, substituindo aqueles que apresentem características sexuais secundárias indesejáveis por machos mais jovens e provenientes de outras unidades de produção. Tal manejo expõe as granjas a riscos sanitários, visto que em muitos casos, não é possível atender ao período de quarentena dos animais que estão sendo introduzidos nos aviários.

Outro aspecto que interfere nos índices de fertilidade de aves reprodutoras é a constituição dos espermatozoides, caracterizados por apresentarem um alto conteúdo de ácidos graxos polinsaturados na membrana (SURAI, 2002), representando um risco para a ocorrência de peroxidação lipídica nestas estruturas e, por consequência, redução de fertilidade (RUTZ et al., 2007).

Substâncias naturais com atividade redutora e neutralizadora de radicais livres são muito utilizadas como agentes antioxidantes exógenos (ROCHA et al., 2007). Dentre estas, destacam-se o  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C) e selênio (selenoenzimas) com mecanismos antioxidantes distintos (BIANCHI & ANTUNES, 1999). Dentre as formas sintéticas de antioxidantes utilizadas em dietas

para animais, ressaltam-se o BHT (butil hidroxitolueno), BHA (butil hidroxianisol) e etoxiquim, os quais atuam de forma semelhante transformando-se em radicais livres estáveis ao anular um radical livre do alimento, interrompendo o início do processo auto-oxidativo (WURTZEN, 1990).

Contudo, estudos relatando a utilização de antioxidantes naturais e/ou sintéticos tem sido considerados para frangos de corte, relacionando tais pesquisas a melhorias na qualidade das carnes, sendo pouco divulgadas informações quanto a utilização destas substâncias em dietas para aves reprodutoras.

### **2.3 Objetivo geral**

Verificar os efeitos da suplementação de antioxidantes para galos pesados sobre parâmetros fisiológicos, reprodutivos e viabilidade embrionária.

### **2.4 Objetivos específicos**

- Observar os efeitos da suplementação de antioxidantes na fase de recria sobre o crescimento e desenvolvimento de galos reprodutores;
- Avaliar o perfil bioquímico de machos reprodutores na fase de recria
- Associar respostas reprodutivas à qualidade das dietas;
- Promover melhores índices de fertilidade em granjas de matrizes;
- Elevar a vida útil do galo reprodutor;
- Atingir o nível nutricional requerido para a manutenção da condição fisiológica de galos reprodutores;
- Elevar os níveis de eclodibilidade no incubatório pela obtenção de maior percentual de ovos férteis;
- Reduzir o número de descartes de galos matrizes;
- Evitar a prática de reposição de machos em matrizeiros (spiking);
- Manter a condição sanitária de lotes de matrizes, utilizando a nutrição como ferramenta.

## 2.5 Metodologia e Estratégia de ação

Serão utilizados 210 pintinhos machos reprodutores, com um dia de idade, da linhagem *Cobb*, distribuídos em boxes em grupos de sete aves, constituindo a unidade experimental. As dietas serão formuladas a base de milho e farelo de soja, seguindo as exigências nutricionais de aves reprodutoras de acordo com Rostagno et al. (2005) adaptado para os níveis estabelecidos pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2008), de acordo com cada fase. O complexo de antioxidantes será adicionado *on top* na quantidade de 200g/tonelada, para os animais do grupo T2 (adição de antioxidantes), os animais do T1 receberão apenas a dieta basal (grupo controle).

No período de cria e recria (0-21 semanas de idade), serão avaliadas variáveis de desempenho (peso corporal diário e semanal, ganho de peso diário, uniformidade, mortalidade e viabilidade) e, ao final da recria (21 semanas), serão abatidos cinco aves por tratamento para a remoção dos testículos para análises de histomorfometria e genômica. Na 22ª semana de idade, serão selecionadas e transferidas para gaiolas individuais, quinze aves por tratamento, adotando-se como critério de seleção o peso médio das aves de cada tratamento. Após um período adaptativo de sete dias, serão avaliadas as seguintes variáveis:

- Relacionadas ao desempenho zootécnico/reprodutivo: avaliação de características sexuais secundárias (tamanho e coloração de crista, coloração das patas e conformação muscular), características seminais (motilidade, volume, concentração e morfologia espermática), peso testicular.

- Viabilidade embrionária: percentual de fertilidade dos ovos, taxa de eclosão, número de pintos viáveis.

- Parâmetros fisiológicos: avaliação da atividade das enzimas antioxidantes (catalase, superóxido dismutase, glutathione peroxidase), avaliação do perfil bioquímico (colesterol, cálcio, fósforo, albumina, proteínas plasmáticas totais, GGT, AST, creatina quinase, ácido úrico, LH e testosterona), histomorfometria das células testiculares (diâmetro e população de células dos túbulos seminíferos, espessura do epitélio seminífero), histologia dos espermatozoides (avaliação da integridade da membrana plasmática e acrossomal)

- Avaliações moleculares: integridade de DNA espermático (ensaio cometa), expressão gênica do elemento de resposta antioxidante (ARE), descrito por

Rushmore e Pickett (1990); expressão gênica de GADD45 (gene associado ao estresse oxidativo celular) pela técnica de PCR em tempo real.

O período experimental será de 64 semanas e o delineamento experimental será em blocos ao acaso, onde o bloco representará um intervalo de peso corporal.

## **2.6 Resultados e Impactos esperados**

- Favorecer a expressão das características sexuais secundárias;
- Maior produção espermática;
- Qualidade seminal superior;
- Percentual de fertilidade superior;
- Taxa de eclosão superior;
- Maior número de pintos viáveis/ovos incubados;
- Maior atividade das enzimas que atuam no sistema antioxidante das células;
- Perfil bioquímico adequado aos parâmetros fisiológicos da espécie;
- Preservação da integridade de tecidos do sistema reprodutor

## 2.7 Cronograma, Riscos e Dificuldades

	2010											
<b>Cronograma de Atividades</b>	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Elaboração do projeto				X	X							
Revisão por orientador e co-orientadores							X					
Organização da equipe executora do projeto								X				
Preparação do ambiente/aquisição de materiais											X	X
	2011											
<b>Desempenho/Coletas de sangue</b>	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Início do período experimental					X							
Coleta de dados					X	X	X	X	X	X	X	X
	2012											
<b>Análises de Sêmen</b>	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Coleta de dados	X	X	X	X	X	X	X					
Elaboração de artigos para publicação								X	X	X		
Preparação da tese								X	X	X		

## 2.8 Referências Bibliográficas

- BIANCHI, M. L. P. & ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutritime**, v.12, n.2, p.123-130,1999.
- BRILLARD, J.P. Natural mating in broiler breeders: present and future concerns. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.439-445, 2004.
- COBB-VANTRESS. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: **Suplemento de Manejo de Matrizes Cobb 500**, 62p, 2008.
- ROCHA, F.D.; PEREIRA, R.C.; KAPLAN, M.A.C; TEIXEIRA, V.L. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.4, p.631-639, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- RUSHMORE, T.H. & PICKETT, C.B. Transcriptional regulation of the rat glutathione S-transferase Ya subunit gene. **The Journal of Biological Chemistry**, v.265, n.24, p.14648-14653, 1990.
- RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p. 307-317, 2007.
- SURAI, P.F. 2002. Natural antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. 616 p. Nottingham University Press, Nottingham.
- WURTZEN, G. Shortcomings of current strategy for toxicity testing of food chemicals: antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, v.28, n.11, p.743-745, 1990.

### **3 RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO**

#### **3.1 Local**

O projeto foi realizado no aviário experimental modelo *dark house* localizado no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL) *campus* Pelotas/Visconde da Graça, na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, no paralelo 31°45'48" Sul e no meridiano 52°29'02" Oeste de Greenwich.

#### **3.2 Período experimental**

O estudo iniciou em maio de 2011, com o alojamento das aves em boxes experimentais com dimensões de 120 x 120 x 70 cm (C x L x A) no local supracitado, estendendo-se até setembro de 2012, totalizando 68 semanas experimentais (476 dias), compreendendo as fases de cria (0-4 semanas), recria (5-21 semanas) e reprodução (22-68 semanas) das aves.

#### **3.3 Animais**

Inicialmente, foram utilizadas 210 aves matrizes, machos, da linhagem *Cobb*, com um dia de idade, provenientes de um incubatório comercial localizado no município de Salvador do Sul (RS). As aves foram imunizadas para as doenças de *Marek* e *Gumboro* no incubatório e submetidas ao corte e cauterização das falanges anteriores do primeiro e segundo dedos, e cauterização das esporas. O transporte dos animais foi em caixas de papelão ventiladas, em caminhões climatizados. Durante o período de recria, as aves foram selecionadas quanto ao padrão de desenvolvimento, permanecendo 40 machos para as avaliações reprodutivas. A seleção considerou os seguintes parâmetros: peso corporal, desenvolvimento de crista e barbela, coloração de canelas, conformação peitoral (*fleshing*) e estado geral, utilizando-se animais homogêneos para ambos os tratamentos.

### 3.4 Dietas experimentais

A constituição das dietas foi a base de milho e farelo de soja, sendo as exigências nutricionais atendidas de acordo com o período de vida do animal (tab.1). A formulação das dietas seguiu as recomendações estabelecidas por Rostagno *et al.* (2011) adaptadas aos requerimentos determinados pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2008), sendo calculadas através do programa SUPER CRAC 5.5<sup>1</sup>.

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos galos

Ingrediente	Fase (semanas)				
	Cria (0-4)	Recria (5-20)	Pré-reprodução (21-27)	Reprodução 1 (28-42)	Reprodução 2 (43-70)
Milho grão	59,0	61,0	62,3	62,0	63,2
Farelo de soja	28,0	18,6	19,6	18,0	16,3
Farelo de trigo	3,0	10,0	6,3	7,7	7,3
Inerte	4,1	4,4	4,6	5,9	6,2
Calcário	0,3	0,7	1,0	0,8	0,8
Bicarbonato Na <sup>+</sup>	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Sal	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Óleo soja	1,8	1,4	1,9	1,7	1,8
L-lisina HCl	0,09	0,1	0,2	0,3	0,4
DL-metionina	0,01	0,1	0,1	0,2	0,3
Núcleo <sup>1</sup>	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	0				
Níveis nutricionais calculados					
EM (kcal/kg)	2860,0	2800,00	2850,00	2750,00	2750,00
	0				
PB (%)	18,95	15,68	15,83	14,51	13,53
Ca (%)	1,03	1,22	1,27	1,14	1,14
P disp (%)	0,47	0,47	0,48	0,42	0,42
Metionina (%)	0,57	0,63	0,47	0,52	0,62
Lisina (%)	0,95	0,85	0,98	1,1	1,3
Cistina (%)	0,37	0,36	0,35	0,36	0,38
Na total (%)	0,19	0,24	0,24	0,23	0,23

Composição (quantidade por Kg de produto):: Ca 210g; P 85,7g; Mn 2.500mg; Zn 1.500mg; Fe 1.250mg; Cu 250mg; I 15mg; Se 8,2mg; Vit.A 250.000UI; Vit.D 50.000; Vit.E 275mg; Vit.K 42,5mg; Vit.B<sub>1</sub> 45mg; Vit.B<sub>2</sub> 150mg; Vit.B<sub>6</sub> 62,5mg; Vit.B<sub>12</sub> 300mcg; Niacina 1.000mg; Ac. fólico 27mg; Ac. pantotênico 400mg; Colina 12,5g; Biotina 2mg; Metionina 45g.

<sup>1</sup> TD Software, Viçosa, 2004.

### 3.5 Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram divididos em dois: Controle (C), representado pelas aves alimentadas com a dieta básica; *Blend* de Antioxidantes (BA), representado pelas aves alimentadas com a dieta básica acrescida de 20g/Kg de ração do suplemento. O produto comercial utilizado foi o EconomasE<sup>®2</sup>, conforme recomendações do fabricante. A composição básica do produto é de levedura enriquecida com selênio, levedura seca de cervejaria, farinha de algas marinhas e ácidos ascórbico, com proporções não fornecidas pelo fabricante.

### 3.6 Programa de luz

A luminosidade do galpão foi fornecida artificialmente por lâmpadas incandescentes intercaladas por todo galpão. Nos primeiros três dias após o alojamento, foram fornecidos 23 horas de luz diárias e uma hora de escuro (23L:1E), com intensidade luminosa de 100 lux. Entre o quarto e 12º dia, a intensidade e quantidade de horas-luz foram reduzidas gradativamente, até atingir 8L:16E e intensidade de cinco lux, permanecendo esta iluminação até as 23 semanas. Após este período, procedeu-se com o aumento gradativo da intensidade e quantidade de horas de luz, atingindo 80 lux e 16L:8E, respectivamente, permanecendo o mesmo programa de iluminação até o final do período experimental.

O horário de acendimento foi controlado por relógio tipo *timer* automático regulado manualmente conforme necessidade de acréscimo ou decréscimo de horas de luz.

### 3.7 Delineamento estatístico

No momento do alojamento, os animais foram distribuídos totalmente ao acaso em 40 boxes experimentais, resultando em 20 repetições por tratamento. No período de recria (0-21 semanas), a unidade experimental foi representada pelo boxe contendo sete aves. Na fase reprodutiva (27 a 68 semanas), a ave representou a unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado e as análises de variância foram efetuadas de acordo com o modelo estatístico  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ , em que  $Y_{ij}$  representa as variáveis dependentes;  $\mu$  a média geral da característica observada;  $T_i$  o efeito da suplementação do blend de

---

<sup>2</sup> Alltech do Brasil Agroindustrial LTDA.

antioxidantes, sendo 1 (sem suplementação) e 2 (com suplementação); e<sub>ij</sub> representou o erro aleatório residual.

### 3.8 Controle Ambiental

A aferição e registro da temperatura e umidade ambiente foram realizados no turno da manhã e tarde. Um sistema de aquecimento com campânulas foi utilizado durante as três primeiras semanas, fornecendo calor de acordo com o comportamento das aves e com os valores observados registrados no termo-higrômetro.

O sistema de ventilação foi controlado com o auxílio de um termostato ajustado para 25°C, sendo acionado automaticamente em elevação de temperatura.

O revolvimento da cama de maravalha foi realizado semanalmente em todos os boxes do galpão, substituindo o material conforme a necessidade.

O controle de roedores foi realizado pela disposição de canos de PVC contendo raticidas em pontos estratégicos do galpão.

### 3.9 Manejo alimentar

A água foi disponibilizada por bebedouros tipo *nipple*, permanecendo dois bicos por boxe. A ração foi fornecida manualmente em comedouros tubulares com capacidade de 20kg, adicionando-se comedouros suplementares tipo prato no alojamento. Até a quarta semana, a ração foi fornecida a vontade, restringindo o volume após este período. Os incrementos de ração foram fornecidos de acordo com o peso corporal, sendo realizados apenas quando as aves encontravam-se dentro dos padrões estabelecidos pelo manual da linhagem (tab.2). O volume a ser fornecido foi pesado diariamente previamente a disposição nos comedouros, disponibilizando apenas a quantidade estipulada por ave.

Tabela 2. Consumo de ração nas diferentes fases do período experimental.

Volume de ração (g)/dia	Intervalos (semanas)				
	<b>5-10</b>	<b>11-20</b>	<b>21-30</b>	<b>31-40</b>	<b>41-68</b>
Inicial	60	80	100	120	135
Final	75	95	115	130	140

### 3.10 Manejo sanitário

Além da imunização realizada no incubatório, as aves foram vacinadas para as doenças descritas na tab.3, em períodos programados.

Tabela 3. Imunizações realizadas nas aves durante o período experimental.

Idade (dias)	Vacina	Tipo	Via
14	Newcastle	La Sota	Ocular
	Bronquite	H 120	Ocular
	Gumboro	Bur 706	Ocular
40	Bouba	Diftovax forte	Asa
70	Newcaslte	La Sota	Ocular
		H 120	Ocular
		Bur 706	Ocular
91	Encefalomielite	Poxiblen	Água
210	Newcastle	Bigopest	Intramuscular

### 3.11 Coleta de dados

#### 3.11.1 *Peso corporal*

Todas as aves foram identificadas por anilhas numeradas no momento do alojamento. No período de cria (0-4 semanas), o peso corporal foi registrado diariamente e individualmente. A partir da 5ª semana, as aves foram pesadas semanalmente, de forma individual, até o final do período experimental.

#### 3.11.2 *Perfil bioquímico*

Para avaliação do perfil bioquímico, coletou-se sangue de dez aves por tratamento nos períodos de cinco, 15 e 20 semanas de idade, através de venopunção da braquial, em tubos à vácuo sem anticoagulante para a obtenção do soro sanguíneo. As amostras foram remetidas ao laboratório de bioquímica clínica da UFPel para avaliação dos parâmetros séricos: aspartato aminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT), albumina (alb), proteínas totais (PTs), colesterol (colest), cálcio (Ca), fósforo (P), ácido úrico (ác. úrico) e creatina kinase (CK). Os kits utilizados para a análise dos parâmetros foram da Labtest®, específicos para cada elemento.

#### 3.11.3 *Resposta imunológica*

Para resposta imunológica, as aves foram imunizadas para a Doença de *Newcaslte* com cinco semanas de idade e as coletas foram realizadas anteriormente a imunização (branco), 21 e 91 dias após o estímulo. As amostras foram processadas no laboratório de bioquímica e o soro foi utilizado para as análises. Foi utilizado teste imunoenzimático (ELISA) da marca comercial IDEXX® específico para Newcastle.

#### **3.11.4 Desempenho reprodutivo**

As coletas de sêmen foram realizadas a cada quinze dias, entre o período de 37 a 68 semanas de idade, através de massagem abdomino-dorsal. A produção de sêmen foi avaliada através do volume produzido, utilizando-se tubos de *Falcon* de 15mL, com graduação de 0,1mL, registrando os valores após um período de sedimentação do conteúdo.

A motilidade espermática foi aferida logo após a coleta, sempre pela mesma pessoa, através da observação em microscopia óptica e atribuição de um percentual de movimentação da célula no campo.

A concentração de espermatozoides foi realizada por espectrofotometria de transmitância convertendo-se os valores obtidos para bilhões de espermatozoides por mililitro de sêmen (bilhões/mL).

O preparo das amostras para a avaliação morfológica das células foi através da técnica de esfregaço e coloração com eosina-nigrosina, sendo possível a visualização em microscopia óptica de porções danificadas nas células. A quantificação das alterações celulares foi realizada pela contagem de cem células dividindo-se em defeitos de cabeça, peça intermediária e cauda.

A fertilidade foi determinada através da técnica de penetração na membrana perivitelinea descrita por Donoghue (1999).

#### **3.11.5 Biometria dos testículos e crista**

No final do período experimental, foram sacrificadas cinco aves por tratamento para a coleta dos testículos, registrando os valores de peso, comprimento, largura e espessura de cada um dos testículos (direito e esquerdo). A crista foi retirada com o auxílio de um bisturi e aferida quanto ao peso, comprimento e largura.

### **3.12 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3.13 Resultados**

Os resultados obtidos no estudo serão encaminhados para publicação em periódicos científicos na área de Zootecnia e Medicina Veterinária.

## 4 ARTIGO I

### Aspectos relacionados ao manejo alimentar em granjas de matrizes de frangos de corte Alimentação de matrizes de frangos de corte<sup>3</sup>

*Aspects related to feeding programs in broilers breeders farms  
Broiler breeder feeding*

Gonçalves, F.M.<sup>1\*</sup>; C.L. Contreira<sup>1</sup>, L.S.P. Domingues<sup>1</sup>, D.S. Souza<sup>1</sup>, J.K. Nunes<sup>1</sup>, F.P. Gentilini<sup>2</sup>, M. A. Anciuti<sup>2</sup>, F. Rutz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas. \*Autora para correspondência: [fmgvet@gmail.com](mailto:fmgvet@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas/Visconde da Graça.

#### Resumo

A seleção genética em frangos de corte baseia-se em parâmetros relacionados ao crescimento, resultando em lotes de matrizes com inabilidade em auto-regular seu consumo alimentar, sendo necessária a aplicação de programas de restrição alimentar para esta categoria desde o início da recria até a fase de reprodução. Geralmente, os programas de restrição reduzem o volume de alimento diário a ser fornecido aos animais, caracterizando uma restrição quantitativa. Dependendo da fase, condições ambientais, estado sanitário, categoria e outros fatores, tais programas podem incorrer em restrição qualitativa de forma indireta, promovendo um efeito oposto ao esperado. Ao considerar os machos reprodutores, por exemplo, a restrição quantitativa poderá implicar em prejuízos mais significativos a função reprodutiva em comparação as fêmeas, visto que estes geralmente recebem dietas formuladas de acordo com as exigências nutricionais das matrizes durante todas as fases produtivas. Desta forma, práticas usualmente adotadas no manejo alimentar e nutricional de matrizes de frangos de corte, necessitam serem revistas e relaboradas para as novas tendências e resultados de pesquisa nesta área. O presente artigo de revisão objetiva caracterizar o manejo alimentar e nutricional comumente adotado em granjas de matrizes de frangos de corte bem como utilizar a literatura científica para apontar resultados obtidos em estudos com alimentação e nutrição de matrizes de frangos de corte.

**Palavras-chave:** aves, nutrição, reprodução.

#### Abstract

Poultry breeding programs are based in broilers growing efficiency which leads to breeder flocks unable to self regulate feed intake. The mainly mechanisms used that improves feed intake are beyond appetizing control, been necessary to assume a straight relation between energy status and basic physiological process that requires energy, as maintenance, growing and reproduction. A huge difficulty of poultry industry is to minimize logistic and bird physiology conflict in a way that both can contribute to profitability. So, breeder feeding programs normally attend female requirements, putting the male breeder needs in a second scale since they received the same diet of hers. Considering the mainly function of male breeder, female diets can offer a high nutritional density and this can influenced negatively male reproductive performance. Although restriction feeding programs are

---

<sup>3</sup> Artigo formatado de acordo com as normas do periódico "Archivos de Zootecnia"

applied to breeder in rearing phase, supplementation of some nutrients can help roosters performance. Rooster spermatozoa shows a high content of polyunsaturated fatty acids and adding antioxidants in their diets, for example, may contribute to cell protection against free radicals, avowing lipoperoxidation in cell membranes. This review aim to characterize feeding and nutrition management in broiler breeder systems usually used in breeders farms and used the scientific literature to point some results in nutritional trials with broilers breeders.

**Keywords:** poultry, nutrition, reproduction.

## **Introdução**

O progresso genético da avicultura modificou a forma de produção destes animais, onde o manejo alimentar e nutricional contribuiu de forma significativa para a lucratividade do setor. A avicultura nacional segue passando por um processo de modernização, realizando altos investimentos em ferramentas tecnológicas para mensuração, controle e eficiência da cadeia produtiva do frango com a meta final de reduzir as perdas e maximizar as receitas (Pereira et al., 2005). A seleção genética em frangos de corte baseia-se, principalmente, em parâmetros de crescimento, resultando em lotes de matrizes com inabilidade em auto-regular seu consumo alimentar. Jong et al (2003) afirmam que a intensiva seleção genética para rápido crescimento e melhor conversão alimentar do frango de corte moderno, afetou o comportamento de suas progenitoras. Os mesmos autores observaram ainda que, apesar da insaciedade das aves, a situação de restrição alimentar não promove alterações em marcadores metabólicos relacionados.

Desta forma, os mecanismos que regulam o consumo alimentar de aves domésticas vão além do controle de apetite, sendo necessário considerar a relação entre *status* energético e processos fisiológicos básicos que requerem energia, tais como, manutenção, crescimento e reprodução. O peso corporal é coordenado por ajustes entre consumo alimentar e gasto energético, e mecanismos específicos associados a rotas metabólicas sinalizadoras. Estas rotas comunicam tecidos periféricos, onde a energia é armazenada, ao sistema nervoso central, o qual determina a obtenção de energia através do controle do consumo alimentar (Richards et al., 2010).

Recria separada por sexo, classificação das aves em intervalos de peso corporal (seleção 100%), esquemas de restrição alimentar, manejo nutricional por fases, fornecimento de ração separado por sexo na reprodução e outras práticas de manejo alimentar que objetivam a máxima produtividade em granjas de matrizes de corte, necessitam serem revistas frente às novas tendências de mercado.

O presente artigo de revisão objetivou caracterizar o manejo alimentar e nutricional comumente adotado em granjas de matrizes de frangos de corte bem como utilizar a literatura científica para apontar resultados obtidos em estudos com alimentação e nutrição de matrizes de frangos de corte.

## **Alimentação e nutrição inicial de aves reprodutoras**

Uma dificuldade da indústria avícola é amenizar o conflito entre logística e fisiologia animal de modo que ambos sejam colaboradores para a atividade econômica. Em um sistema produtor de ovos (SPO), este conflito ocorre em diversas etapas como, por exemplo, na distribuição das matrizes de um dia em localidades distantes dentro do território nacional. Geralmente, os polos de granjas de avós estão localizados em regiões isoladas e afastadas dos grandes centros de produção, permitindo melhor e maior controle sanitário naquelas unidades. É neste ponto que logística e fisiologia não interagem, pois o longo período de transporte e consequente privação hídrica e alimentar destes pintinhos comprometerão, em algum grau, o metabolismo e desenvolvimento inicial destas aves.

O atraso no fornecimento de alimento após a eclosão causa efeitos deletérios no desempenho das aves, influenciando o crescimento, ativação do sistema imune, estímulo a secreção de enzimas digestivas e o desenvolvimento de órgãos (Willemsen et al., 2010). Em frangos, tal prejuízo é bastante perceptível haja vista o curto período de produção que, geralmente, não ultrapassa 42 dias. Desta

forma, comprometer o desenvolvimento e crescimento por um dia, refletirá em uma compensação metabólica desnecessária durante todo o período produtivo. Os efeitos negativos supracitados podem ser extrapolados para lotes de matrizes de um dia, contudo, possivelmente estas alterações refletirão nos índices de fertilidade, característica observável somente na fase reprodutiva onde não há mais tempo hábil para recuperação do lote.

Para amenizar os prejuízos metabólicos associados a esse conflito, algumas medidas têm sido estudadas e adotadas na avicultura. Estudos sobre o fornecimento de nutrientes *in ovo* durante o período de incubação tem sido conduzidos com o objetivo principal de estimular o crescimento e promover maior ganho de peso de frangos de corte (Uni & Ferket, 2004; Uni et al. 2005, Pedroso et al, 2006, Leandro et al. 2010, Leitão et al., 2010). Entretanto, a aplicação desta técnica em suas progenitoras, pode atuar aumentando a reserva energética e a condição nutricional destas aves nas primeiras horas de vida. Considerando os custos de produção e aquisição de matrizes de frangos de corte de um dia de idade, a consolidação da alimentação via ovo pode melhorar os índices de viabilidade desta categoria, reduzindo custos decorrentes das taxas de mortalidade ou descarte por improdutividade.

Careghi et al. (2005) sugere o fornecimento de uma fonte energética aos animais dentro das bandejas dos nascedouros e durante o transporte até a granja como alternativa compensatória ao déficit energético de aves de um dia. É notável que, tanto o atraso no acesso ao alimento sólido quanto a fonte hídrica, resulta em redução do peso corporal e nas taxas de desenvolvimento dos órgãos digestórios, dificultando a eficiência na utilização de nutrientes (Corless & Sell, 1999). O acesso a água imediatamente após o nascimento, estimula o desenvolvimento intestinal (Panda et al., 2008) influenciando na precocidade e capacidade absorptiva de nutrientes presentes nas dietas iniciais. Contudo, o fornecimento de água logo nas primeiras horas de eclosão, é praticamente inviável em incubatórios comerciais. Como alternativa, a suplementação de géis para hidratação de pintinhos recém-eclodidos, tem apresentado bons resultados na tentativa de atender esta carência inicial (Batal & Parsons, 2002). Ainda assim, a inovação ainda apresenta gargalos intransponíveis para aplicação em nível industrial, principalmente relacionados a agilidade necessária no processamento final do pintinho de um dia.

Embora algumas empresas avícolas venham testando métodos eficientes e que possam ser empregados no fluxo de produção, o manejo nutricional para matrizes de corte de um dia é iniciado com o alojamento destas nos aviários de produção. Um dos aspectos fundamentais, para qualquer categoria, é permitir o fácil acesso dos animais ao alimento e a fonte hídrica logo após o primeiro contato no novo ambiente. A restrição hídrica, mesmo que por poucas horas, interrompe o crescimento e permite a manifestação de enfermidades (Viola et al., 2009), tanto pela importância deste nutriente para o metabolismo quanto pela redução do consumo alimentar frente a privação.

Tão importante quanto a qualidade e o acesso a água, é o estímulo ao consumo de ração, sendo este facilitado pela disposição do alimento em papel pardo canelado, diretamente sobre a cama, ou em comedouros em formato de prato (infantil) e/ou nivelando a altura da borda do comedouro com a cama. Neste momento, o essencial é recuperar o período de privação após a eclosão, possibilitando à ave a expressão máxima de todo seu potencial genético.

Em relação a qualidade nutricional do primeiro alimento, algumas empresas adotam a suplementação de probióticos enriquecidos com vitaminas, aminoácidos e carboidratos, estimulando a colonização intestinal por flora benéfica e, adicionalmente, compensando o déficit energético inicial com fontes calóricas. De acordo com Yegani & Korver (2008), o trato gastrintestinal de um pintinho é praticamente estéril antes da eclosão. Assim, o estabelecimento da flora intestinal ocorre após o rompimento da casca, onde o número e a diversidade desta população bacteriana aumentam com a idade e permanece relativamente estável na fase posterior. Yang et al. (2008) evidenciaram mudanças benéficas na população de lactobacilos e coliformes no íleo de frangos suplementados com mananoligossacarídeos (MOS) ou bacitracina de zinco nas dietas iniciais. Desta forma, a suplementação de um único aditivo, muitas vezes em doses ínfimas, pode exercer efeitos expressivos

na qualidade do trato intestinal, auxiliando a ave na superação deste desafio microbiológico inicial e exercendo algum grau de manipulação em favor ao desenvolvimento animal.

Outro aspecto a ser considerado na elaboração de dietas iniciais para matrizes de frangos de corte é a intensa espoliação do sistema imunológico nas primeiras horas de vida. O manejo de retirada dos nascedouros, a separação dos refugos, o processo de sexagem, a imunização com diversas cepas e a espera para expedição, são etapas que afetam o bem estar do pintinho de um dia. Adicionalmente, os machos reprodutores são submetidos ao corte e cauterização das esporas e das falanges ainda no incubatório. Assim, a ativação do sistema imunológico já implica na produção e liberação de um alto nível de espécies reativas de oxigênio (EROs) pelas células de defesa nas primeiras horas de vida. A suplementação de substâncias antioxidantes para as matrizes, *in ovo*, nas primeiras horas após a eclosão ou nas fases iniciais, proporciona melhor habilidade fisiológica frente a situações de estresse, conferindo proteção a estruturas-chaves no desempenho inicial da ave e estendendo tais efeitos nas fases posteriores (Surai, 2002).

A nutrição inicial (*early nutrition*) tem sido foco de pesquisa na nutrição de aves domésticas, onde a suplementação de componentes bioativos nas dietas iniciais pode interagir com a função metabólica. Citando nutrientes com atividade antioxidante, estes podem atuar protegendo diretamente as membranas e/ou favorecendo o sistema de defesa da célula, reduzindo os efeitos colaterais da produção excessiva de EROs. Aminoácidos como a arginina e treonina, ácidos graxos poliinsaturados, vitamina E, ácido ascórbico e, mais recentemente, extrato de algas, são exemplos de nutrientes que atuam na manutenção da resposta imunológica (Kogut & Klasing, 2009), representando uma alternativa promissora quando adicionados nas dietas iniciais de machos e fêmeas matrizes.

### **Sistemas de Alimentação em matrizeiros comerciais**

Tão importante quanto a qualidade das dietas fornecidas a aves reprodutoras é o manejo alimentar aplicado desde o período de cria (0-4 semanas) e recria (5-21 semanas de idade) até a fase pós pico de produção de ovos (44-54 semanas), envolvendo desde a escolha dos equipamentos que irão compor o ambiente do aviário até a frequência de alimentação. Nos períodos de cria e recria, machos e fêmeas permanecem em aviários separados, estabelecendo contato apenas na fase reprodutiva quando ambos são transferidos para aviários abertos. Esta prática viabiliza a aplicação de um manejo alimentar específico por categoria (macho e fêmea), adequando as exigências nutricionais e alimentares inerentes à constituição genética e fisiológica de cada sexo, embora seja comum o fornecimento da mesma dieta para ambos os sexos.

O primeiro aspecto relacionado aos sistemas de alimentação em matrizeiros comerciais refere-se a escolha dos equipamentos que serão utilizados para dispor ração e água. Em escala comercial de produção de ovos férteis, os automáticos são de escolha vital para facilitar e agilizar a mão de obra diária. Os mais utilizados são tipo calha com corrente, disponibilizados nos aviários desde a fase de recria e estendendo sua utilização até a fase reprodutiva. Embora não sejam adequados para as primeiras semanas por dificultarem o acesso dos pintinhos, algumas alternativas suplementares podem ser utilizadas neste período inicial, conforme mencionado no tópico anterior.

A escolha por modelos automáticos de distribuição de ração em matrizeiros comerciais promove tanto a redução de custos com mão de obra quanto uma melhora na qualidade do manejo alimentar nos lotes. Há recomendações nos manuais de manejo das linhagens para que o volume diário disponibilizado a matrizes de frangos de corte seja distribuído na extensão de toda a linha de comedouro em, no máximo, três minutos (Cobb-Vantress, 2008). Nestes sistemas a distribuição da ração ocorre em um curto período de tempo, em horários fixos e de forma uniforme na extensão dos equipamentos, reduzindo a disputa entre as aves. Ainda, visto que as aves associam os ruídos provenientes do acionamento dos comedouros a distribuição do alimento (Ferket & Gernat, 2006), o acionamento destes estimula o consumo por todas as aves ali presentes em um mesmo momento.

Uma nova adaptação a um equipamento desconhecido pelas aves pode acarretar em desuniformidade do lote e subsequente prejuízo na idade de início de postura. Para fêmeas, o comedouro sofre uma leve modificação de formato na fase de postura pela necessidade em excluir o macho adulto, adicionando-se uma grade de dimensão suficiente para permitir apenas o acesso das fêmeas por estas apresentarem menor tamanho de crista em relação aos galos. A medida é eficiente para o controle e individualização do manejo alimentar em lotes de matrizes e empregada com frequência nestes sistemas. Contudo, problemas de adaptação de ambos os sexos ainda são observáveis na rotina de manejo.

No sentido inverso, a exclusão de acesso das fêmeas aos comedouros dos machos é realizada dispondo estes equipamentos a uma distância de 53 a 56 cm entre a altura da borda do equipamento até a superfície da cama, correspondendo a distância desta até a cabeça do macho em uma postura ereta. A mesma medida é de 40cm nas fêmeas. De acordo com Brake & Blakely (1993), tal disposição não evita o acesso de todas as fêmeas em um plantel, pois parte delas se adapta a altura estabelecida consumindo o volume de ração destinado aos machos, propondo uma expansão em 12,7 cm da borda do comedouro. Esta medida dificulta o acesso das fêmeas por estas não serem capazes de esticar seu pescoço tanto quanto os galos. Apesar destes pesquisadores terem observado uma exclusão de acesso mais eficiente, ocorreu um aumento no tempo de consumo alimentar dos machos após esta expansão, característica que pode interferir negativamente na fertilidade do lote.

A instalação de “boxes restaurantes” em aviários de matrizes é um método relativamente novo de separar a alimentação de machos e fêmeas, consistindo na disposição de um local fechado, no interior do galpão, equipado com comedouros tipo calha e de acesso exclusivo aos machos. As etapas de treinamento e aprendizado ao sistema são possíveis quando a transferência dos machos para os aviários de produção ocorre uma semana antes das fêmeas, possibilitando a aclimação dos galos a esta nova rotina de alimentação. O treinamento consiste na aplicação de estímulos que permitam que a ave associe-os ao fornecimento de ração; tais como horário de arraçoamento, acendimento das luzes e ruídos emitidos pelo acionamento dos comedouros para as fêmeas. A própria interação social entre o lote representa um estímulo ao consumo de ração pela competitividade entre as aves em acessar o alimento, onde, em algumas situações, o consumo de alimento está associado a este estímulo comportamental e não ao atendimento da sensação de fome (Keeling & Hurnik, 1996).

Contudo, a causa mais comum de desuniformidade associada ao manejo alimentar em lotes de matrizes pesadas, refere-se a disponibilidade de espaço no comedouro, onde níveis insuficientes promovem e estimulam a expressão da relação dominância:subserviência entre as aves. A maioria dos manuais de linhagens recomenda 12 a 15 cm de espaço no comedouro por ave adulta, evitando a competição para acessar o alimento. A agressividade em lotes de matrizes de corte, implica em efeitos negativos sobre a eficiência alimentar, bem estar, produção de ovos e, como última consequência, sobre os índices de mortalidade do plantel (Thogerson et al., 2009). No caso de machos reprodutores, tal expressão compromete o sucesso reprodutivo por reduzir a intensidade do comportamento de “coorte” em relação as fêmeas e do tempo e frequência de cópulas em um período (Bilcik & Estevez, 2004). No que concerne aos sistemas de alimentação em matrizeiros comerciais, simples medidas de manejo, como a altura e distribuição de comedouros, até inovações no método e disposição dos equipamentos, como a utilização de boxes restaurantes, podem exercer efeitos significativos nos índices de fertilidade e produtividade destes lotes.

### **Esquemas de restrição alimentar**

A aplicação de programas alimentares em lotes de matrizes de frangos de corte inicia-se na fase de recria e estende-se até o final do período reprodutivo, onde o objetivo principal é a persistência dos índices de fertilidade a uma idade máxima fisiologicamente e economicamente praticável. A principal justificativa destes programas para esta categoria de aves relaciona-se a fatores genéticos,

visto que a seleção de progênies de frangos para crescimento rápido foi acompanhada por um aumento de apetite nas linhas para reprodução.

O manejo alimentar *ad libitum* para fêmeas e machos matrizes em fase de recria, promove redução da fertilidade no momento em que atingem a maturidade sexual (Savory & Maros, 1993). Adicionalmente, tais distúrbios interferem negativamente na qualidade dos ovos férteis produzidos, afetando os índices de eclosão nos incubatórios. O incremento calórico, por exemplo, promove alta ofegação e eliminação acelerada de gás carbônico, interferindo diretamente na reação de formação da casca do ovo e prejudicando sua calcificação (Avila et al., 2005). Em machos reprodutores, esta situação implicará em prejuízos a qualidade de sêmen e possível redução nos índices de fertilidade. Surai (2010) afirma que o alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS) presente na membrana do espermatozoide em aves domésticas, confere suscetibilidade a lipoperoxidação nesta estrutura, onde o sistema de defesa antioxidante desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade de sêmen.

Desta forma, o bom desempenho na fase reprodutiva depende do controle de peso corporal de machos e fêmeas na recria, a fim de obterem bom desenvolvimento corporal e atingirem a maturidade sexual na idade esperada (Rios et al., 2006). Para alcançar esses objetivos, métodos de restrição alimentar são aplicados a partir da quarta semana de vida, podendo ser utilizados em um caráter qualitativo, com restrição de um ou mais nutrientes ou, mais comumente, com redução no volume de ração fornecido diariamente, caracterizando um método quantitativo de restrição. Neste último, é possível optar por redução do volume diário ou repartição do mesmo, dividindo-o em duas refeições. A repartição da dieta em duas refeições promove melhor uniformidade do lote e maior produção de ovos na fase de postura (Spradley et al., 2008), representando uma boa ferramenta no manejo alimentar em plantéis de matrizes de frangos de corte. Contudo, este esquema associa-se a um aumento nos custos operacionais de uma granja comercial e uma maior mão de obra a ser empregada.

Muitos são os programas alimentares utilizados na restrição quantitativa para matrizes de corte na fase de recria, como os esquemas de dias, 6x1, 5x2 e 4x3, e de horas 48-57-63, onde se alternam períodos de alimentação com períodos de jejum. O sistema *skip-a-day* (4x3) é o mais aplicado no período de recria de matrizes, consistindo em quatro dias de fornecimento de ração e três dias de restrição alimentar, onde o volume do dia em jejum é administrado no dia anterior a este (Gibson et al., 2008). Em seus estudos com machos reprodutores de frangos de corte, Alvarenga et al. (2006), compararam os sistemas 6x1, 5x2 e alimentação administrada à vontade, concluindo que galos pesados alimentados sem controle de quantidade, apresentam redução na produção espermática. Taherkhani et al. (2010) observaram melhor resposta reprodutiva em matrizes alimentadas duas vezes ao dia em comparação a aves arraçadas em um único período, associando o melhor desempenho do primeiro grupo a menores níveis plasmáticos de glicose, triglicerídeos e leptina e maiores níveis de estradiol e glucagon.

Rios et al (2006), comparando métodos de restrição alimentar para matrizes de corte com problema de peso excessivo na fase de recria (12 semanas de idade), concluíram que programas alimentares são eficientes para recuperar o peso médio das aves, porém, incapazes de tornar os lotes uniformes, o que confirma a necessidade de agrupar lotes por faixa de peso. Nas bases da produção de frangos de corte, diversas técnicas têm sido desenvolvidas com o objetivo de promover melhores índices reprodutivos em galos pesados, contudo, o único cuidado com esta categoria é a manutenção do peso corporal dentro de uma curva padrão de crescimento, evitando a obesidade.

No esquema 48-57-63, os números representam a quantidade de horas em que os animais permanecerão em jejum. Dessa forma, divide-se o número de horas por 24 (horas), e multiplica-se o resultado pela quantidade de ração que a ave iria receber em um dia de alimentação. Vieira et al. (1995) observaram uma boa viabilidade de aplicação deste tipo de esquema apenas no período de recria (5 a 20 semanas de idade) de matrizes de corte. Contudo, a aplicação deste esquema envolve maior comprometimento e atenção por parte do tratador, haja vista que qualquer atraso no fornecimento ou redução de volume implicará em efeito adverso ao esperado.

Apesar de serem amplamente empregados na avicultura comercial, qualquer esquema alimentar que inclua dia (s) em jejum, resulta em maior estresse fisiológico do que o fornecimento diário de ração, afetando diretamente a expressão de genes relacionados a síntese e deposição de lipídeos (Beer, 2009). É possível que a restrição alimentar durante todo o período de recria não esteja relacionada a bons índices de produção de ovos e fertilidade (Bruggeman et al, 1999), sendo necessário estabelecer o período ideal no desenvolvimento das aves para adotar um manejo de restrição sem comprometer os aspectos reprodutivos do plantel.

Neste mesmo sentido, Tolkamp et al. (2005) excluem a necessidade em submeter aves jovens a esquemas de restrição alimentar a fim de manter o lote dentro de uma curva padrão de peso corporal. De acordo com os autores, programas de restrição qualitativa podem ser utilizados para atingir este objetivo em matrizes alimentadas *ad libitum*, mantendo uma boa uniformidade e um bom desempenho produtivo durante a fase de postura. Contrariamente, Romero-Sanchez et al (2008) não observaram diferenças significativas na produção de ovos e no peso dos mesmos pela redução da variabilidade no peso corporal de matrizes com 16 semanas de idade. Possivelmente, melhores resultados serão obtidos com um controle de uniformidade mais precoce, iniciando nas 12 semanas de idade.

Tanto programas de restrição quanto a alimentação *ad libitum* afetam o bem estar de aves reprodutoras (Renema & Robinson, 2004), um por afetar o comportamento natural da ave frente a não saciedade alimentar, outro por influenciar diretamente na saúde dos animais pela consequente desordem metabólica. De uma forma geral, diferentes regimes de alimentação alteram a resposta metabólica de aves reprodutoras, sendo que algumas destas estão diretamente associadas a maturidade sexual (Ekmay et al., 2010).

Embora métodos de restrição alimentar qualitativos sejam pouco aplicáveis em nível comercial, é possível associar alguns benefícios de utilização dos mesmos. Enting et al. (2007) observaram que o fornecimento de dietas com densidade nutricional padrão (2800 kcal de EM/Kg de ração) e com 12% abaixo do padrão recomendado (2460 Kcal de EM/Kg de ração) no período de recria, proporciona resultados semelhante para ganho de peso e consumo alimentar em machos e fêmeas na fase reprodutiva (25 a 58 semanas de idade). Os autores não observaram diferenças entre as dietas nas taxas de postura, idade ao pico de produção de ovos, peso dos ovos, fertilidade e taxa de eclosão. As dietas com alta densidade de nutrientes favorecem o manejo alimentar de restrição da quantidade diária de ração em um plantel de reprodutores, auxiliando a manutenção de índices adequados de uniformidade do lote refletindo em índices reprodutivos economicamente viáveis dentro do sistema. Abbas et al. (2010) observaram que, quanto maior o controle de peso em um lote de matrizes, melhor será a produtividade e fertilidade do mesmo.

Contudo, é necessário cautela em estabelecer dietas de baixa densidade nutricional a machos reprodutores, considerando a importância de um bom desenvolvimento do trato reprodutivo na fase de recria. Vizcarra et al (2010) observaram maior atividade mitótica e proliferação de células de Sertoli as sete semanas em galos pesados alimentados a vontade até seis semanas de idade e submetidos a um fotoperíodo de 23L:1E em comparação a machos submetidos ao mesmo manejo alimentar e 15L:9D até a segunda semana de vida. Fica evidente a necessidade de considerar a inter-relação entre fatores relacionados a eficiência reprodutiva de aves domésticas na escolha de esquemas de restrição e/ou outros métodos relacionados ao manejo alimentar.

Sob o ponto de vista de bem estar animal, há uma forte tendência em eliminar ou modificar o manejo de restrição alimentar para aves reprodutoras, contudo, não foi possível chegar a um consenso sobre a melhor maneira de promover bem estar no manejo alimentar de matrizes pesadas frente as modificações genéticas as quais esta categoria foi submetida.

## Manejo nutricional individualizado

Fisiologicamente, quando um animal consome e digere um alimento, os nutrientes são, primariamente, utilizados para a manutenção das funções vitais, seguidos do metabolismo ósseo e crescimento muscular e, por último, para reprodução. A formação e a manutenção do aparelho reprodutor requerem suporte nutricional e, em caso de deficiência, a fertilidade pode ser afetada. Evidências da literatura e experiências práticas sugerem que o fator nutricional contribui em maior grau para os índices reprodutivos em matrizes de frangos de corte (Gallo et al., 2003), sendo essencial a busca por nutrientes que atuem em benefício da função reprodutiva.

Pesquisas têm sido direcionadas para identificar os nutrientes e os limites que maximizam a produção e a eclodibilidade de ovos de matrizes, investigando seus efeitos sobre a produção e a imunidade da progênie. Considerando que o crescimento e o desenvolvimento embrionário adequado são dependentes de um completo fornecimento de nutrientes depositados no ovo, o *status* fisiológico do pintinho à eclosão está sob influência direta da nutrição da matriz. É em busca destas respostas que avanços em pesquisa na área de nutrição de aves, estão relacionadas a condição nutricional da fêmea em reprodução. De uma forma geral, o manejo nutricional da matriz de corte tem recebido maior ênfase, enquanto a nutrição do galo tem sido relegada ao segundo plano (Lucca et al., 2011).

Apesar da proporção de machos representar apenas 10% em relação à das fêmeas, esses contribuem com 50% da carga genética do plantel e são fundamentais para a fertilidade do lote (Borges et al., 2006). A percepção de que aves reprodutoras machos e fêmeas contribuem com secreções reprodutivas distintas, o ovo e o sêmen, respectivamente, torna evidente a necessidade em atender as exigências nutricionais de forma individualizada, permitindo a máxima expressão de cada um dos gêneros.

As dietas elaboradas para atendimento das exigências nutricionais da fêmea matriz, objetivam a máxima produção de ovos incubáveis, contendo altos níveis de cálcio e proteína em sua composição (Moyle et al., 2011), ingredientes essenciais para uma boa calcificação da casca e formação do albúmen, respectivamente. Assim como o nível destes nutrientes estão acima das exigências para machos pesados, outros tantos podem estar em excesso ou abaixo dos valores estipulados para esta categoria.

Na maioria dos casos, quando há redução na fertilidade e na eclodibilidade dos ovos produzidos pelo plantel, a primeira suspeita refere-se a fertilidade dos machos, sendo a atenção do manejo voltada a esta categoria. Neste sentido, ocorre o descarte dos galos que apresentam características fenotípicas indesejáveis (coloração e tamanho de crista, peso excessivo ou abaixo dos padrões, coloração e espessura de canelas) e reposição com galos jovens (*spiking*), onerando economicamente e, em certos casos, sanitariamente, os sistemas de produção de ovos férteis. Um manejo alimentar e nutricional adequado podem contribuir para a permanência e viabilidade do galo reprodutor até o final do ciclo reprodutivo.

Na tentativa de transpor os problemas de fertilidade relacionados aos machos reprodutores, estudos tem sugerido a suplementação de antioxidantes para a proteção da membrana espermática e consequente aumento na viabilidade dos espermatozoides (Zanini et al., 2003), visto que esta célula apresenta um alto conteúdo de PUFA's estando mais suscetível a processos oxidativos. Neste sentido, Gomez et al. (1998) reportaram que o volume de radicais livres produzidos pelo espermatozoide é inversamente proporcional a qualidade do conteúdo espermático. Assim, altos níveis destes radicais livres podem exercer efeitos adversos pela sua afinidade com os PUFA's presentes na membrana espermática, desestabilizando estruturas importantes para a integridade celular. O organismo animal possui um sistema de defesa antioxidante capaz de neutralizar radicais livres gerados pelos processos fisiológicos, não sendo eficiente em situações de estresse oxidativo intenso decorrente de disfunções metabólicas por motivos diversos. Como reforço a estes mecanismos de defesa, a suplementação nas dietas de substâncias que atuem como co-fatores de enzimas antioxidantes ou, diretamente como

agentes neutralizadores de radicais livres, poderão favorecer o desempenho reprodutivo em galos reprodutores evitando seu descarte precoce.

A atuação benéfica do selênio na fertilidade de galos reprodutores tem sido reconhecida (Khan, 2011) e investir na suplementação deste mineral nas dietas para esta categoria implica em retorno econômico através de melhor eficiência reprodutiva dos lotes. Barber et al. (2005) observaram que a deficiência de selênio prejudica o desempenho reprodutivo de machos reprodutores, diminuindo os índices de fertilidade em lotes de matrizes de frangos de corte. O selênio atua como cofator da seleno-enzima glutatona peroxidase, responsável pela detoxificação de peróxidos na membrana celular ocupando a primeira linha de defesa antioxidante.

Já o ácido ascórbico atua na segunda linha, sendo hidrossolúvel e com capacidade de eliminar diferentes espécies de radicais livres, tais como os radicais superóxido e hidroxil, além de reduzir radicais tocoferóis de volta para sua forma ativa nas membranas celulares (Naidu, 2003). De acordo com Leeson & Summers (2000), a vitamina C é requerida somente para humanos, primatas, cobaias e peixes, pois na maioria das outras espécies é sintetizada em quantidades adequadas. Contudo, os mesmos autores verificaram que a suplementação de vitamina C nas dietas para poedeiras comerciais, melhora a resistência óssea das pernas em aves sob estresse térmico. A suplementação de ácido ascórbico para aves atua positivamente sobre a ação de enzimas do sistema de proteção antioxidante celular, como a superóxido dismutase (SOD) e reduz a produção de lipoperóxidos (Halici et al., 2011).

Nesta mesma linha de substâncias antioxidantes, a possibilidade de estocar algumas algas secas por um longo período sem ocorrer deterioração oxidativa, mesmo apresentando mais de 30% do total de seus ácidos graxos na forma de cadeias poliinsaturadas, despertou o interesse de pesquisadores em relação ao mecanismo antioxidante presente nesses vegetais (Rocha et al., 2010). Xiao et al. (2011) observaram a mesma capacidade antioxidante sérica ao comparar grupos de frangos suplementados com vitamina E ou com um produto contendo extrato de algas, indicando que o extrato de algas mimetiza e promove melhor status antioxidantes em aves. Adicionalmente, Alvarenga et al. (2011) observaram maior conteúdo de matéria seca, energia, proteína, extrato etéreo e matéria mineral, cálcio, fósforo e para a maioria dos aminoácidos, ao comparar o elemento com o farelo de soja, evidenciando valor nutritivo adicional a atividade antioxidante.

Enquanto os efeitos da nutrição sobre a fertilidade são parcialmente compreendidos, as informações obtidas em estudos que relacionam a suplementação de determinados nutrientes na expressão de genes específicos (nutrigenômica) contribuirão para um diagnóstico preciso sobre os fatores que limitam o desempenho reprodutivo em aves (Dawson, 2006).

### **Considerações finais**

O dinamismo da indústria avícola precisa ser acompanhado de inovações tecnológicas e pesquisas de base para atendimento de necessidades primordiais no setor. No que concerne aos conhecimentos em nutrição, diversos ingredientes e princípios ativos tem sido desenvolvidos e pesquisados pelos órgãos que representam as esferas públicas e privadas. Contudo, a ênfase em substituir técnicas de manejo alimentar praticadas com frequência e durante um longo período pela indústria precisa ser mais explorada, buscando sempre sua aplicabilidade e melhores índices produtivos dos lotes.

Particularmente, em granjas de matrizes de corte, investir em dietas iniciais, adequar os sistemas de alimentação separados por sexo, introduzir esquemas alimentares que não comprometam o bem estar das aves e trabalhar com dietas individualizadas por sexo, constituem em alternativas com potencial de promover melhores índices de produtividade nestes sistemas e, ao mesmo tempo, atender as novas demandas de mercado.

## Referências

- Abbas, S.A.; Elseid, A.A.G.; Ahmed, M-K.A. 2010. Effect of body weight uniformity on the productivity of broilers breeders hens. *Int. J. Poult. Sci.*, 9:225-230.
- Alvarenga, A.L.N.; Murgas, L.D.S.; Sousa, S.Z.; Gustin, P.C. 2006. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho reprodutivo de galos de corte da linhagem Avian. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 28:159-163.
- Alvarenga, R.R.; Rodrigues, P.B.; Cantarelli, V.S.; Zangeronimo, M.G.; Silva Jr., J.W.; Silva, L.R.; Santos, L.M.; Pereira, L.J.; Ribeiro, R. 2011. Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. *Rev. Bras. Zootec.*, 40:992-996.
- Avila, V.S.A.; Penz JR., A.M.; Brum, P.A.R.; Guidoni, A.L.; Rosa, P.S.; Coldebella, A. 2005. Produção e Qualidade de Ovos em Reprodutoras de Frangos de Corte com Horário de Arraçoamento Diferenciado. *Rev. Bras. Zootec.*, 34:1202-1209.
- Barber, S.J., Parker, H.M. and McDaniel, C.D. 2005. Broiler breeder semen quality as affected by trace minerals in vitro. *Poult. Sci.*, 84:100-105.
- Batal, A. & Parsons, C. 2002. Effect of fasting versus feeding oasis after hatching on nutrient utilization in chicks. *Poult. Sci.*, 81:853-859.
- Beer, M.D. 2009. Current approaches to feeding broiler breeders. IN: World Poultry Science Association (WPSA), 17th European Symposium on Poultry Nutrition, Edinburgh, UK, pp. 104-114. World Poultry Science Association (WPSA).
- Bilcik, B. & Estevez, I. 2005. Impact of male–male competition and morphological traits on mating strategies and reproductive success in broiler breeders. *App. Anim. Behav. Sci.*, 92:307–323.
- Borges, C.; Rostagno, H.S.; Silva, J.H.V.; Albino, L.F.T.; Torres, C.A.A.; Jordão Filho, J.; Ribeiro, L.M.G. 2006. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. *Rev. Bras. Zootec.*, 35:1978-1984.
- Brake, J. & Blakely, J.R. 1993. Broiler breeder feeding, fleshing, frame and reproduction. *Feedstuffs*, 65:30–32.
- Bruggeman, V., Onagbesan, O.; Buys, N.; Safi, M.; Vanmontfort, D.; Berghman, L.; Vandesande, F.; Decuyper, E. 1999. Effects of Timing and Duration of Feed Restriction During Rearing on Reproductive Characteristics in Broiler Breeder Females. *Poult. Sci.*, 78:1424–1434.
- Careghi, C., Tona, K., Onagbesan, O., Buyse, J., Decuyper, E.; Bruggeman, V. 2005. The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. *Poult. Sci.*, 84:1314-1320.
- Cobb-Vantress. 2008. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: Suplemento de Manejo de Matrizes Cobb 500, 62p.
- Corless, A.B. & Sell, J.L. 1999. The Effects of Delayed Access to Feed and Water on the Physical and Functional Development of the Digestive System of Young Turkeys. *Poult. Sci.*, 78:1158–1169.

- Dawson, K. A. 2006. Nutrigenomics: Feeding the genes for improved fertility. *Animal Reproduction Science*, 96:312–322.
- Ekmay, R.D.; Beer, M.; Rosebrough, R.W.; Richards, M.P.; Mcmurtry, J.P.; Coon, C.N. 2010. The role of feeding regimens in regulating metabolism of sexually mature broiler breeders. *Poult. Sci.*, 89:1171–1181.
- Enting, H.; Kruip, T.A.M.; Verstegen, ; Van Der Aar, P. J. 2007. The Effect of Low-Density Diets on Broiler Breeder Performance During the Laying Period and on Embryonic Development of their Offspring. *Poult. Sci.*, 86:850–856.
- Ferket, P.R. & Gernat, A.G. 2006. Factors that affect feed intake of meat birds: A review. *Int. J. Poult. Sci.*, 5:905-911.
- Gallo, R.; Veronico, M.; Nacucchi, O.; Tafaro, E.; Barile, P.; Nicastro, F.; Zezza, L. 2003. The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of Broiler Breeder Males. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2:471-473.
- Gibson, L.C.; Wilson, J.L.; Davis, A.J. 2008. Impact of Feeding Program After Light Stimulation Through Early Lay on the Reproductive Performance of Broiler Breeder Hens. *Poult. Sci.*, 87:2098–2106.
- Gomez, E., Irvine, D.S., Aitken, R.J. 1998. Evaluation of a spectrophotometric assay for the measurement of malondialdehyde and 4-hydroxyalkenals in human spermatozoa: relationships with semen quality and sperm function. *Int. J. Androl.* 21:81-94.
- Halici, M, Imik, H, , M, Gümüş, R. 2011. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid, vitamins E and C upon the heat stress in Japanese quails. *J. Anim. Physi. Anim. Nutr.*, 10:1439-0396.
- Jong, I.C.; Van Voorst, A.S.; Blokhuis, H.J. 2003. Parameters for quantification of hunger in broiler breeders. *Physi. Behav.*, 78:773-783.
- Keeling, L.J. & Hurnik, J.F. 1996. Social facilitation acts more on the appetitive than the consummator phase of feeding behavior in domestic fowl. *Anim. Behav.*, 52:11–15.
- Khan, R.U. 2011. Antioxidants and poultry semen quality. *World's Poultry Sci. J.*, 67:297-308.
- Kogut, M.H., Klasing, K. 2009. An immunologist's perspective on nutrition, immunity, and infectious diseases: Introduction and overview. *J. App. Poult. Res.*, 18:103–110.
- Leandro, N.S.M., Oliveira, A.S.C., Gonzales, E., Café, M.B., Strighini, J.H., Andrade, M.A. 2010. Probiótico na ração ou inoculado em ovos embrionados: Desempenho de pintos de corte desafiados com *Salmonella Enteritidis*. *Rev. Bras. Zootec.*, 39:1509-1516.
- Leeson, S. And J. Summers. 2000. IN: Broiler Breeder Production, 329p. University Books, Guelph, Ontario, Canada.
- Leitão, A.R., Leandro, M.N., Stringhini, H.J., Café, M.B., Andrade, M.A. 2010. Inoculação de maltose, sacarose ou glicose em ovos embrionados de baixo peso. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 32:93-100.

- Lucca, W.; Rosa, A.P.; Uttpatel, R.; Machado, H.; Santos, C.B.; Barcelos, V. 2011. Diferentes níveis de energia metabolizável para galos reprodutores de corte com ou sem retirada da crista. *Cienc. Rural*, 41:513-518.
- Moyle, J. R., Wideman, R. F., Whipple, S. M., Yoho, D. E., & Bramwell, R. K. 2011. Urolithiasis in Male Boiler Breeders. *Int. J. Poult. Sci.*, 10:839-841.
- Naidu, K. A. 2003. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *J. Nutr.*, 2:7-16.
- Panda, A.K.; Raju, M.V.; Rao, L.N.; Rama, S.V.; Shyam, S.G.; Sharma, R.P. 2008. Effect of post hatch water deprivation on yolk sac utilization, gastrointestinal tract development and performance in neonate broilers. *Indian J. Poult. Sci.*, 43:106-109.
- Pedroso, A.A., Chaves, L.S., Lopes, K.L.A.M., Leandro, N.S.M., Café, M.B., Strighini, J.H. 2006. Inoculação de nutrientes em ovos de matrizes pesadas. *Rev. Bras. Zootec.*, 35:2018-2026.
- Pereira, D.F., Nääs, I.A., Romanini, C.B., Salgado, D.D., Pereira, G.O.T. 2005. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. *Eng. Agríc.*, 25:308-314.
- Renema, R.A. And Robinson, F.E. 2004. Defining normal: comparison of feed restriction and full feeding of female broiler breeders. *World Poult. Sci.*, 60:508-522.
- Richards, M.P.; Rosebrough, R.W.; Coon, C.N.; Mcurtry, J.P. 2010. Feed intake regulation for the female broiler breeder: In theory and in practice. *J. App. Poult. Res.*, 19:182-193.
- Rios, J. N. F.; Carvalho, A.D.; Zanella, I.; Raber, M.R.; Bonato, E.L.; Scher, A.; Franco, S.S. 2006. Programas de restrição alimentar para matrizes tipo corte em fase de recria. *Ars. Vet.*, 22:092-097.
- Rocha, J. S. R., L. J. C. Lara, N. C. Baião, R. J. C. Vasconcelos, V. M. Barbosa, M. A. Pompeu, And M. N. S. Fernandes. 2010. Antioxidant properties of vitamins in nutrition of broiler breeders and laying hens. *World Poult. Sci. J.*, 66:261-270.
- Romero-Sanchez, H.; Plumstead; Leksrisompong N.; Brannan, K.E.; Brake, J. 2008. Feeding Broiler Breeder Males. 4. Deficient Feed Allocation Reduces Fertility and Broiler Progeny Body Weight. *Poult. Sci.*, 87:805-811.
- Savory, C.J.; Maros, K. 1993. Influence of degree of food restriction, age and time of day on behavior of broiler breeder chickens. *Behav. Proc.*, 29:179- 190.
- Spradley, J.M.; Freeman, M.E.; Wilson, J.L.; Davis, A.J. 2008. The Influence of a Twice-a-Day Feeding Regimen After Photostimulation on the Reproductive Performance of Broiler Breeder Hens. *Poult. Sci.*, 87:561-568.
- Surai, P.F. 2002. Natural antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. 616 p. Nottingham University Press, Nottingham.
- Surai, P.F. 2010. Natural Antioxidants in Poultry Nutrition: New developments. IN: 16th European Symposium on Poultry Nutrition, Strasbourg, France.
- Taherkhani, R.; Zaghari, M.; Shivazad, M.; Shahneh, A.Z. 2010. A twice-a-day feeding regimen optimizes performance in broiler breeder hens. *Poult. Sci.*, 89:1692-1702.

- Thogerson, C.M., Hester, P.Y.; Mench, J.A.; Newberry, R.C.; Okura, C.M.; Pajor, E.A.; Talaty, P.N.; Garner, J.P. 2009. The effect of feeder space allocation on productivity and physiology of Hy-Line W-36 hens housed in conventional cages. *Poult. Sci.*, 88:1793–1799.
- Tolkamp, B.J.; Sandilands, V.; Kyriazakis, I. 2005. Effects of Qualitative Feed Restriction During Rearing on the Performance of Broiler Breeders During Rearing and Lay. *Poult. Sci.*, 84:1286–1293.
- Uni Z, Ferket RP, Tako E, Kedar O. 2005. In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos. *Poult. Sci.*, 84:764-770.
- Uni, Z. & Ferket, P.R. 2004. Methods for early nutrition and their potential. *World Poult. Sci. J.*, 60:101-111.
- Vieira, N.S.; Rosa, A.P.; Zanella, I.; Maiorka, A.; Manera, P.R. 1995. Avaliação de diferentes programas de restrição alimentar na recria de matrizes avícolas tipo corte. *Cienc. Rural*, 25:455-460.
- Viola, T.H.; Ribeiro, A.M.L.; Penz JR. A.M. 2009. The Influence of Water Restriction on the Performance and Organ Development of Young Broilers. *Rev. Bras. Zootec.*, 38:323-327.
- Vizcarra, J.A.; Kirby, J.D.; Kreider, D.L. 2010. Testis development and gonadotropin secretion in broiler breeder males. *Poult. Sci.*, 89:328–334.
- Willemsen, H.; Debonne, M.; Swennen, Q.; Everaert, N.; Careghi, C.; Han, H.; Bruggeman, V.; Tona, K.; Decuypere, E. 2010. Delay in feed access and spread of hatch: importance of early nutrition. *World Poult. Sci. J.*, 66:177-188.
- Xiao, R., Power, R. F., Mallonee, D., Crowdus, C., Brennan, K. M., Ao, T.; Dawson, K.A. 2011. A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant: Investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. *Poult. Sci.*, 90:136-146.
- Yang, Y., Iji, P.A., Kocher, A., Thomson, E., Mikkelsen, L.L. & Choct, M. 2008. Effects of mannanoligosaccharide in broiler chicken diets on growth performance, energy utilisation, nutrient digestibility and intestinal microflora. *Br. Poult. Sci.*, 49:186–194.
- Yegani, M. & Korver, D.R. 2008. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poult. Sci.*, 87:2052-2063.
- Zanini, S.F.; Torres, C.A.; Bragagnolo, N.; Turatti, J.M.; Silva, M.G.; Zanini, M.S. 2003. Evaluation of the ratio of omega 6: omega 3 fatty acids and vitamin E levels in the diet on the reproductive performance of cockerels. *Arch. Tierernahr.*, 57:429-442.

## 5 ARTIGO II

### Artigo de revisão: Manejo reprodutivo de galos pesados e nutrição estratégica para persistência de fertilidade

GONÇALVES, F.M.<sup>1\*</sup>, SANTOS, V.L.<sup>1</sup>, FARINA, G.<sup>1</sup>, KREUZ, B.S.<sup>1</sup>, BONGALHARDO, D.<sup>1</sup>, ANCIUTI, M.A.<sup>2</sup>, RUTZ, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas. \*Correspondência: [fmedeiros\\_fv@ufpel.edu.br](mailto:fmedeiros_fv@ufpel.edu.br)

<sup>2</sup> Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas/Visconde da Graça.

#### 5.1 Resumo

Embora a redução dos índices de fertilidade esteja relacionada a ambos os sexos, esta característica é frequentemente associada aos machos. O *spiking*, por exemplo, é utilizado para a recuperação da fertilidade, consistindo no descarte de machos com caracteres indesejáveis e inserção de machos jovens no lote. A restrição alimentar compensa, em partes, os prejuízos associados ao fator genético, contudo, as deficiências nutricionais devido a restrição podem representar o ônus ao sistema, sendo essencial priorizar a qualidade das dietas para esta categoria. Neste sentido, o desafio do macho é manter a fertilidade mesmo recebendo dietas formuladas atendendo as exigências nutricionais das fêmeas. Rotineiramente, a seleção visual é utilizada para o diagnóstico de galos inaptos para a reprodução, retirando aqueles que apresentam peso excessivo ou muito magro, crista pequena e/ou pouco pigmentada, entre outras características fenotípicas subjetivas. O diagnóstico de infertilidade de um reprodutor é confiável após a avaliação de parâmetros relacionados a qualidade seminal, sendo comum o descarte de animais aptos mas com caracteres visuais desfavoráveis. O presente artigo de revisão objetiva caracterizar o manejo reprodutivo em galos pesados, destacando aspectos de sua fisiologia e parâmetros de avaliação da qualidade seminal, sugerindo estratégias nutricionais que contribuam para o prolongamento de sua vida reprodutiva.

**Palavras chave:** antioxidantes, matrizes de frangos de corte, qualidade seminal.

#### 5.2 Abstract

Even fertility rates is related to both sexes, this characteristic is often associated with males. Spiking, for example, is used for fertility recovering, consisting in discarding males with undesirable characters and inserting the batch of young males. Dietary restriction may alleviate, in part, losses associated with the genetic factor, however, nutritional deficiencies due to restriction may represent shortfall in broiler breeder systems, been essential to prioritize the quality of diets for this category. In this sense, the challenge is to maintain rooster's fertility even when they are receiving diets that meet the nutritional requirements for females. As a routine, visual selection is used for diagnosis of roosters unfit for reproduction, removing those with overweight or too skinny, small comb and/or slightly pigmented, among other phenotypic parameters considered subjectivist. Diagnosis of infertility may only be confirmed after the evaluation of parameters related to sperm quality, being common the discard of roosters suitable but with unfavorable visual characters. This review article aims characterize reproductive management in roosters, highlighting aspects of their physiology and sperm quality parameters, suggesting nutritional strategies that might contribute to extend their reproductive life.

**Keywords:** broiler breeders, seminal quality, antioxidants.

### 5.3 Introdução

A fertilidade é o principal e mais importante requisito em um lote de matrizes de frangos de corte, ditando o sucesso e lucratividade nestes sistemas. Contudo, este parâmetro é frequentemente observável apenas ao final do processo de incubação através do embriodiagnóstico de ovos rejeitados na ovoscopia de transferência ou, naqueles não eclodidos ao final do período. Desta forma, a infertilidade representa um forte impacto econômico na indústria avícola, ditando a capacidade de abastecimento deste mercado. Embora a redução dos índices de fertilidade esteja relacionada a ambos os sexos, esta característica é frequentemente associada aos machos (KHAN, 2011), direcionando as técnicas para recuperação deste parâmetro a esta categoria.

Uma prática comum na indústria avícola é a substituição de galos com características fenotípicas indesejáveis por machos reprodutores jovens, objetivando elevar os índices de fertilidade do plantel. Tal manejo é denominado de *spiking* e envolve a manutenção de uma granja destinada a recria de galos reprodutores concomitantemente com a granja de produção de ovos férteis. Ainda que a prática atinja o objetivo, o deslocamento e inserção de aves de um sistema para o outro apresenta riscos sanitários significativos.

Os programas de melhoramento genético contribuíram em um grau imensurável para a expansão da indústria avícola, inserindo eficiência alimentar e crescimento rápido em um só animal. Entretanto, esta característica é trabalhada na base, permanecendo características indesejáveis, como alto consumo alimentar, também nos lotes de matrizes. Há uma correlação negativa entre peso corporal e fertilidade em aves domésticas, sendo necessário trabalhar com os lotes sempre em uma faixa de peso restrita. Neste sentido, a restrição alimentar praticada no início do período de recria até o fim da vida reprodutiva das matrizes compensa, em partes, os prejuízos associados a esta característica genética, principalmente em relação aos machos. Contudo, as deficiências nutricionais devido a restrição podem representar o ônus deste manejo nutricional, sendo essencial priorizar a qualidade nutricional das dietas.

Neste contexto, o galo reprodutor é submetido a mais um desafio: manter a fertilidade recebendo dietas formuladas atendendo as exigências nutricionais das fêmeas. A redução dos custos de logística na formulação, transporte e armazenamento de uma dieta individualizada para o macho reprodutor, implicam em adequações não favoráveis ao desenvolvimento e produtividade desta categoria.

Algumas empresas vêm focando nas prioridades de galos reprodutores para prolongar seu período reprodutivo, buscando soluções para interpor a barreira genética e fisiológica do macho reprodutor evitando o manejo de *spiking*, por exemplo.

De acordo com o exposto, o presente artigo de revisão objetiva caracterizar o manejo reprodutivo em galos pesados, destacando aspectos de sua fisiologia e parâmetros de avaliação da qualidade seminal e espermática, sugerindo estratégias nutricionais que contribuam para o prolongamento de sua vida reprodutiva.

#### **5.4 Características reprodutivas dos machos**

A regressão e atrofia do ovário direito em aves de postura é uma característica fisiológica na espécie. O processo ocorre ainda na fase embrionária com a produção do hormônio anti-Mulleriano (AMH) pelos ovários o qual inibirá a formação do ducto de Müller e, conseqüentemente, a formação do oviduto direito (DECUYPERE et al., 2002). O ducto esquerdo não é sensível ao AMH por apresentar maior número de receptores para estrogênio, hormônio que impede a ação do AMH (RUTZ et al., 2007), representando a porção funcional do trato reprodutivo da ave. Embora os mecanismos relacionados a diferenciação sexual em aves não sejam bem claros, o hormônio anti Mulleriano (AMH), a enzima aromatase P450 e os hormônios sexuais esteroides, principalmente o estrogênio, são fatores cruciais para a diferenciação sexual durante o desenvolvimento embrionário, que envolve não somente a diferenciação das gônadas como a hormonal, fenotípica, cerebral e comportamental (BRUGGEMAN et al., 2002).

Por motivos fisiológicos óbvios, a mesma característica não é observada em galos reprodutores. Ainda assim, o testículo esquerdo geralmente é maior que o direito, podendo contribuir em maior parcela na função reprodutiva da ave. A existência de uma relação diretamente proporcional entre peso testicular e produção espermática (LEESON & SUMMERS, 2000) gera questionamentos sobre possibilidades em promover melhor desenvolvimento gonadal através de

adequações nas práticas de manejo nutricional, sanitário e ambiental, por exemplo, na tentativa de suprimir características fisiológicas das aves.

Diferentemente dos mamíferos, as gônadas masculinas de aves encontram-se totalmente localizadas no interior da cavidade celomática, situadas crânio-ventral aos rins e aderidas à parede dorsal. Na maioria dos mamíferos, a exposição dos testículos a sua própria temperatura corporal, inviabiliza a espermatogênese, sendo essencial que estas glândulas permaneçam no escroto onde a temperatura encontra-se entre dois a três graus abaixo da temperatura corporal fisiológica da espécie. Hussain et al. (2011) observaram um atraso na maturidade sexual e desenvolvimento dos testículos em galos submetidos a altas temperaturas (30-37°C) interferindo negativamente na função reprodutiva. Sabe-se que temperaturas acima ou abaixo da faixa de conforto térmico para as aves (18 a 25°C) interferem diretamente no metabolismo animal, predispondo-o a distúrbios secundários ao estresse térmico. É possível observar uma redução na produção espermática e, conseqüentemente, na fertilidade em aves no período de verão (DAGHIR & JONES, 2008). Embora parte desta redução esteja relacionada ao menor consumo alimentar no período, uma parcela pode ser atribuída a interferência metabólica das altas temperaturas

O fotoperíodo representa um fator ambiental essencial na expressão das características reprodutivas de galos reprodutores, sendo relacionado aos componentes fóticos, como comprimento de luz, faixa de espectro e fonte luminosa. Contudo, matrizes de frangos de corte necessitam um período de três a quatro meses de dias curtos para se tornarem fotossensíveis a foto estimulação na fase reprodutiva (LEWIS, 2009). Nesta espécie, os fotorreceptores localizados no prosencéfalo ventral, constituem o neurônio sensorial principal que estimula os hormônios hipotalâmicos (FROMAN & KIRBY, 2004). Ao alterar a intensidade e duração do fotoperíodo, o hipotálamo altera a produção de GnRH, estimulando a espermatogênese nos machos e ovulação nas fêmeas (RUTZ et al., 2007). Como resposta a este estímulo, ocorre a progressão do desenvolvimento sexual e início da atividade reprodutiva nas aves domésticas.

Os manuais de linhagem para matrizes pesadas recomendam que a estimulação luminosa seja antecipada em uma semana para os machos em relação as fêmeas, evitando atrasos na produção de ovos férteis nos aviários de produção. Maciel et al. (2011) verificaram que galos pesados submetidos aos programas de luz

contínuo ou intermitente apresentaram maior produção de sêmen e maior número de células totais, não ocorrendo aumento no consumo alimentar. Apesar de exercer fundamental importância a reprodução, o estímulo luminoso atua em conjunto aos demais elementos relacionados a condições ambientais, nutricionais, sanitárias e fisiológicas, sendo essencial pensar na sinergia destes fatores para obtenção de bons resultados.

Um dos motivos do declínio da fertilidade em galos pesados é relacionado a modificações nas células de Sertoli com o avançar da idade, prejudicando a liberação regular de espermatozoides, permanecendo estes nos túbulos seminíferos (ROSENSTRAUCH et al., 1994). Uma prática comum na indústria avícola é a inserção de machos reprodutores jovens em um lote de matrizes já estabelecido, objetivando elevar os índices de fertilidade do plantel. Tal manejo é denominado de *spiking* e envolve a manutenção de uma granja destinada a recria de galos reprodutores concomitantemente com a granja de produção de ovos férteis. A principal justificativa para este manejo baseia-se na reatividade dos demais machos do lote frente a um macho desconhecido no seu ambiente, aumentando a frequência de cópulas no plantel (CHUNG et al., 2012).

Ainda que o método atinja o objetivo, o deslocamento e inserção de aves de um sistema para o outro apresenta riscos sanitários significativos, considerando que não há tempo hábil para realizar a quarentena nos novos animais sendo inseridos nos aviários sem prévia investigação de possíveis enfermidades. A prática de *interspiking* não apresenta este problema, pois utiliza a troca de reprodutores dentro de uma mesma granja, porém, em aviários distintos. Entretanto, os custos de manutenção em ambas as situações bem como o prejuízo econômico em descartar os machos anteriormente ao final do período reprodutivo das fêmeas, comprometem a rentabilidade do sistema.

## **5.5 Indicadores de eficiência reprodutiva em galos**

Os procedimentos tradicionalmente utilizados para a avaliação da qualidade espermática incluem a determinação do volume do ejaculado, aspecto (coloração), concentração, motilidade, viabilidade e morfologia celular (DONOGHUE & WISHART, 2000), sendo correlacionados com a capacidade fertilizante do espermatozoide no sêmen fresco.

### **5.5.1 Características fenotípicas**

Frequentemente, o índices de fertilidade em um lote de matrizes de frangos de corte estão relacionados a eficiência reprodutiva do macho, sendo ele o agente modificador da produtividade em um plantel. O diagnóstico de fertilidade na avicultura seria mais preciso se houvessem informações a cerca da qualidade espermática de uma amostragem representativa das aves. Contudo, métodos de seleção visual para descarte de galos em reprodução são utilizados rotineiramente em granjas de matrizes que apresentem redução nas taxas de fertilidade.

Apesar do baixo custo e fácil aplicação da técnica, a mesma é passível de erros, sendo frequente o descarte de animais aptos e/ou a permanência de aves de baixo potencial reprodutivo. Coloração e tamanho de crista, espessura e coloração de canelas, conformação corporal (*fleshing*), peso corporal e comprimento de barbelas são atributos físicos utilizados para a seleção visual de galos reprodutores, excluindo-se do plantel animais que apresentem crista pouco desenvolvida e pálida, canelas não pigmentadas e finas, peito em formato de “U” ou descarnado, aves com peso excessivo ou demasiadamente magras e barbelas pouco desenvolvidas.

Celeghini et al. (2001) verificaram maior volume seminal, concentração espermática, motilidade progressiva, vigor e menor percentagem de defeitos espermáticos em galos com crista desenvolvida no momento do manejo de seleção. Contudo, as características físicas não apresentam uma correlação exata com a fertilidade do macho (RUTZ et al., 2007), sendo possível o descarte de animais aptos a reprodução.

Desta forma, parâmetros diretamente relacionados a qualidade seminal e capacidade fertilizante devem ser associados ao descarte de machos, permitindo melhor aproveitamento destes e redução dos custos econômicos e sanitários com a manutenção de granjas *spiking* e introdução de aves com diferente procedência.

### **5.5.2 Produção de sêmen**

O sêmen consiste em uma suspensão celular, contendo espermatozoides produzidos no interior dos túbulos seminíferos, e plasma seminal secretado pelos órgãos acessórios do trato genital masculino (BAHR & JOHNSON, 1991). O ejaculado expelido pela ave apresenta pequeno volume e alta concentração, característica relacionada a inexistência de glândulas bulbo uretrais, próstata e glândulas vesiculares, reduzindo as secreções (GARNER & HAFEZ, 2004).

Desta forma, o líquido seminal tem origem nas células de Sertoli, epidídimo e, em menor proporção, pelas pregas linfáticas da cloaca (GUNDOGANA et al., 2010). Segundo Etches (1996), existe uma correlação direta entre tamanho de testículo e produção de sêmen, contudo, a seleção por esta característica em aves somente é possível utilizando recursos de imagens radiológicas ou ultrassonografias.

A produção de sêmen é o indicativo indireto e quantitativo na avaliação de um macho reprodutor, sendo o primeiro parâmetro de observação após a avaliação visual das características fenotípicas dos animais. Em aves, a coleta de sêmen é realizada pelo estímulo das gônadas através de uma massagem dorso-abdominal, descrita pela primeira vez por Burrows & Quinn (1937). A técnica estimula a ejaculação através de movimentos rápidos e firmes com as mãos ao longo do dorso, na altura das asas, até a cauda. Outro método é a massagem abdominal-dorsal, utilizando-se movimentos circulares da região abdominal em direção ao dorso ocorrendo a intumescência e ereção do falo, sendo necessário comprimi-lo para a coleta do conteúdo seminal. Independentemente do método a ser utilizado, é importante um período de treinamento para condicionar o animal a rotina de coleta a fim de coletar o máximo de conteúdo que a ave é capaz de produzir.

No momento da coleta, é essencial o cuidado com a higiene na manipulação dos instrumentos e, também, na obtenção do conteúdo, visto que o órgão copulatório do macho encontra-se agregado a cloaca aumentando os riscos de contaminação por fezes e, conseqüentemente, comprometendo a qualidade do sêmen.

A temperatura ambiente, o fotoperíodo, a presença de enfermidades e deficiências nutricionais, representam fatores que interferem na produção de sêmen e podem ser manipulados. Bacon et al. (2000) observou um aumento gradual do volume seminal na mesma proporção de aumento do fotoperíodo e menor volume quando as aves eram submetidas a altas temperaturas. Aves expostas ao vírus da bronquite infecciosa também apresentam uma redução na produção de sêmen (BOLTZ et al., 2006), sendo necessária a aplicação de programas de vacinação nos lotes. Em termos nutricionais, a deficiência de aminoácidos nas dietas para reprodutores reduz o volume e qualidade do ejaculado (FERNANDEZ, 2008). Já Khan (2011) relata que a deficiência de alguns micronutrientes promove redução da produção e qualidade seminal como um todo, considerando que os mesmos atuam

como cofatores enzimáticos em diferentes processos metabólicos em células que formam os testículos.

### **5.5.3 Motilidade**

Sob um ponto de vista ilustrativo e simplista, o processo que confere motilidade a célula espermática depende da interação entre os microtúbulos presentes na cauda do espermatozoide (motor) e mitocôndrias (combustível) presentes na peça intermediária. Desta forma, a disponibilidade de energia e a integridade da célula, são fatores diretos que contribuem para este índice.

A intensidade de movimento dos espermatozoides representa um indicativo direto da capacidade da célula em deslocar-se pelo oviduto da fêmea. Ainda, ao atingir este local, as células devem alcançar as glândulas hospedeiras de espermatozoides, onde ficaram armazenados por alguns dias (DECUYPERE et al., 2002).

A liberação gradual destes locais representa um novo desafio para a célula, a qual precisa deslocar-se até o infundíbulo para a fertilização do óvulo. De acordo com Howarth (1983), os espermatozoides são capazes de fertilizar o óvulo mesmo apresentando baixo grau de motilidade, visto que o oviduto é responsável por assegurar o trânsito e o movimento destas células até o infundíbulo. Contudo, ao passo que a motilidade relaciona-se a habilidade do espermatozoide em mover-se utilizando sua própria capacidade, a mobilidade espermática relaciona esta característica sob condições de resistência física imposta pelas secreções no trato reprodutivo da fêmea (FROMAN, 2006).

O índice de qualidade espermática (IQE) e o índice de mobilidade espermática (IME) são utilizados para prever o grau de motilidade dos espermatozoides. O IME é obtido medindo-se a densidade espermática a medida que a célula vai penetrando em uma solução viscosa que mimetiza o ambiente vaginal (FROMAN & MCLEAN, 1996), com equipamentos específicos já disponíveis para esta análise. Já no IQE, a motilidade é avaliada observando-se o rompimento dos feixes de luz pelos espermatozoides através da espectrofotometria (PARKER et al., 2000). Porém, ambos os métodos envolvem a utilização de equipamentos e substâncias reagentes, limitando a utilização de tais técnicas a campo. Ainda, Dumpala et al. (2006) observaram que amostras seminais de galos com

espermatozoides mortos ou imóveis são capazes de aumentar o IME, indicando uma inadequação deste método de avaliação

Desta forma, é necessário avaliar ambos os parâmetros, pois a motilidade espermática pode apresentar percentuais que classificam um macho como bom reprodutor e, no entanto, as células podem apresentar baixa capacidade em atingir o infundíbulo na fêmea, determinando baixos índices de fertilidade para a ave em questão. Rotineiramente, a verificação da motilidade pela diluição do sêmen fresco, e visualização através da microscopia óptica, representa um método de baixo custo e simples a ser utilizado na avicultura. Valores percentuais podem ser atribuídos as amostras de acordo com a intensidade de deslocamento da célula através do campo visual, devendo ser sempre realizada pela mesma pessoa.

Situações que contribuem para a redução da motilidade espermática incluem as relacionadas ao estresse oxidativo. Segundo Halliwell e Gutteridge (1999), a primeira indicação de que essa condição afeta a viabilidade e a função do gameta masculino, foi obtida em 1943 pela observação de que o espermatozoide humano, incubado na presença de elevadas concentrações de  $O_2$ , perdia rapidamente sua motilidade, e a adição de catalase, sob as mesmas condições, evitava a redução deste índice.

Sob o ponto de vista nutricional, Aghaei et al. (2010) observaram que baixas concentrações séricas de microminerais promovem uma redução nos índices de motilidade espermática em aves reprodutoras. Já Bongalhardo et al. (2000) observaram acentuado declínio da motilidade com o avançar da idade em galos leves, sendo possível relacionar o declínio deste parâmetro a uma condição fisiológica da espécie.

#### **5.5.4 Concentração espermática**

Mesmo apresentando um baixo volume de sêmen, o potencial reprodutivo de uma ave doméstica está condicionado a qualidade do conteúdo secretado. Esta abrange tanto a condição microbiológica quanto o número de células reprodutivas ali presentes. A avaliação da concentração espermática em uma amostra de sêmen determina o número de espermatozoides presentes em mililitros do conteúdo, aproximando ainda mais a avaliação da eficiência reprodutiva de um galo.

Segundo Adjanohoun (1994), a produção de espermatozoides atinge seu máximo entre 24 e 30 semanas de idade e, assim, permanecem até aproximadamente 40 semanas, ocorrendo um decréscimo na medida em que os machos envelhecem. A queda de fertilidade com a idade é variável de um macho para outro, e será retardada ou acelerada por diferentes fatores ambientais e de manejo.

A avaliação da concentração espermática deve ser precisa, visto que a não homogeneização da amostra e/ou a presença de contaminantes irão interferir no valor real da amostra. De acordo com Paulenz et al. (1995), a concentração espermática deve ser determinada de forma padronizada, podendo ser realizada utilizando o espectrofotômetro, uma técnica menos subjetiva do que a câmara de *Neubauer*.

Assim como os demais parâmetros relacionados a qualidade espermática, a concentração de células no ejaculado possui diversos fatores que influenciam seus valores. A idade e a temperatura ambiente, por exemplo, possuem uma correlação negativa com este parâmetro, onde ambos os fatores interferem diretamente nas taxas hormonais influenciando, indiretamente, a espermatogênese (KHAN, 2011).

Em mamíferos, é possível observar menor concentração de espermatozoides em espécies que produzem alto volume de ejaculado (GARNER & HAFEZ, 2004), sendo possível enquadrar as aves na mesma característica, visto o baixo volume observado e a alta concentração espermática que as mesmas apresentam.

#### **5.5.5 Morfologia e integridade espermática**

A morfologia da célula espermática representa um dos mais importantes parâmetros qualitativos do conteúdo seminal, indicando desordens na espermatogênese por fatores diversos (KUSTER et al., 2004). A técnica mais comum para a avaliação da morfologia consiste na preparação de um esfregaço com a amostra de sêmen e coloração com eosina e nigrosina, permitindo a visualização das células através da microscopia. Com o objetivo de comparar a utilidade de diferentes metodologias de coloração com eosina e nigrosina na avaliação morfológica de espermatozoides, Łukaszewicz et al. (2008), concluíram que o método de avaliação possui influencia sobre a morfologia espermática em aves reprodutoras. A observação permite distinguir espermatozoides vivos de mortos,

íntegros de mal formados e alterações em uma ou mais porções de suas estruturas. O princípio é que o espermatozoide vivo e com a membrana plasmática intacta impede a entrada da eosina, apresentando-se translúcido no contraste com o corante nigrosina. Já a célula morta ou com a membrana danificada, permite a entrada do corante apresentando-se rósea. Ainda, o espermatozoide vivo pode apresentar defeitos na porção cranial (cabeça), peça intermediária e cauda (EDENS et al., 1973), sendo estas malformações classificadas na avaliação morfológica.

Embora este tipo de metodologia seja utilizada na rotina de avaliação da fertilidade de reprodutores, esta avaliação não é suficiente para identificar algumas alterações espermáticas que podem levar à subfertilidade, tais como alterações na compactação da cromatina no núcleo da célula espermática (SOARES & BELETI, 2006). Sistemas que utilizam a análise computadorizada de imagens, métodos de “coloração” empregando corantes fluorescentes (sondas fluorescentes) em microscopia de epifluorescência ou citometria de fluxo, aumentaram a possibilidade de uma análise mais criteriosa da integridade estrutural dos espermatozoides (ARRUDA et al., 2011).

De uma forma geral, as anomalias espermáticas são incompatíveis com a boa fertilidade, qualquer alteração nas características morfológicas pode comprometer a motilidade e a sobrevivência do espermatozoide (MACIEL, 2006).

#### **5.5.6 Potencial fertilizante**

Em mamíferos, o espermatozoide necessita passar por processos fisiológicos para tornar-se apto à fecundação, onde a capacitação representa um desses. O processo ocorre quando os gametas masculinos encontram-se no órgão reprodutor feminino, onde os espermatozoides adquirem motilidade hiperativada, facilitando sua ligação à zona pelúcida. Neste local irá ocorrer a reação do acrossomo e ligação ao oolema do óvulo, sendo fundamental a integridade da membrana plasmática, acrossomo e cromatina do espermatozoide (GILLAN et al., 2006).

Um dos métodos utilizados para a avaliação do potencial fertilizante em aves domésticas é o teste de penetração na membrana perivitelinica, que consiste na separação da membrana interna de ovos frescos não férteis e diluição da amostra de sêmen a ser associada a esta porção. Todo o processo ocorre em meio que reflete as condições do oviduto de fêmeas, permitindo que o espermatozoide perfure

a membrana, sendo possível visualizar tais orifícios com o auxílio da microscopia (ROBERTSON & WISHART, 1997). O número de espermatozoides na membrana perivitelínea é um indicativo mais acurado em relação a real habilidade fertilizante do espermatozoide (TYLER & BEKKER, 2012).

Contudo, para que tenha utilidade em nível comercial, um teste de penetração espermática deve ser fácil, prático e com alta sensibilidade em identificar os índices de fertilidade nos lotes, permitindo a utilização na rotina de uma granja. O *Sperm-Binding Assay* (SBA), por exemplo, é um teste baseado na adesão dos espermatozoides a um substrato sintético. O teste já está sendo utilizado para estimativas de fertilidade *in vivo* em sêmen de galos (BARBATO et al., 1998), apresentando execução menos trabalhosa, porém, exige equipamento especializado para fazer sua leitura.

Dentre os fatores que prejudicam a habilidade fertilizante do espermatozoide de galos reprodutores, destacam-se aqueles que afetam diretamente o metabolismo lipídico, considerando que os lipídeos representam o componente básico de constituição seminal, compondo as membranas acrossomais e participando em processos vitais no metabolismo destas células (ZANIBONI & CEROLINI, 2009). A peroxidação dos lipídeos presentes nas membranas acrossomais, por exemplo, modifica e compromete toda a estrutura dessa célula reprodutiva, inviabilizando sua função.

De uma maneira geral, diversos testes para a avaliação seminal têm sido descritos (WISHART, 1982; BAYYARI et al., 1990; DONOGHUE et al., 1995; FROMAN and McLEAN, 1996; McDANIEL et al., 1998), contudo, a célula espermática precisa ser capaz de ligar-se e penetrar a membrana perivitelínea do óvulo para efetivar a fertilização. Desta forma, o teste de penetração é o último e decisivo critério para o descarte de galos, predizendo o potencial reprodutivo da ave doméstica.

## **5.6 Importância das dietas individualizadas em matrizeiros comerciais**

Dividir o período de produção em diversas fases reduz o intervalo entre pesos corporais e permite o fornecimento de dietas mais próximas das exigências nutricionais em cada fase, reduzindo a excreção de nutrientes que possuem expressiva participação nos custos totais com alimentação. Entretanto, para matrizes pesadas, geralmente são utilizadas entre quatro a cinco dietas durante toda a vida

da ave, principalmente devido aos custos operacionais, econômicos e logísticos de produção.

Diferentemente dos objetivos pretendidos na produção de frangos, em sistemas de matrizes para frangos de corte o manejo alimentar e nutricional é voltado, prioritariamente, para a máxima produção de ovos e fertilidade, sendo necessário o controle de peso corporal durante todo o período produtivo.

Apesar de consistentes avanços genéticos na avicultura, os quais contribuíram para o reconhecimento do mercado brasileiro no setor de produção e exportação de frangos, a busca pelo modelo *Gallus gallus* que agregue altos índices de fertilidade para as matrizes a altas taxas de crescimento para a progênie, segue acelerada tanto em instituições de pesquisa como na indústria. A mescla das duas linhagens comerciais mais utilizadas nos sistemas de produção de frangos; a “X” com melhores índices de eficiência reprodutiva e, a “Y”, com frangos de crescimento rápido, contribuiria, em parte, para a eficiência animal no setor. Contudo, tal associação, até o presente momento, é fisiologicamente incompatível.

Assim como todas as espécies de vertebrados, além de fatores genéticos, sanitários e ambientais que afetam a capacidade reprodutiva de aves, as dietas contribuem com uma parcela significativa nos índices de fertilidade. Dependendo da fase de produção, a deficiência ou excessiva quantidade de determinados nutrientes, podem afetar diretamente o desempenho reprodutivo em um lote de matrizes comerciais.

A afirmativa atinge proporções maiores quando o manejo alimentar dos machos reprodutores é levado em consideração, haja vista que estas aves frequentemente encontram-se em uma escala inferior ou inexistente no que se refere a estratégias nutricionais em granjas de matrizes de frangos de corte. Geralmente, esta categoria não é atendida em suas exigências nutricionais, recebendo dietas formuladas de acordo com as exigências das fêmeas desde o período de recria até o final da fase de produção.

Na fase de recria, por exemplo, entre a 4<sup>a</sup> e a 12<sup>a</sup> semanas de idade, ocorre o pico de proliferação das células de Sertoli em aves (COBB-VANTRESS, 2008), as quais possuem a função de sustentação das células espermáticas em maturação, estando diretamente correlacionadas com parâmetros de fertilidade. Desta forma, as exigências para galos reprodutores devem ser atendidas desde a recria, contribuindo para o desenvolvimento de estruturas importantes na reprodução.

De acordo com o NRC (1994), as recomendações de proteína para matrizes pesadas variam de 15,6 a 23,1 gramas de proteína/ave/dia, sendo estes níveis determinados em pesquisas realizadas entre os anos de 1976 a 1988. Para galos pesados, as recomendações variam entre nove a 15 gramas de proteína/ave/dia, onde o máximo de proteína recomendado para o macho equivale ao mínimo sugerido as fêmeas. De acordo com Buckner et al (1986), o nível de 10,9 g de proteína/ave/dia é suficiente para manter a produção e qualidade espermática em galos adultos. Já Tylor & Bekker (2012) observaram um efeito negativo sobre a fertilidade de galos pela redução da proteína bruta em níveis abaixo de 12,6%.

A percepção de que aves reprodutoras fêmeas e machos contribuem com secreções reprodutivas distintas, o ovo e o sêmen, respectivamente, deixa evidente a necessidade em suplementar maiores níveis de proteína para as fêmeas, sendo que tais níveis poderão influenciar negativamente o desempenho dos machos. McDaniel (1985) afirma que o fornecimento de dietas elaboradas para as fêmeas aos galos, promove uma ingestão excessiva de proteína bruta por estes, reduzindo a produção e viabilidade espermática, afetando a fertilidade e a eclodibilidade em matrizeiros comerciais.

Em estudo recente com aves reprodutoras da linhagem *New Yangzhou*, Ling & Zhiyue (2010) relataram melhor desempenho reprodutivo e eficiência econômica em galos alimentados com 13,04% de proteína bruta nas dietas. Rostagno et al. (2011) recomendam níveis de proteínas levando em consideração a produtividade, energia metabolizável (EM) e consumo de ração (CR) das matrizes, onde os valores variam entre 12,4 a 15,0%. Já para galos reprodutores, as recomendações também consideram a EM da dieta e o CR diário, variando entre 11,7 (360 Kcal/d de EM e CR de 130g/ave/dia) e 12,6% (385 Kcal/d de EM e CR de 140g/ave/dia).

Considerando o preço atual do farelo de soja em R\$ 1,20/Kg (AGROLINK, 2013) é possível estimar, através de um cálculo bruto e considerando que o farelo contribua por toda fração proteica da dieta, que a redução do nível proteico em uma dieta para machos reprodutores de 16% para 10,9%, representa uma economia de R\$ 1.716,00/ave no período de 20 a 60 semanas de idade. Geralmente, os matrizeiros são formados por núcleos de produção com seis aviários de capacidade para nove mil galos em cada galpão, sendo possível expandir ainda mais a economia em utilizar rações formuladas com as exigências nutricionais para esta categoria.

A economicidade de uma dieta específica para galos também pode estar associada a um melhor aproveitamento e persistência de produção dos lotes. Galos alimentados com dietas formuladas para fêmeas (alta proteína) apresentam um declínio precoce nos índices de fertilidade, sendo necessário o descarte a partir das 45 semanas de idade (HOCKING, 1989).

Adicionalmente, dietas individualizadas para os galos podem reduzir os custos com a fração energética das dietas. As recomendações variam entre 385 a 467 Kcal de EM/ave/dia para as fêmeas e de 360 a 385 Kcal de EM/ave/dia para galos pesados (ROSTAGNO et al., 2011). Novamente, o valor máximo estimado para os machos equipara-se ao mínimo exigido para fêmea, retornando a mesma preocupação quanto o excesso de nutrientes e possíveis interferências no metabolismo dos galos. O peso excessivo constitui em um dos fatores mais associados a infertilidade em galos pesados, associada tanto a aspectos físicos (volume de peitoral) que impedem a monta (TAYLOR & BEKKER, 2012), quanto pelas alterações metabólicas pelos níveis de lipídios circulantes (HOCKING & BERNARD, 1997).

As dietas para fêmeas em postura também são ricas em cálcio, mineral essencial para a formação da casca do ovo. Entretanto, a ingestão excessiva deste mineral pelos machos possui um efeito negativo em seu desempenho, principalmente por interagir com o manganês, zinco e magnésio, tornando-os indisponíveis para absorção no trato gastrointestinal (WALDROUP, 1996).

### **5.7 Nutrientes com potencial de atuação na reprodução**

No que concerne ao manejo alimentar, inovações relacionadas aos ingredientes e/ou substâncias utilizados nas dietas vem sendo pesquisadas com o objetivo de ganhar novos espaços de mercado, bem como reduzir os custos com alimentação, visto que estes podem atingir 70% dos custos totais de produção na avicultura.

Considerando características fisiológicas de galos reprodutores já citadas neste trabalho, uma tendência no manejo nutricional para esta categoria refere-se a suplementação de substâncias que atuem na proteção da membrana espermática frente a situações de estresse oxidativo, exercendo ação suporte as demais condições que envolvem a exposição metabólica as espécies reativas de oxigênio. De acordo com Surai (2010), o passo mais importante na prevenção do estresse

oxidativo e equilíbrio da defesa antioxidante no organismo animal é a suplementação de substâncias antioxidantes nas dietas.

Dentre os minerais que atuam nos mecanismos de defesa antioxidante, destacam-se o selênio, zinco e cobre. O zinco e o cobre são componentes estruturais e catalíticos da enzima superóxido dismutase (Cu-ZnSOD) a qual converte radicais superóxido a peróxido de hidrogênio e oxigênio molecular no citoplasma celular (GUO et al., 2001). Contudo, as formas inorgânicas utilizadas nos suplementos minerais e vitamínicos para aves, podem não disponibilizar a quantidade necessária destes para o animal, principalmente por interagirem com os demais nutrientes presente nas dietas.

Ao avaliar o efeito da suplementação de zinco para galos reprodutores, Gallo et al (2003) observaram melhor qualidade seminal neste grupo. Este resultado é associado ao melhor desenvolvimento dos testículos, resultando em maior peso destas gônadas, maior diâmetro e número de túbulos seminíferos, maior proliferação de células de Sertoli e Leydig e redução do espaço intersticial (AL-DARAJI & AMEN, 2012).

Peric et al. (2007) observaram melhor desenvolvimento de pintinhos provenientes de lotes de matrizes suplementadas com selenometionina nas dietas. Em galos pesados, a suplementação de selênio promove melhor qualidade de sêmen em comparação a aves deficientes deste mineral (EDENS & SEFTON, 2009). A deficiência de selênio nas dietas reduz o número de espermatozoides normais por ejaculado, a motilidade e, conseqüentemente, a capacidade fertilizante, sendo este fenômeno já descrito em roedores, humanos e aves domésticas (AGHAEI et al., 2010).

As vitaminas A, E e C atuam como antioxidantes naturais, removendo radicais livres produzidos pelos processos metabólicos celulares ou por estressores das mais diferentes origens, mantendo a integridade das membranas (CHEW & PARKS, 2004). De acordo com o NRC (1994) para aves, os suplementos vitamínicos comerciais, frequentemente contem níveis de vitaminas acima do mínimo recomendado, sendo que os níveis máximos de tolerância para aves são de 10 a 30 vezes os recomendados para vitamina A, 100 vezes para vitamina E, e mil vezes os níveis recomendados para vitamina C. As recomendações mínimas para cada uma das vitaminas supracitadas são de oito e dois milhões de unidades internacionais

(MUI) para as vitaminas A e C e 10 trilhões de unidades internacionais (TUI) para vitamina E.

Na reprodução, a vitamina A atua como cofator de enzimas envolvidas na síntese de progesterona, hormônio que contribui para uma maior qualidade de embriões em mamíferos (AMARAL et al., 2004). A necessidade da vitamina A na reprodução foi reconhecida pela primeira vez no início do século XX e, atualmente, acredita-se que todas as formas de ácidos retinóicos atuem na espermatogênese e manutenção da integridade do trato genital em machos e na implantação e início da meiose no trato reprodutor de fêmeas (CLAGETT-DAME & KNUTSON, 2011).

A vitamina E estabiliza radicais livres, porém, algumas formas do tocoferol são oxidadas facilmente na presença de oxigênio molecular (KIM et al., 2010). O enriquecimento da célula espermática com alfa tocoferol, pela suplementação desta vitamina nas dietas tem sido associado a uma redução significativa da susceptibilidade do espermatozoide a lipoperoxidação no sêmen fresco de galos (SURAI, 2010). Contudo, o alto custo da suplementação nas dietas para aves e a instabilidade deste nutriente frente aos processos térmicos durante a elaboração das rações, limitam a utilização da vitamina E pela indústria avícola.

É importante ressaltar que cada uma das substâncias antioxidantes com potencial de serem administradas via dieta, possuem um sítio de atuação dentro do sistema de defesa da célula (EDENS & SEFTON, 2009), onde a suplementação conjunta possibilita maior amplitude de resposta frente ao estresse oxidativo.

Estudos preliminares tem demonstrado que é possível utilizar rotas específicas de expressão gênica para avaliação dos efeitos da nutrição em processos metabólicos chave no desempenho reprodutivo (DAWSON, 2006).

Assim sendo, a avaliação de nutrientes para galos pesados contribuirá para um melhor aproveitamento desta categoria em matrizeiros comerciais, haja vista a capacidade de algumas substâncias em influenciar direta ou indiretamente a massa testicular de machos reprodutores bem como a qualidade seminal.

## **5.8 Considerações finais**

O manejo de galos reprodutores requer atenção quanto ao controle de peso corporal, desenvolvimento gonadal na fase de recria e estímulo a produção e qualidade espermática na fase reprodutiva. Todos estes objetivos possuem maior probabilidade de serem alcançados através de um manejo nutricional adequado. A

restrição alimentar, por exemplo, é indispensável para transpor a herança genética a ser transmitida a progênie, permitindo a manutenção do lote em uma faixa de peso corporal aceitável.

A elaboração de dietas individualizadas para machos reprodutores representa um avanço considerável na indústria avícola, contribuindo para a extensão da vida útil para esta categoria. Adicionalmente, a suplementação de produtos que promovam melhor qualidade seminal, reduzirão os índices de infertilidade nos plantéis avícolas e, conseqüentemente, poderão extinguir práticas onerosas e potencialmente arriscadas.

## 5.9 Referências

ADJANOHOOUN, E. Fertilidade relacionada aos machos. In: **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, cap. 8, p. 107-115. 1994.

AGHAEI, A.; TABATABAEI, S.; NAZARI, M. The correlation between mineral concentration of seminal plasma and spermatozoa motility in roosters. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, n.10, p.1476-1478, 2010.

AGROLINK. Cotações. Disponível em <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/soja>. Acesso em 02/01/2013, as 14:15.

AL-DARAJI, H.J. & AMEN, M.H.M. Effect of the Supplementation of the Broiler Breeder Males' Ration with Zinc on Histological Traits of Testes. **International Journal of Applied Poultry Research**, v.1, n.1, p.10-14, 2012.

AMARAL, B.C. DO; SOUZA, J.C. DE; BERTECHINI, A.G.; VIVEIROS, A.T.M.; TEIXEIRA, J.C.; VIVEIROS, A.T.M.; TEIXEIRA, J.C.; ARANTES, A.F.A. Efeito de diferentes dosagens de vitamin A injetável na produção e qualidade de embriões bovinos da raça Nelore. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.3, p.662-667, 2004.

ARRUDA, R.P.; SILVA, D.F.; AFFONSO, F.J.; LEMES, K.M.; JAIMES, J.D., CELEGHINI, E.C.C.; ALONSO, M.A.; CARVALHO, H.F.; OLIVEIRA, L.Z.; NASCIMENTO, J. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, n.2, p.145-151, 2011.

BACON, W. L.; KURGINSKI-NOONAN, B.A.; YANG, J. Effects of Environmental Lighting on Early Semen Production and Correlated Hormonal Responses in Turkeys. **Poultry Science**, v.79, p.1669–1678, 2000.

BAHR, J.M. e JOHNSON, P.A. Reproduction in poltry. In: CUPPS, P.T. **Reproduction in domestic animals**, 4ªed. Academic Press, San Diego, CA, p.555-575, 1991.

BARBATO, G.F.; CRAMER, P.G.; HAMMERSTEDT, R.H. A practical in vitro spermegg binding assay that detects subfertile males. **Biology of Reproduction**, v. 58, p.686-699, 1998.

BAYYARI, G. R., COOK, J. R.; HARRIS, G.C.; L. B. MACY, M. F.SLAVIK, AND J. K. SKEELES. Research note: The evaluation of chicken spermatozoa using fluorescent staining in a 96 well format. **Poultry Science**, v.69, p.1602–1605, 1990.

BOLTZ, D.A.; ZIMMERMAN, C.R.; NAKAI, M.; BUNICK, D.; SCHERBA, G.; BAHR, J.M. Epididymal Stone Formation and Decreased Sperm Production in Roosters Vaccinated with a Killed Strain of Avian Infectious Bronchitis Virus. **Avian Diseases**, v.50, n.4, p.594-598, 2006.

BONGALHARDO, D.C.; DIONELLO, N.J.L.; LEDUR, M.C.; RUTZ, F. Parâmetros Genéticos para Caracteres de Sêmen de Aves White Leghorn. 2. Correlações com Caracteres de Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.392-396, 2000.

BRUGGEMAN, V.; VAN AS, P.; DECUYPERE, E. Developmental endocrinology of the reproductive axis in the chicken embryo. **Comparative Biochemistry and Physiology**, p.839–846, 2002.

BUCKNER, R. E., J. A. RENDEN, AND T. F. SAVAGE. The effect of feeding programs on reproductive traits and selected blood chemistries of caged broiler breeder males. **Poultry Science**, v.65, p.85–91, 1986.

BURROWS, W.H., QUINN, J.P. The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. **Poultry Science**, v. 26, p.19–24, 1937.

CELEGHINI, E.C.C.; ALBUQUERQUE, R.; ARRUDA, R.P.; LIMA, C.G. Avaliação das características seminais de galos selecionados para a reprodução pelo desenvolvimento da crista. **Brazilian Journal of Veterinarian Research and Animal Science**, v. 38, n.4, p.177-183, 2001.

CHEW, B.P. & PARK, J.S. Carotenoid action on the immune response. **Journal of Nutrition**, v.134, p.257S–261S, 2004.

CHUNG, K. M.; M. O. SMITH AND H. G. KATTESH. The influence of double interspiking on production and behavior in broiler breeder flocks in elevated temperature conditions. **Journal of Applied Poultry Research**, v.21, n.1, p.63-69, 2012.

CLAGETT-DAME, M. and KNUTSON, D. Vitamin A in Reproduction and Development. **Nutrients**, v. 3, p.385-428, 2011.

COBB-VANTRESS. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: **Suplemento de Manejo de Matrizes Cobb 500**, p.62, 2008.

DAGHIR, N. J. AND JONES, R. Breeder and hatchery management in hot climates. Chapter 11. In: **Poultry production in hot climate** (ed. N. J. Daghir), 2nd Ed., CAB International, UK, p. 294-329, 2008.

DAWSON, K. A. Nutrigenomics: Feeding the genes for improved fertility. **Animal Reproduction Science**, v. 96, p.312–322, 2006.

DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V.; ONAGBESAN, O; SA, M. Endocrine Physiology of Reproduction in the Female Chicken:Old Wine in New Bottles. **Avian and Poultry Biology Reviews**, v.13, n.3, p.145-153, 2002.

DONOGHUE, A. M., D. L. GARNER, D. J. DONOGHUE, AND L. A. JOHNSON. Viability assessment of turkey sperm using fluorescent staining and flow cytometry. **Poultry Science**, v.74, p.1191–1200, 1995.

DONOGHUE, A.M. & WISHART, G.J. Storage of poultry semen. **Animal Reproduction Science**, v.62, p.213–232, 2000.

DUMPALA, P. R.; PARKER, H. M.; MCDANIEL, C. D. Similarities and Differences Between the Sperm Quality Index and Sperm Mobility Index of Broiler Breeder Semen. **Poultry Science**, v.85, p.2231–2240, 2006.

EDENS, F.W. & SEFTON, A.E. Sel-Plex® Improves Spermatozoa Morphology in Broiler Breeder Males. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.9, p.853-861, 2009.

EDENS, F.W., VAN KREY, H.P., SIEGEL, P.B. Selection for body weight at eight weeks of age - Spermatozoal morphology. **Poultry Science**, v.52, p.2287–2289, 1973.

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

FERNANDEZ, M.M.F.T. Increase and decrease of sperm production. A potent penis. Los Angeles, California, USA, 2008.

FROMAN, D. P., AND MCLEAN, D.J. Objective measurement of sperm motility based upon sperm penetration of Accudenz®. **Poultry Science**, v.75, p.776–784, 1996.

FROMAN, D. Sperm Mobility Determines Fertility in Roosters. IN: **NRI Research Highlights**. USDA, n.3. 2006.

FROMAN, D.P. E KIRBY, J.D. Reprodução do macho. IN: **Reprodução Animal**, Barueri, SP: Manole. p.237-257, 2004.

GALLO, R.; VERONICO, M.; NACUCCHI, O.; TAFARO, E.; BARILE, P.; NICASTRO, F.; ZEZZA, L. The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of Broiler Breeder Males. **Italian Journal of Animal Science**, v.2, p. 471-473, 2003.

GARNER, D.L. & HAFEZ, E.S.E. Espermatóides e plasma seminal. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 6 ed. São Paulo: Manole, 2004. p. 97-110.

GILLAN, L.; EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. Flow cytometric evaluation of sperm parameters in relation to fertility potential. **Theriogenology**, v.63, p.445-457, 2006.

- GUNDOGANA, M.; YENIA, D.; AVDATEKA, F.; FIDANB, A.F. Influence of sperm concentration on the motility, morphology, membrane and DNA integrity along with oxidative stress parameters of ram sperm during liquid storage. **Animal Reproduction Science**, v.122, p.200-207, 2010.
- GUO, R., HENRY, P.R., HOLWERDA, R.A. et al. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1132-1141, 2001.
- HALLIWELL B, GUTTERIDGE JMC. Free radicals in biology and medicine. 3.ed. New York: Oxford University Press, 936p. 1999.
- HOCKING, P. M. Effect of dietary crude protein concentration on semen yield and quality in male broiler breeder fowls. **British Poultry Science**, v.30, n.935-945, 1989.
- 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. **British Poultry Science**, v.38, p.29-37, 1997.
- HOWARTH Jr., B. Fertilizing ability of cock spermatozoa from the testis, epididimis, and vas deferens following intramaginal insemination. **Biology of Reproduction**, v.28, p.586–590, 1983.
- HUSSAIN, A.; KHAN, M.Z.; KHAN, A.; SALEEMI, M.K.; JAVED, I. Testicular Development and Hematological Parameters of Male Broiler Breeders Under Subtropical Environment. **Pakistan Journal of Zoology**, v.43, n.6, p.1033-1040, 2011.
- KHAN, R.U. Antioxidants and poultry semen quality. **World's Poultry Science Journal**, v.67, p.297-308, 2011.
- KIM, Y.J.; PARK, W.Y.; CHOI, I.H. Effects of dietary  $\alpha$ -tocopherol, selenium, and their different combinations on growth performance and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, n.3, p.603-608, 2010.
- KUSTER, C.E., SINGER, R.S., ALTHOUSE, G.C. Determining sample size for the morphological assessment of sperm. **Theriogenology**, v.61, p.691–703, 2004.
- LEESON, S. AND J. SUMMERS. 2000. IN: **Broiler Breeder Production**, 329p. University Books, Guelph, Ontario, Canada.
- LEWIS, P.D. Photoperiod and Control of Breeding. IN: **Biology of Breeding Poultry**. Poultry Science Series, v.29, 455p. CAB International, Cambridge, MA. 2009.
- LING, Z., AND ZHIYUE, W. Effects of different dietary crude protein levels on reproductive performance in breeder roosters. **Animal Husbandry and Feed Science**, v.2, n.1, p. 27-31, 2010.
- ŁUKASZEWICZ , E.; JERYSZ, A. ; PARTYKA, A.; SIUDZIN´SKA, A. Efficacy of evaluation of rooster sperm morphology using different staining methods. **Research in Veterinary Science**, v.85, p.583–588, 2008.

MACIEL, M. P. Características reprodutivas de galos leves e semi-pesados submetidos a diferentes fotoperíodos. 2006. 126 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MACIEL, M.P.; COTTA, J.T.B.; MURGAS, L.D.S.; LIMA, D.; LIMA, F.P.; ALVARENGA, A.L.N. Programas de luz sobre o desempenho e parâmetros seminais de galos semi-pesados. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1617-1621, 2011.

McDANIEL G.R. Comedouros separados para reprodutores machos y hembras. Troutman: Pilch 52p., 1985.

MCDANIEL, C. D., J. L. HANNAH, H. M. PARKER, T. W. SMITH, C. D. SCHULTZ, AND C. D. ZUMWALT. Use of a sperm analyzer for evaluating broiler breeder males. 1. Effects of altering sperm quality and quantity on the sperm motility index. **Poultry Science**, v.77, p.888–893, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL Committee on Animal nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition, Washington, D.C. **Nutrient requirements of poultry**. 9<sup>th</sup>ed., Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

PARKER, H. M., J. B. YEATMAN, C. D. SCHULTZ, C. D. ZUMWALT, AND C. D. MC DANIEL. Use of a sperm quality analyzer for evaluating broiler breeder males. 2. Selection of young broilerbreeder roosters for the sperm quality index increases fertile egg production. **Poultry Science**, v.79, p.771–777, 2000.

PAULENZ, H.; GREVLE, I. S.; TVERDAL, A.; HOFMO, P. O.; BERG, K. A. Precision of the Coulter® for routine assessment of boar-sperm concentration in comparison with the haemocytometer and spectrophotometer. **Reproduction in Domestic Animals**, v.30, n.3, p.107-111, 1995.

PERIC, L.; MILOSEVIC, N.; MILIC, D.; VUKIC-VRANJES, M. Effect of Sel-Plex in Broiler Breeder Diets on the Subsequent Day-old Chick Quality. World Poultry Science Association, **Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition**, August 26 – 30, Strasbourg, France, 2007.

ROBERTSON, L.; WISHART, G.J. In vitro sperm-egg interaction assay utilizing inner perivitelline layer from laid chicken eggs. In: BAKST, M.R.; CECIL, H.C. (Eds.). **Techniques for semen evaluation, semen storage, and fertility determination**. Savoy, IL: Poultry Science Association, Inc. p. 64-67, 1997.

ROSENSTRAUCH, A.; DEGEN, A.A.; FRIEDLANDER, M. Spermatozoa Retention by Sertoli Cells during the Decline in Fertility in Aging Roosters'. **Biology of Reproduction**, v.50, p.129-136, 1994.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Exigências Nutricionais de Aves Reprodutoras. IN: **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**, 3<sup>a</sup> Ed., Viçosa, MG: UFV/DZO, p.143, 2011.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p. 307-317, 2007.

SOARES J. M.; BELETTI M. E. Avaliação da integridade cromatínica de espermatozoides de galos de linhagem pesada em duas idades. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n.4, p.543-553, 2006.

SPRADLEY, J.M.; FREEMAN, M.E.; WILSON, J.L. AND DAVIS, A.J. The Influence of a Twice-a-Day Feeding Regimen After Photostimulation on the Reproductive Performance of Broiler Breeder Hens. **Poultry Science**, v.87, p.561-568, 2008.

SURAI, P.F. Natural Antioxidants in Poultry Nutrition: New developments. IN: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. **Proceedings...** 2010.

TYLER, N. & BEKKER, H. The effect of dietary crude protein on the fertility of male broiler breeders. **African Journal of Animal Science**, v.42, n.3, p.304-309, 2012.

WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v.68, p.13-20, 1996.

WISHART, G.J. Maintenance of ATP concentrations in and of fertilizing ability of fowl and turkey spermatozoa in vitro. **Journal of Reproduction**, v.66, p.457-462, 1982.

ZANIBONI, L. & CEROLINI, S. Liquid storage of turkey semen: Changes in quality parameters, lipid composition and susceptibility to induced in vitro peroxidation in control, n-3 fatty acids and alpha-tocopherol rich spermatozoa. **Animal Reproduction Science**, v.112, p.51-65, 2009.

## 6 ARTIGO III

### **Suplementação de antioxidantes na dieta de galos reprodutores em recria: desempenho produtivo, perfil bioquímico e resposta imunológica.**

GONÇALVES, F.M.<sup>1\*</sup>; FEIJÓ, J.O.<sup>2</sup>; SANTOS, V.L.<sup>1</sup>; SILVA, L.G.C.<sup>3</sup>;  
FARINA, G.<sup>4</sup>; KREUZ, B.S.<sup>4</sup>; ANCIUTI, M.A.<sup>5</sup>; GENTILINI, F.P.<sup>5</sup>; DEL PINO, F.A.B.  
<sup>4</sup>; RUTZ, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Zootecnia, UFPel;

<sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Veterinária, UFPel;

<sup>3</sup>Programa de Pós Graduação em Biotecnologia, UFPel;

<sup>4</sup>Curso de Zootecnia, UFPel;

<sup>5</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas/Visconde da Graça;

\*Autora para correspondência: [fmgvet@gmail.com](mailto:fmgvet@gmail.com). End.: PPGZ/UFPel, Campus  
Universitário, s/n, CEP 96010-900, Pelotas, RS.

#### 6.1 Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de um *blend* de antioxidantes nas dietas para galos reprodutores pesados em fase de recria, sobre o desempenho, resposta imunológica e perfil bioquímico. Um total de 210 reprodutores pesados *Cobb*, foi alojado em 40 boxes, permanecendo sete animais por boxe. A dieta basal foi composta por milho e farelo de soja, e os tratamentos consistiram em duas dietas: Controle (C) – dieta basal; e Blend de Antioxidantes (BA) – dieta basal suplementada com o *blend* de antioxidantes comercial. Os registros de desempenho foram realizados por todo o período experimental e as coletas de sangue foram realizadas as 5, 10 e 20 semanas de idade. Galos do tratamento C apresentaram maior ganho de peso, pior conversão alimentar, e maiores níveis séricos de albumina e ácido úrico. No período 2, os níveis de triglicérides séricos e VLDL foram menores nas aves do tratamento BA. Maiores níveis de HDL foram observados no tratamento BA no final da recria. No mesmo período, os animais do tratamento C apresentaram maiores níveis séricos de VLDL e ácido úrico. As aves do grupo BA apresentaram maior titulação de anticorpos 21 dias após a imunização. A suplementação de antioxidantes em dietas para galos reprodutores na fase de recria proporciona melhor conversão alimentar, resposta imunológica e de metabólitos relacionados ao estresse oxidativo. Sugere-se o acompanhamento destes parâmetros nas fases subsequentes, investigando possível relação com índices reprodutivos.

**Palavras chave:** Ácido úrico. Albumina. HDL. Metabolismo. Triglicérides.

## 6.2 Abstract

This study aimed to evaluate the effects of antioxidants supplementation in diets for broiler breeders in the rearing phase on performance, immune response, and biochemical profile. A total of 210 Cobb breeders males was housed in 40 boxes, remaining seven birds per pen. The basal diet consisted of corn and soybean meal, and the treatments were two diets: control (C) - basal diet, and Blend of Antioxidants (BA) - basal diet supplemented with a commercial blend of antioxidants. Performance were achieved throughout the trial period and blood samples were taken at 5, 10 and 20 weeks of age. Roosters from C treatment showed greater weight gain, lower feed conversion, and higher serum albumin and uric acid levels. In period 2, triglycerides and VLDL levels were lower in BA group. Higher levels of HDL were observed in BA at the end of rearing phase. In the same period, birds from C treatment had higher levels of uric acid and VLDL. The birds from BA group showed higher antibody titers 21 days after immunization. Antioxidants supplementation to broiler breeders males in rearing phase provides better feed conversion, immune response and metabolites profile related to oxidative stress. It's suggested to monitor these parameters in subsequent phases, investigating possible relationship with reproductive performance.

**Keywords:** Uric acid. Albumin. HDL. Metabolism. Triglycerides.

## 6.3 Introdução

A nutrição contribui com uma parcela significativa no desempenho produtivo e reprodutivo de aves domésticas, onde a escolha de ingredientes com alto valor nutricional e a formulação de dietas que atendam as exigências para cada categoria são estratégias essenciais para a produtividade de um lote. Entretanto, em algumas situações, as indústrias avícolas priorizam questões econômicas e de logística sobrepondo ao ideal de manejo recomendado. Um exemplo desta situação ocorre em granjas de matrizes comerciais onde, geralmente, as dietas são formuladas de acordo com as exigências nutricionais para as fêmeas, utilizando as mesmas para alimentação dos machos.

Diferentemente dos mamíferos, os testículos das aves estão na cavidade abdominal sob uma temperatura de 41°C (JACOB & PESCATORE, 2001), ocorrendo a espermatogênese nesta espécie mesmo sob alta temperatura. Ainda, os espermatozoides de aves são caracterizados por apresentarem um alto conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) na membrana acrossomal (SURAI, 2002), representando um risco para a ocorrência de peroxidação lipídica nestas estruturas e, por consequência, redução de fertilidade. Desta forma, a suplementação de

nutrientes como as vitaminas C e E, os microminerais selênio e zinco e carotenoides, abastecerá o organismo com elementos de atuação antioxidante já descrita, fortalecendo os mecanismos de defesa celular.

Nesta mesma linha de substâncias com atividade antioxidante, evidências sugerem o potencial de algumas espécies de algas marinhas. Apesar de apresentarem um alto conteúdo de PUFA e permanecerem sob a exposição diária a radiação ultravioleta e a altas concentrações de oxigênio, as membranas algais permanecem estáveis, não ocorrendo danos oxidativos nestas estruturas (RAMARATHNAM et al., 1995). Em avicultura, estudos tem evidenciado a ação benéfica da adição de extrato de algas no desempenho de frangos de corte (ROSS et al., 1990; ALVARENGA et al., 2011), não havendo evidências sobre efeitos da suplementação deste ingrediente na reprodução.

Edens & Sefton (2009), verificaram que a suplementação de selênio é essencial para a maturação sexual de galos pesados, registrando um atraso de sete semanas em galos alimentados com dietas deficientes neste micromineral. No mesmo sentido, Gallo *et al.* (2003) observaram melhor qualidade de sêmen em galos pesados suplementados com um dos nutrientes antioxidantes: selênio, zinco ou vitamina E, nas dietas. A mesma observação foi constatada por Mangiagalli et al. (2010) em galos pesados suplementados com licopeno nas dietas, nutriente com reconhecida atividade antioxidante.

De acordo com Romero-Sanchez et al. (2007), o consumo acumulado de nutrientes durante o período de recria de aves reprodutoras, possui efeitos benéficos em variáveis de desempenho produtivo e reprodutivo, principalmente para os machos. Adicionalmente, a utilização destas substâncias nas fases iniciais de reprodutores subsidiará processos metabólicos essenciais para um desenvolvimento corporal adequado, promovendo reflexos positivos nas fases subsequentes (WILLEMSEN et al., 2010).

Contudo, em todos os estudos supracitados, a suplementação de antioxidantes ocorreu entre o final do período de recria e início da vida reprodutiva (entre 18 e 21 semanas de idade), não priorizando as fases anteriores onde ocorre o desenvolvimento do sistema reprodutor. Nestas fases, a taxa de *turnover* celular é intensa e o metabolismo energético é mais acelerado pelo rápido crescimento dos animais, gerando, como consequência negativa, a formação de radicais livres, os quais deixam o organismo vulnerável ao estresse oxidativo.

O estresse oxidativo é comumente definido como um distúrbio do equilíbrio pró e antioxidante, causando desarranjos estruturais em lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, podendo ser desencadeado por baixos níveis de antioxidantes e/ou pelo aumento da produção de espécies reativas (HALLIWELL & WHITEMAN, 2004). Os melhores indicadores de estresse oxidativo são os elementos que atuam diretamente na defesa das células, como as enzimas superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase. Entretanto, são parâmetros difíceis de serem analisados por amostras sanguíneas de aves, pela baixa quantidade e pela dificuldade em manipulação, e por possuírem maior atividade em tecidos específicos, como fígado, bursa, rins e testículos (SURAI, 2002).

Diferentes ensaios devem ser aplicados de forma simultânea para obtenção de uma informação mais precisa sobre o *status* oxidativo de uma amostra (DEL RIO et al., 2002); alternativa que pode ser inviável em termos econômicos para uma indústria ou centros de pesquisa.

Alguns parâmetros metabólicos séricos são facilmente avaliados por *kits* comerciais reagentes. Ensaios de oxidação indicam que a albumina sérica desempenha um papel chave na resposta antioxidante, rompendo o consenso de que apenas o interior da célula necessita de mecanismos de defesa contra elementos oxidantes (ANRAKU et al., 2001).

Além disso, de acordo com Machín *et al.* (2004), o ácido úrico sérico representa um importante mecanismo antioxidante, onde a descoberta de métodos que promovam maiores níveis deste metabólito seria uma importante contribuição para saúde animal.

A suplementação de nutrientes com atividade antioxidante, como a vitamina C, vitamina E, vitamina A, zinco e selênio, promove maior proteção contra a oxidação de DNA, LDL e proteínas, sendo recomendada a inclusão destes nutrientes nas dietas em animais de produção (McDOWELL, 1989).

De acordo com o que foi exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de um *blend* de antioxidantes nas dietas para galos reprodutores pesados em fase de recria sobre o desempenho, resposta imunológica e perfil bioquímico.

#### 6.4 Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido no aviário experimental do IF-Sul Campus Pelotas/Visconde da Graça, modelo *dark house*, durante a fase de recria das aves (0-20 semanas).

Um total de 210 machos reprodutores *Cobb*, com um dia de idade, foi alojado em 40 boxes experimentais, em um delineamento completamente casualizado, permanecendo sete animais por boxe.

As dietas foram elaboradas de acordo com as exigências nutricionais para reprodutores pesados (ROSTAGNO et al., 2011) adaptado para as recomendações descritas no manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2008). As composições das dietas para cada fase estão descritas na Tabela 1. A dieta básica foi elaborada com milho e farelo de soja e os tratamentos consistiram em: Controle (C) – fornecimento de dieta básica a um grupo de 105 animais; *Blend* de Antioxidantes (BA) – dieta básica + suplementação *on top* de 200g/T de ração do *blend* de antioxidantes comercial<sup>4</sup> para o restante das aves. A ração foi fornecida de forma restrita a partir da 3ª semana de vida, onde a quantidade diária estipulada era a mesma para todos os animais e ajustada de acordo com a fase, não ocorrendo sobras.

Foram avaliadas as variáveis de desempenho peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e coeficiente de variação (CV). O desempenho foi avaliado durante todo o período experimental, sendo o registro de PC realizado semanalmente. O CV foi calculado pela fórmula:  $CV(\%) = (\text{desvio padrão}/\text{média de peso corporal do boxe}) * 100$ . O GP foi calculado pela diferença entre o peso corporal registrado na semana pelo peso registrado na semana anterior.

Para as coletas de sangue, foram escolhidos e identificados por anilhas numeradas, 10 animais por tratamento, de forma aleatória, permanecendo sempre os mesmos animais. As coletas foram realizadas as cinco semanas (Período 1), as 10 semanas (Período 2) e as 20 semanas de idade (Período 3), sempre pela manhã, previamente ao fornecimento de ração, totalizando um período de 12h de jejum alimentar. Utilizou-se o método de punção da veia ulnar para obtenção das alíquotas de sangue.

---

<sup>4</sup> Economase®, Alltech Inc. Curitiba, Brasil.

Todas as coletas foram realizadas pela mesma pessoa, a fim de evitar interferência do método, encaminhando-se as amostras ao Laboratório de Bioquímica Clínica da Universidade Federal de Pelotas para separação do soro.

Os parâmetros séricos avaliados foram: albumina, proteínas totais, triglicerídeos, colesterol, *high density lipoprotein* (HDL), *very low density lipoprotein* (VLDL), *low density lipoprotein* (LDL) e ácido úrico, utilizando-se kits reagentes específicos da Labtest<sup>®5</sup>. Para estimativa dos níveis de VLDL e LDL, utilizou-se a equação de Friedewald descrita por Avezum et al. (2005).

A resposta imunológica foi avaliada pela imunização das aves para a Doença de Newcastle as sete semanas de idade, obtendo-se o soro das mesmas aves e nos períodos já descritos. A avaliação do soro as cinco semanas representou o “branco”, onde nenhuma das aves havia recebido a vacinação para doença. Vinte e um e noventa e um dias após a imunização, foram coletadas amostras de sangue para a avaliação da titulação. A avaliação dos níveis de anticorpos foi realizada através do teste de ELISA utilizando-se um kit comercial específico da marca IDEXX<sup>®6</sup>.

Os dados da resposta imunológica foram transformados através da fórmula  $X_1 = X + C$ , onde “X” representa o valor original e “C” a constante de transformação com valor 12. Todos os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

---

<sup>5</sup> Labtest Diagnóstica S/A.

<sup>6</sup> IDEXX Laboratories, Inc.

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais calculados das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos galos.

Ingrediente	Fase (semanas)		
	Período 1 (0-4)	Período 2 (5-10)	Período 3 (11-20)
Milho grão	59,0	61,0	62,3
Farelo de soja	28,0	18,6	19,6
Farelo de trigo	3,0	10,0	6,3
Inerte	4,1	4,4	4,6
Calcário	0,3	0,7	1,0
Bicarbonato de Na <sup>+</sup>	0,3	0,4	0,4
Sal comum	0,2	0,3	0,3
Óleo soja	1,8	1,4	1,9
L-lisina HCl	0,09	0,1	0,2
DL-metionina	0,01	0,1	0,1
Núcleo <sup>1</sup>	3,0	3,0	3,0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Níveis nutricionais calculados</b>			
EM (kcal/kg)	2860	2800	2850
PB (%)	18,95	15,68	15,83
Ca (%)	1,03	1,22	1,27
P disp (%)	0,47	0,47	0,48
Metionina (%)	0,57	0,63	0,47
Lisina (%)	0,95	0,85	0,98
Cistina (%)	0,37	0,36	0,35
Na total (%)	0,19	0,24	0,24

Composição (quantidade por Kg de produto):: Ca 210g; P 85,7g; Mn 2.500mg; Zn 1.500mg; Fe 1.250mg; Cu 250mg; I 15mg; Se 8,2mg; Vit.A 250.000UI; Vit.D 50.000; Vit.E 275mg; Vit.K 42,5mg; Vit.B 45mg; Vit.B<sub>2</sub> 150mg; Vit.B<sub>6</sub> 62,5mg; Vit.B<sub>12</sub> 300mcg; Niacina 1.000mg; Ac. fólico 27mg; Ac. pantotênico 400mg; Colina 12,5g; Biotina 2mg; Metionina 45g.

## 6.5 Resultados e Discussão

De acordo com a tab.2, observou-se uma diferença ( $p < 0,05$ ) nas variáveis ganho de peso e conversão alimentar na fase inicial de recria (Período 1), sendo que os animais do grupo controle apresentaram maior ganho de peso e pior conversão alimentar em comparação ao grupo suplementado com o *blend*.

Como os machos reprodutores são selecionados mais especificamente pela conversão alimentar, eles consomem o alimento mais lentamente durante as primeiras semanas de vida em comparação as fêmeas, seguido por um rápido aumento no consumo promovendo maior ganho de peso (ALVARENGA et al., 2006). Entretanto, é necessário controlar a velocidade de deposição de gordura a fim de evitar o sobrepeso destes animais, considerando que tal condição prejudica a fertilidade por dificultar a cópula e a produção espermática. Ainda que os animais do tratamento controle tenham apresentado maior ganho de peso nas primeiras

semanas, os valores obtidos pelos animais do tratamento BA estão dentro dos padrões estabelecidos pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2008).

O mesmo comportamento foi observado para os valores de conversão alimentar que, embora melhores para os animais suplementados com o *blend*, apresentaram-se adequados para o grupo controle. Entretanto, efetuando um cálculo superficial sobre os valores obtidos no presente estudo, a redução de 0,06 gramas de ração por ave em uma granja contendo 30 mil machos reprodutores, representa uma redução de 1,8T de ração, representando uma economia de aproximadamente mil reais se considerado o preço do quilo de ração a R\$0,57 centavos. Já que a alimentação contribui com a maior parcela nos custos de produção de aves (STRADA et al., 2005), o resultado obtido contribui para uma redução deste item.

Tabela 2. Desempenho de galos reprodutores em fase de recria suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

Variável	Período 1 (0-4 semanas)		Período 2 (5-10 semanas)		Período 3 (11-20 semanas)	
	C	BA	C	BA	C	BA
	PC (g)	946,70	939,07	1645,75	1639,49	2384,86
	$P=0,54$		$P=0,78$		$P=0,57$	
GP (g)	190,27 <sup>a</sup>	181,16 <sup>b</sup>	125,10	128,70	71,03	88,81
	$P=0,009$		$P=0,55$		$P=0,33$	
CA (g)	1,65 <sup>a</sup>	1,59 <sup>b</sup>	2,55	2,47	2,62	1,62
	$P=0,007$		$P=0,47$		$P=0,38$	
CV (%)	8,25	7,23	9,42	8,20	9,74	9,81
	$P=0,31$		$P=0,21$		$P=0,96$	

C = controle; BA = blend de antioxidantes.

PC = peso corporal; GP = ganho de peso; CA = conversão alimentar; CV = coeficiente de variação.

<sup>ab</sup>Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ )

De acordo com a tab.3, observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para os níveis de albumina e ácido úrico na fase inicial de recria (período 1), nos níveis de triglicerídeos, VLDL e cálcio na 10<sup>a</sup> semana de vida (período 2) e nos parâmetros HDL, VLDL, ácido úrico e cálcio na fase final de recria (período 3). Os demais parâmetros, não foram influenciados pelos tratamentos em nenhum dos períodos de observação.

A albumina representa o principal e mais predominante elemento antioxidante no plasma sanguíneo, local constantemente exposto a altas concentrações de radicais livres e elementos instáveis resultantes dos processos metabólicos fisiológicos do organismo ou por ação de agentes externos (BOURDON

et al., 1999). Grande parte das propriedades antioxidantes séricas é atribuída a albumina, o maior nível desta proteína observado no grupo controle pode ser indicador de exposição a radicais livres, onde o aumento da secreção de albumina contribuiria para uma resposta mais efetiva frente ao estresse oxidativo, amenizando os efeitos deletérios relacionados a esta exposição.

Nazar et al. (2012) observaram uma redução dos níveis de albumina sérica em codornas alimentadas com dietas contaminadas por aflatoxinas ou medicadas com corticóides, ocorrendo uma exacerbação desta redução quando associados ambos os fatores. Assim, a imunossupressão testada pelos autores, também possui relação com o estresse oxidativo, considerando a alta produção de espécies reativas de oxigênio pela ativação de neutrófilos e, também, pela geração de ácido hipocloroso pelas células de defesa, um forte oxidante biológico (FELLENBERG & SPEISKY, 2006).

O grupo de animais suplementados com o *blend* de antioxidantes permaneceu sob as mesmas condições sanitárias, de ambiente e manejo do grupo controle, é possível inferir que a nutrição tenha atuado como modulador na resposta ao estresse oxidativo, onde a suplementação de nutrientes com atividade antioxidante foi suficiente para uma resposta efetiva dispensando a ativação de mecanismos fisiológicos para debelar esta condição. Tal constatação é sustentada pelo maior nível ( $p < 0,01$ ) de ácido úrico sérico no tratamento controle, observado no mesmo período e, também, no final da recria (período 3). O ácido úrico sérico desempenha uma importante função antioxidante em humanos e aves, realizando uma “varredura” por radicais livres no plasma sanguíneo e atuando como quelante de íons metálicos transitórios, os quais são convertidos em espécies pouco reativas (GLANTZOUNIS et al., 2005). Waring et al. (2001) observaram que a injeção intravenosa de ácido úrico em pessoas saudáveis proporcionou melhor resposta antioxidante frente a exposição de radicais livres em comparação a injeção de vitamina C.

Tabela 3. Perfil bioquímico de galos reprodutores em fase de recria suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

Parâmetro	Período 1		Período 2		Período 3	
	C	BA	C	BA	C	BA
TG (mg/dL)	30,00	36,30	24,87 <sup>a</sup>	21,51 <sup>b</sup>	23,18	22,94
	$P=0,07$		$P=0,007$		$P=0,89$	
Colest	141,40	149,69	126,77	131,61	107,75	123,52

(mg/dL)	<i>P</i> =0,77		<i>P</i> =0,17		<i>P</i> =0,16	
HDL	77,71	76,68	72,96	77,15	69,73 <sup>b</sup>	77,98 <sup>a</sup>
(mg/dL)	<i>P</i> =0,77		<i>P</i> =0,39		<i>P</i> =0,01	
VLDL	6,00	6,95	4,97 <sup>a</sup>	4,15 <sup>b</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,36 <sup>b</sup>
(mg/dL)	<i>P</i> =0,19		<i>P</i> =0,003		<i>P</i> =0,04	
LDL	67,69	66,25	48,80	46,72	33,41	27,91
(mg/dL)	<i>P</i> =0,76		<i>P</i> =0,74		<i>P</i> =0,29	
Alb	1,50 <sup>a</sup>	1,31 <sup>b</sup>	1,55	1,63	1,72	1,75
(g/dL)	<i>P</i> <0,001		<i>P</i> =0,17		<i>P</i> =0,73	
PPT	3,04	2,91	3,05	2,97	3,93	3,71
(g/dL)	<i>P</i> =0,30		<i>P</i> =0,37		<i>P</i> =0,26	
AU	3,45 <sup>a</sup>	2,50 <sup>b</sup>	2,84	2,99	5,47 <sup>a</sup>	3,66 <sup>b</sup>
(g/dL)	<i>P</i> <0,001		<i>P</i> =0,64		<i>P</i> <0,001	

C=controle; BA= blend de antioxidants; TG= triglicerídeos; Colest= colesterol; Alb= albumina; PPT= proteínas plasmáticas totais; AU= ácido úrico.

<sup>a,b</sup>Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ )

Objetivando maiores níveis de ácido úrico sérico, Machín et al. (2004) testaram quatro níveis de proteínas em dietas para frangos de corte evidenciando que o grupo alimentado com o maior nível apresentou elevação do ácido úrico sérico e uma correlação negativa com o estresse oxidativo. Desta forma, é possível afirmar que a composição da dieta influencia os níveis deste metabólito pois os dados obtidos no presente estudo evidenciam maiores níveis de ácido úrico para o grupo controle.

É possível associar a menor concentração de triglicerídeos observada no período 3 nos soro das aves suplementadas com o *blend* a um efeito benéfico proporcionado pelos antioxidantes sobre o metabolismo de lipídeos. Bayraktar et al. (2011) observaram redução nos triglicerídeos séricos em frangos alimentados com dietas contendo óleo oxidado e suplementados com vitamina E, justificando a utilização de substâncias antioxidantes em dietas rancificadas. Em estudo semelhante, Rashidi et al. (2010) observaram uma redução nos níveis séricos de triglicerídeos em frangos de corte suplementados com vitamina E nas dietas e submetidos a estresse térmico, relacionando tal resultado a uma melhor resposta antioxidante proporcionada pela adição da vitamina. No presente estudo, não se proporcionou nenhuma condição intencional de estresse aos animais, embora algumas atividades de manejo utilizadas durante o período de avaliação sejam consideradas como agentes estressores, podendo ter influenciado negativamente o equilíbrio oxidante.

Em aves, o VLDL é o principal transportador de triglicerídeos e o HDL é o principal transportador de fosfolipídeos e colesterol (HERMIER *et al.*, 1989), assim, os maiores níveis séricos de VLDL observados no grupo controle no período 2 corroboram os valores encontrados para triglicerídeos.

Freqüentemente, altos níveis de triglicerídeos são associados a um aumento nos níveis de LDL e redução do HDL séricos (MUSA *et al.*, 2007) e, embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os tratamentos nos níveis de HDL sérico, observou-se uma tendência de menores níveis no soro dos animais do grupo controle que apresentou maiores níveis de triglicerídeos.

Os níveis de HDL foram superiores no soro dos animais suplementados com o *blend* na fase final da recria (período 3), mesmo período em que foi observado menores níveis de VLDL, principal forma de transporte de triglicerídeos. Sahina *et al* (2006) observaram maior concentração de HDL sérico em frangos suplementados com licopeno, substância com alta atividade antioxidante, e uma redução nos níveis de VLDL e LDL. No presente estudo, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para os níveis de LDL no último período de observação, entretanto, nota-se uma tendência na redução deste metabólito nas amostras do grupo suplementado com o *blend* de antioxidantes.

A hiperlipidemia tem sido associada a um aumento nos níveis metabólicos de oxidação, afetando lipoproteínas e o equilíbrio dos mecanismos antioxidantes (BAE *et al.*, 2001). Sahina *et al.* (2006) observaram diminuição nos níveis séricos de triglicerídeos em codornas de postura submetidas a estresse térmico e Huff *et al.* (2008), observaram a mesma diminuição em perus sob as mesmas condições.

Maglich *et al.* (2009) descobriram que o receptor nuclear que regula genes hepáticos envolvidos na detoxificação de substâncias e genes envolvidos na homeostasia energética, também regulam os níveis de triglicerídeos séricos em condições de estresse metabólico ou nutricional. A interação entre dieta e expressão gênica tem sido foco de vários estudos em nutrigenômica, área relativamente nova em nutrição animal (GONÇALVES *et al.*, 2009) a qual poderá evidenciar com maior clareza as respostas obtidas em ensaios de desempenho e perfil bioquímico com nutrição em animais de produção.

Observou-se maior titulação sérica para a Doença de Newcastle no grupo suplementado com o *blend* de antioxidantes após 21 dias a imunização (tab.4), mostrando uma relação destas substâncias sobre a modulação imunológica.

Tabela 4. Resposta imunológica (títulos totais) de galos reprodutores em fase de recria suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas<sup>1</sup>

	Coleta 1 (branco)	Coleta 2 (21 dias)	Coleta 3 (91 dias)
Controle	12,35	12,77 <sup>b</sup>	18,35
Blend de AO	12,13	13,40 <sup>a</sup>	19,66
Valor de P	0,15	0,03	0,19
CV, %	8,08	6,99	19,06

<sup>1</sup> Apresentação dos valores transformados pela fórmula  $X_1=X+12$ ; AO= antioxidantes; ns = não significativo;

<sup>a,b</sup> Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Diversos estudos comprovam os efeitos imuno-modulatórios da suplementação de selênio (COMBS, 2001; FIELD et al., 2002; LYONS et al., 2003; BECK et al., 2004), micromineral presente na constituição do suplemento comercial na forma de selenometionina. Contudo, apesar de evidências sobre a ação sinérgica de diversos nutrientes com ação antioxidante sobre parâmetros fisiológicos dos animais (SURAI, 2002), poucos trabalhos evidenciam esta atuação em aves reprodutoras.

Xiao et al. (2011) observaram uma ativação de genes relacionados a resposta imunológica em frangos suplementados com o mesmo *blend* comercial de antioxidantes. Ainda que no presente experimento não tenha sido realizado o mapeamento da expressão e supressão de genes (microarranjos) relacionados a resposta imunológica, a maior titulação para o grupo suplementado com os antioxidantes pode estar associada a este efeito em nível molecular.

Os resultados obtidos corroboram os de Ferket e Qureshi (1992) os quais observaram uma maior produção de anticorpos e macrófagos em frangos submetidos a estresse térmico e suplementados com um complexo vitamínico nas dietas. Neste estudo, as aves não foram submetidas a desafios ambientais ou sanitários, sendo possível relacionar o resultado obtido a uma modulação imunitária. O pico de produção de anticorpos ocorre 21 dias após a imunização (MORGULIS, 2002), exatamente o período em que foi observada a diferença estatística entre os tratamentos. Os benefícios em suplementar minerais orgânicos traço para aves durante a imunização, estão relacionados a maior produção de anticorpos específicos e, posteriormente, maior resistência a um desafio sanitário (DIBNER, 2005).

Há muitas situações onde os níveis nutricionais das dietas maximizam o desempenho produtivo e não propiciam a máxima proteção imunológica (RUTZ et al., 2005). Hoje sabe-se que há uma correlação negativa entre imunidade e produtividade (KOUTSOS & KLASING, 2008), ou seja, selecionando aves para altas taxas de crescimento e conformação, temos como resultado uma diminuição da imunocompetência, resistência a enfermidades e uma modificação da resposta inflamatória.

Poucos estudos em nutrição de aves domésticas utilizam outras ferramentas que não respostas de desempenho para verificar os efeitos de determinadas dietas ou condições nutricionais. Desta forma, este estudo indica que a avaliação de parâmetros sanguíneos e/ou metabólicos em estudos com animais de produção, complementam as informações acerca dos benefícios que nutrientes podem exercer sobre a fisiologia dos animais, expandido os conhecimentos além dos índices zootécnicos de interesse.

## 6.6 Conclusão

A suplementação de antioxidantes em dietas para galos reprodutores na fase de recria proporciona melhor conversão alimentar, melhor resposta imunológica e de parâmetros metabólicos relacionados ao estresse oxidativo. Sugere-se o acompanhamento destes parâmetros nas fases subsequentes, investigando possível relação com melhores índices reprodutivos.

## 6.7 Referências

ALVARENGA, A.L.N.; MURGAS, L.D.S.; SOUSA, S.Z.; GUSTIN, P.C. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho reprodutivo de galos de corte da linhagem *Avian Farm*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.2, p.159-163, 2006.

ALVARENGA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G.; SILVA JÚNIOR, J.W.; SILVA, L.R.; SANTOS, L.M.; PEREIRA, L.J.; RIBEIRO, R. Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p. 992-996, 2011.

ANRAKU, M.; YAMASAKI, K.; MARUYAMA, T.; KRAGH-HANSEN, U.; OTAGIRI, M. Effect of Oxidative Stress on the Structure and Function of Human Serum Albumin. **Pharmaceutical Research**, v.18, n.5, p.632-639, 2001.

AVEZUM, A.; PIEGAS, L.S.; PEREIRA, J.C.R. Fatores de risco associados com infarto agudo do miocárdio na região metropolitana de São Paulo: uma região

desenvolvida em um país em desenvolvimento. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.84, n.3, 2005.

BAE, J.H., BASSENGE, E., KIM, K.B., KIM, Y.N., KIM, K.S., LEE, H.J., MOON, K. C., LEE, M.S., PARK, K.Y. & SCHWEMMER, M. Postprandial hypertriglyceridemia impairs endothelial function by enhanced oxidant stress. **Atherosclerosis**, v.155, p.517–523, 2001.

BAYRAKTAR, H.; ALTAN, Ö.; AÇIKGÖZ, Z.; BAYSAL, Ş.H.; ŞEREMET, Ç. Effects of oxidised oil and vitamin E on performance and some blood traits of heat-stressed male broilers. **South African Journal of Animal Science**, v.41, n.3, 2011.

BECK, M.A., LEVANDER, O.A.; HANDY, J. Selenium deficiency and viral infection. **The Journal of Nutrition**, v.133, p.1463S-1467S, 2003.

BOURDON, E.; LOREAU, N.; BLACHE, D. Glucose and free radicals impair the antioxidant properties of serum albumin. **The FASEB Journal**, v.13, p.233-244, 1999.

COBB-VANTRESS. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: **Suplemento de Manejo de Matrizes Cobb 500**, 62p., 2008.

COMBS, Jr., G.F. Selenium in global food systems. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.517-547, 2001.

DEL RIO, D.; SERAFINI, N.; PELLEGRINI, N. Selected methodologies to assess oxidative/antioxidant status in vivo: a critical review. **Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.12, p.343-351, 2002.

DIBNER, J.J. Early nutrition of zinc and copper in chicks and poults: impact on growth and immune function. IN: 3<sup>rd</sup> Mid-Atlantic Nutrition Conference, 2005. **Proceedings...** Timonium, Maryland. p. 23-32, 2005.

EDENS, F.W. & SEFTON, A.E. Sel-Plex® Improves Spermatozoa Morphology in Broiler Breeder Males. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.9, p.853-861, 2009.

FELLENBERG, M.A. & SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.53-70, 2006.

FERKET, P. R., AND M. A. QURESHI. Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin and electrolyte supplemented drinking water. **Poultry Science**, v.71, p.88-97, 1992.

FIELD, C.J., JOHNSON, I.R.; SCHLEY, P.D. Nutrients and their role in host resistance to infection. **Journal of Leukocyte Biology**, v.71, p.16-32, 2002.

GALLO, R.; VERONICO, M.; NACUCCHI, O.; TAFARO, E.; BARILE, P.; NICASTRO, F.; ZEZZA, L. The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of Broiler Breeder Males. **Italian Journal of Animal Science**, v.2 (Suppl. 1), p.471-473, 2003.

GLANTZOUNIS, G.K.; TSIMOYIANNIS, E.C.; KAPPAS, A.M.; GALARIS, D.A. Uric acid and oxidative stress. **Current Pharmaceutical Design**, v.11, p.4145-51, 2005.

GONÇALVES, F.M.; CORRÊA, M.N.; ANCIUTI, M.A.; GENTILINI, F.P.; ZANUSSO, J.T., RUTZ, F. Nutrigenômica: situação e perspectivas na alimentação animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.104, p. 569-572, 2009.

HALLIWELL, B. & WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British Journal of Pharmacology**, v.142, p.231–255, 2004.

HERMIER, D., QUIGNARD-BOULANGÉ, A., DUGAIL, I., GUY, G., SALICHON, M.R., BRIGAND, L., ARDOUIN, B., LECLERCQ, B. Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically fat chickens. **The Journal of Nutrition**, v.119, p.1369-1375, 1989.

HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; RATH, N.C.; ANTHONY, N.B.; NESTOR, K.E. Effects of Escherichia coli Challenge and Transport Stress on Hematology and Serum Chemistry Values of Three Genetic Lines of Turkeys. **Poultry Science**, v.87, n.11, p.2234-2241, 2008.

JACOB, J. & PESCATORE, T. Avian male reproductive system, 2001. Disponível em: [http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy\\_Male\\_reproductive.pdf](http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy_Male_reproductive.pdf), Acesso em 10/12/2011.

KOUTSOS, E.A. & KLASING, K.C. Factors modulating the avian immune system. In: **Avian Immunology**. 1ª ed. Elsevier, cap.17, p. 323-338, 2008.

LYONS, G., STANGOULIS, J.; GRAHAM, R. Nutriprevention of disease with high selenium wheat. **Journal of the Australasian College of Nutritional and Environmental Medicine**, v.22, p.3-9, 2003.

MACHIN, M.; SIMOYI, M.F.; BLEMININGS, K.P.; KLANDORF, H. Increased dietary protein elevates plasma uric acid and is associated with decreased oxidative stress in rapidly-growing broilers. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.137, p.383–390, 2004.

MAGLICH, J.M.; LOBE, D.C.; MOORE, J.T. The nuclear receptor CAR (NR1I3) regulates serum triglyceride levels under conditions of metabolic stress. **Journal of Lipid Research**, v.50, n.3, 2009.

MANGIAGALLI, M.G.; MARTINO, P.A.; SMAJLOVIC, T.; GUIDOBONO, L.; CAVALCHINI, MARELLI, S.P. Effect of lycopene on semen quality, fertility and native immunity of broiler breeder. **British Poultry Science**, v.51, n.1, p.152-157, 2010.

Mc DOWELL, L.R. Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. In: Mc Dowell LR, editor. **Vitamin A and E**. London: Academic Press, p.10-131, 1989.

MORGULIS, M. S. Imunologia aplicada. In: **Fisiologia Aviária**, Jaboticabal: Marcos Macari, Renato Luis Furlan e Elisabeth Gonzales, 2002. 375p. cap. 18. p.231-245, 2002.

MUSA, H.H.; CHEN, G.H.; CHENG, J.H.; YOUSIF, G.M. Relation between Abdominal Fat and Serum Cholesterol, Triglycerides, and Lipoprotein Concentrations in Chicken Breeds. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v.31, n.6, 2007.

NAZAR, F.N.; MAGNOLI, A.P.; DALCERO, A.M.; MARIN, R.H. Effect of feed contamination with aflatoxin B1 and administration of exogenous corticosterone on Japanese quail biochemical and immunological parameters. **Poultry Science**, v.91, p.47-54, 2012.

RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, p.75-82, 1995.

RASHIDI, A.A.; GOFRANI IVARI, Y.; KHATIBJOO, A.; VAKILI, R. Effects of Dietary Fat, Vitamin E and Zinc on Immune Response and Blood Parameters of Broiler Reared Under Heat Stress. **Research Journal of Poultry Sciences**, v.3, n.2, p.32-38, 2010.

ROMERO-SANCHEZ, H.; PLUMSTEAD, P.W., LEKSRI SOM PONG, N.; BRAKE, J. Feeding Broiler Breeder Males. 2.Effect of Cumulative Rearing Nutrition on Body Weight, Shank Length, Comb Height, and Fertility. **Poultry Science**, v.86, p.175-181, 2007.

ROSS, E.; DOMINY, W. The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. **Poultry Science**, v.69, n.5, p.794-800, 1990.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Exigências Nutricionais de Aves Reprodutoras. IN: **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**, 3ª Ed., Viçosa, MG: UFV/DZO, p.143, 2011.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; PAN, E.A. Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. (Ed.). **Manejo de Matrizes de Corte**. Campinas, SP: FACTA, p. 75-143, 2005.

SAHINA, K.; ONDERCIB, M.; SAHINB, N.; GURSUC, M.F.; KHACHIKD, F.; KUCUK, O. Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, v.31, n.4, p. 307-312, 2006.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M.; CARVALHO, G.J.L.; FRANCA, A.S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J.L.M. Uso de Enzimas na Alimentação de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.

SURAI P.F. Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. Nottingham: 287 Nottingham University Press, 2002. .605p., 2002.

WARING, W.S., WEBB, D.J., MAXWELL, S.R. Systemic uric acid administration increases serum antioxidant capacity in healthy volunteers. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v.38, p.365-71, 2001.

WILLEMSSEN, H.; DEBONNE, M.; SWENNEN, Q.; EVERAERT, N.; CAREGHI, C.; HAN, H.; BRUGGEMAN, V.; TONA, K.; DECUYPERE, E. Delay in feed access and spread of hatch: importance of early nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.66, p.177-188, 2010.

XIAO, R., POWER, R. F., MALLONEE, D., CROWDUS, C., BRENNAN, K. M., AO, T.; DAWSON, K.A. A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. **Poultry Science**, v.90, n.1, p.136-146, 2011.

## 7 ARTIGO IV

### **Desempenho reprodutivo de galos pesados suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas<sup>1</sup>**

GONÇALVES, F.M.; SANTOS, V.L.; FARINA, G.; OLIVEIRA, C.O.;  
BONGALHARDO, D.C.; ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas

#### 7.1 Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação um *blend* de antioxidantes nas dietas sobre o desempenho reprodutivo e qualidade seminal de galos pesados. Um total de 40 galos matrizes *Cobb*, foi alocado em boxes individuais, totalizando 20 repetições por tratamento. A dieta basal foi composta por milho e farelo de soja e os tratamentos foram atribuídos de forma aleatória em: Controle (C), representado pelas aves alimentadas apenas com a dieta basal; *Blend* de Antioxidantes (BA), representado pelo grupo de aves alimentado com a dieta basal acrescida de 20g/Kg de ração do suplemento. A qualidade seminal foi avaliada quinzenalmente, durante 20 semanas, divididas em quatro períodos: P1 = 37 a 44; P2 = 45 a 52; P3= 53 a 60; P4 = 61 a 68 semanas de idade. Foi observado maior volume seminal nos períodos finais de reprodução (P3 e P4), maior número de espermatozoides totais (NET) por ejaculado no P3 para o grupo BA. No P2, as aves do grupo BA apresentaram maior capacidade de penetração na membrana perivitelínea. Adicionalmente, as aves do tratamento BA apresentaram maior peso e área de crista ao final de 68 semanas de idade. Conclui-se que a suplementação do *blend* de antioxidantes melhorou parâmetros relacionados a qualidade de sêmen e ao desempenho reprodutivo possuindo potencial de prolongar a vida reprodutiva de galos pesados. Sugerem-se novos estudos para avaliação de efeitos complementares do *blend* de antioxidantes na reprodução de aves domésticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Farinha de algas. Fertilidade. Matrizes comerciais. Reprodução.

#### **Male broiler breeder performance fed with a commercial antioxidant blend in the diets**

#### 7.2 Abstract

This study aimed to evaluate the effects of supplementing a blend of antioxidants in heavy roosters' diets on reproductive performance and semen quality. Forty Cobb roosters were allocated in individual boxes, totaling 20 replicates per treatment. The basal diet consisted of corn and soybean meal and treatments were random assigned at: Control (C), represented by birds fed with only the basal diet; Blend of Antioxidants (BA), represented by the group of birds fed the basal diet plus 20g/kg feed supplement. The sperm quality was assessed biweekly for 20 weeks divided into four periods: P1 = 37-44; P2 = 45 to 52; P3 = 53 to 60; P4 = 61-68 weeks of age.

We observed higher semen volume in the final reproduction period (P3 and P4), higher spermatozoa total count per ejaculate in P3 for the BA group. In P2, the birds of BA group showed greater ability to penetrate perivitellina membrane. Additionally, roosters fed BA showed greater comb weight and area at the end of 68 weeks of age. It can be concluded that antioxidant supplementation improve parameters related to semen quality and reproductive performance been able to extend heavy roosters reproductive life. We suggest further studies to assess additional effects of antioxidants supplementation in male broiler breeders.

**KEYWORDS:** Algae extract. Fertility. Commercial broiler breeder. Reproduction.

### 7.3 Introdução

A aplicação de programas alimentares em lotes de matrizes de frangos de corte inicia-se na fase de recria e estende-se até o final do período reprodutivo, onde o objetivo principal é a persistência dos índices de fertilidade a uma idade máxima fisiologicamente e economicamente praticável. A principal justificativa destes programas para esta categoria de aves relaciona-se a fatores genéticos, visto que a seleção de progênes de frangos para crescimento rápido foi acompanhada por um aumento de apetite nas linhas para reprodução.

Fisiologicamente, quando um animal consome e digere um alimento, os nutrientes são, primariamente, utilizados para a manutenção das funções vitais, seguidos do metabolismo ósseo e crescimento muscular e, por último, para reprodução. Evidências da literatura e experiências práticas sugerem que o fator nutricional contribui em maior grau para os índices reprodutivos em lotes de matrizes de frangos de corte (GALLO et al., 2003), sendo essencial a busca por nutrientes que atuem em benefício das taxas de fertilidade.

Ainda que a proporção de machos represente apenas 10% do total de aves matrizes, esses contribuem com 50% da carga genética do plantel e são fundamentais para a fertilidade (BORGES et al., 2006). Entretanto, as pesquisas têm sido direcionadas ao manejo nutricional das matrizes, enquanto a nutrição do galo tem sido relegada a um segundo plano (LUCCA et al., 2011). Frequentemente, a indústria avícola utiliza a mesma formulação de dietas para machos e fêmeas matrizes, sendo esta elaborada de acordo com as exigências nutricionais da fêmea. A percepção de que aves reprodutoras contribuem com secreções reprodutivas distintas, o ovo e o sêmen, torna evidente a necessidade em atender as exigências nutricionais de forma individualizada, permitindo a máxima expressão de cada um dos gêneros.

Uma característica reprodutiva específica de aves é a alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS) na membrana do espermatozoide (SURAI, 2010), conferindo maior suscetibilidade a lipoperoxidação nesta estrutura. Assim, a atuação efetiva do sistema de defesa antioxidante desempenha um papel essencial na manutenção da qualidade de sêmen e, conseqüentemente, nos índices de fertilidade.

Na tentativa de transpor os problemas de fertilidade relacionados aos machos reprodutores, a suplementação de antioxidantes para a proteção da membrana espermática e conseqüente aumento na viabilidade dos espermatozoides representa uma alternativa viável em aplicação (ZANINI et al., 2003). Neste sentido, muitos dos benefícios relacionados a suplementação da vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) nas dietas para animais, tem sido relacionados ao aumento da proteção antioxidante (XIAO et al., 2011). De acordo com Surai (2002), a suplementação de  $\alpha$ -tocoferol para galos promove benefícios relacionados a capacidade antioxidante do sêmen, mas com uma extensão limitada. Adicionalmente, o alto custo da suplementação nas dietas para aves e a instabilidade deste nutriente frente aos processos térmicos durante a elaboração das rações, limitam a utilização da vitamina E pela indústria avícola.

Dentre os minerais que se destacam na função reprodutiva está o selênio, que atua nos mecanismos de defesa antioxidante em nível celular. O selenito de sódio é a forma mais comum de suplementação do selênio nas dietas para aves e, frequentemente, os níveis de suplementação estão acima dos máximos permitidos a fim de atingir a concentração ideal no organismo (SAGER, 2006), visto que esta forma do mineral interage com outros elementos no trato gastrintestinal tornando-o indisponível para absorção (RUTZ et al., 2004). Desta forma, novas alternativas em suplementação mineral, com maior biodisponibilidade, são importantes para melhores resultados em desempenho e redução de custos econômicos e ambientais.

Neste contexto, as fontes orgânicas de selênio, como a selenometionina, por exemplo, têm sido utilizadas nas dietas animais devido a sua maior biodisponibilidade no trato gastrintestinal, atingindo a concentração ideal no organismo animal. Esta forma de selênio é obtida através do cultivo da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em meio enriquecido com selênio, ocorrendo a incorporação deste mineral na molécula de metionina no momento da síntese de

aminoácidos pelo microorganismo (GONÇALVES et al., 2009). Em galos pesados, a suplementação de selenometionina promove melhor qualidade de sêmen em comparação a aves deficientes deste mineral (EDENS & SEFTON, 2009). A deficiência de selênio nas dietas reduz o número de espermatozoides normais por ejaculado, a motilidade e, conseqüentemente, a capacidade fertilizante, sendo este fenômeno já descrito em roedores, humanos e aves domésticas (SURAI et al., 2001).

Nesta mesma linha de substâncias antioxidantes, evidências sugerem o potencial de espécies de algas marinhas em atuar neste mecanismo. Apesar de apresentarem um alto conteúdo de PUFA's e permanecerem sob a exposição diária a radiação ultravioleta e a altas concentrações de oxigênio, as membranas algais permanecem estáveis não ocorrendo a presença de danos oxidativos nestas estruturas (RAMARATHNAM et al., 1995). Em avicultura, estudos tem evidenciado ação benéfica da adição de extrato de algas no desempenho de frangos de corte (ROSS & DOMINY, 1990; ALVARENGA et al., 2011), não havendo evidências sobre efeitos da suplementação deste ingrediente na reprodução de aves.

Xiao et al. (2011) recomendam a adição de um *blend* de antioxidantes para ação em nível molecular, evidenciando a expressão (*up-regulation*) e supressão (*down-regulation*) de genes importantes na defesa antioxidante celular. De acordo com Surai (2010), o passo mais importante na prevenção do estresse oxidativo é a suplementação de antioxidantes nas dietas que atuem em todos os níveis de defesa celular, permitindo um equilíbrio nos mecanismos de proteção antioxidante no organismo animal.

De acordo com o exposto, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação nas dietas de um *blend* comercial de antioxidantes sobre o desempenho reprodutivo e qualidade seminal de galos pesados.

#### **7.4 Materiais e Métodos**

O experimento foi realizado em aviário modelo *dark house* no setor de Avicultura do Campus Pelotas - Visconde da Graça (CAVG) do Instituto Federal Sul-rio-grandense. Quarenta galos pesados da linhagem *Cobb* foram alojados individualmente em 40 boxes experimentais, em delineamento completamente ao acaso. As dimensões do boxe eram 100X90cm (LXC), sendo providos de cama de maravalha e equipados com dois bebedouros *nipple* e um comedouro tubular. O

controle ambiental consistiu no registro diário de temperatura e umidade no interior do aviário. O programa de luz utilizado seguiu as recomendações do manual da linhagem para todas as fases de produção.

As dietas fornecidas foram adaptadas as exigências nutricionais para galos pesados para cada fase, de acordo com Rostagno et al. (2011) e pelo manual da linhagem (COBB-VANTRESS, 2008) utilizando-se milho e farelo de soja como ingredientes principais da dieta basal (Tabela 1). O fator experimental consistiu na suplementação *on top* de 200g/T de um *blend* de antioxidantes (EconomasE®) contendo, em sua composição básica, levedura enriquecida com selênio, levedura seca de cervejaria, farinha de algas marinhas e ácido ascórbico, com valores não fornecidos pelo fabricante. Os tratamentos foram atribuídos de forma aleatória sendo divididos em: Controle (C), representado por 20 repetições de aves alimentadas apenas com a dieta basal; Blend de Antioxidantes (BA), representado por 20 repetições de aves alimentadas com a dieta basal acrescida de 20g/Kg de ração do suplemento. A suplementação do produto foi realizada desde o alojamento das aves, com um dia de idade, até o final da vida reprodutiva das aves, com 68 semanas.

O controle do peso foi registrado semanalmente durante todo o período experimental. Com 27 semanas de idade, as aves foram submetidas a um período de adaptação à técnica de coleta de sêmen, que consistia em uma massagem circular e rítmica no sentido abdomino-costal e leve compressão do falo quando exposto. A massagem foi realizada sempre pela mesma pessoa. As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante 20 semanas, divididas em quatro períodos: P1 = 37 a 44; P2 = 45 a 52; P3= 53 a 60; P4 = 61 a 68 semanas de idade.

A produção de sêmen foi avaliada através do volume produzido, utilizando-se tubos de 15mL, com graduação de 0,1mL, registrando os valores após um período de sedimentação do conteúdo. A motilidade espermática foi aferida logo após a coleta, sempre pela mesma pessoa, através da observação em microscopia óptica e atribuição de um percentual de movimentação da célula no campo. A concentração de espermatozoides foi realizada por espectrofotometria de absorvância convertendo-se os valores obtidos para milhões de espermatozoides por mililitro de sêmen. O número de espermatozoides totais por ejaculado (NET) foi obtido pela multiplicação do volume pela concentração. O preparo das amostras para a avaliação morfológica das células foi através da técnica de esfregaço e coloração com eosina-nigrosina, sendo possível a visualização em microscopia

óptica de porções danificadas nas células. A quantificação das alterações celulares foi realizada pela contagem de cem células e os espermatozoides foram classificados em normais ou com defeito, com valor expresso em porcentagem de células normais. A fertilidade foi determinada através da técnica de penetração na membrana perivitelina, utilizando-se ovos frescos e não férteis e isolando-se a membrana interna de acordo com o protocolo descrito por Robertson & Wishart (1997). Três campos aleatórios de cada amostra foram fotografados para a contagem do número de orifícios, representando os pontos de hidrólise na membrana. Utilizou-se uma escala para avaliação do grau de perfuração da membrana, onde E1= pouco perfurada (menor que 10 orifícios); E2 = intermediária (11 a 20 orifícios); E3= muito perfurada (maior que 20 orifícios).

Ao final do período experimental, cinco galos de cada tratamento foram abatidos retirando-se os testículos e a crista para avaliação biométrica.

Inicialmente realizou-se o teste de Kolmogorov e Smirnov para verificar a tendência de normalidade dos dados obtidos. Apenas o peso corporal, motilidade e os dados de biometria de testículos e crista apresentaram distribuição normal. Os dados de volume, concentração seminal e NET foram submetidos a transformação para logaritmo na base 10 ( $\log_{10}$ ) e submetidos a análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os dados de morfologia e penetração na membrana perivitelina foram analisados pelo teste não paramétrico de Qui-quadrado.

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos galos.

<b>Ingrediente</b>	<b>Reprodução 1 (28-42)</b>	<b>Reprodução 2 (43-70)</b>
Milho grão	62,0	63,2
Farelo de soja	18,0	16,3
Farelo de trigo	7,7	7,3
Inerte	5,9	6,2
Calcário	0,8	0,8
Bicarbonato de Na <sup>+</sup>	0,4	0,4
Sal comum	0,3	0,3
Óleo soja	1,7	1,8
L-lisina HCl	0,3	0,4
DL-metionina	0,2	0,3
Núcleo <sup>1</sup>	3,0	3,0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Níveis nutricionais calculados</b>		
EM (Kcal/Kg)	2750	2750
PB (%)	14,51	13,53
Ca (%)	1,14	1,14
P disp (%)	0,42	0,42
Metionina (%)	0,52	0,62
Lisina (%)	1,1	1,3
Cistina (%)	0,36	0,38
Na total (%)	0,23	0,23

Composição (quantidade por Kg de produto):: Ca 210g; P 85,7g; Mn 2.500mg; Zn 1.500mg; Fe 1.250mg; Cu 250mg; I 15mg; Se 8,2mg; Vit.A 250.000UI; Vit.D<sub>3</sub> 50.000; Vit.E 275mg; Vit.K<sub>3</sub> 42,5mg; Vit.B<sub>1</sub> 45mg; Vit.B<sub>2</sub> 150mg; Vit.B<sub>6</sub> 62,5mg; Vit.B<sub>12</sub> 300mcg; Niacina 1.000mg; Ac. fólico 27mg; Ac. pantotênico 400mg; Colina 12,5g; Biotina 2mg; Metionina 45g.

## 7.5 Resultados e Discussão

Os dados de peso corporal durante o período reprodutivo são apresentados na tab.2. Observou-se maior peso corporal no grupo suplementado com o *blend* controle no período 1 e menor peso para as aves deste grupo no período 3 ( $p < 0,05$ ), não sendo verificada esta diferença entre os tratamentos nos demais períodos.

Tabela 2. Peso corporal de galos reprodutores suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

Tratamento	Peso corporal (g)			
	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
Controle	3866 <sup>b</sup>	4528	4982 <sup>a</sup>	5210
Blend de AO	3918 <sup>a</sup>	4443	4936 <sup>b</sup>	5163
CV, %	8,53	11,19	12,01	12,25
Valor de P	0,006	0,15	0,04	0,07

CV = Coeficiente de Variação; AO = antioxidantes.

<sup>a,b</sup> Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O resultado encontra-se dentro do esperado, considerando que o peso corporal se manteve nos limites determinados no manual da linhagem para cada período de avaliação. Todas as aves permaneceram sob condições ambientais homogêneas, onde as oscilações entre os tratamentos podem ser atribuídas a uma causa aleatória, já que o efeito não foi observado em todas as fases avaliadas.

Na tab. 3, encontram-se os resultados de volume seminal, concentração, motilidade e morfologia espermática. De acordo com os resultados, observa-se maior volume seminal e NET ( $p < 0,05$ ) no final do período reprodutivo em galos suplementados com o *blend* de antioxidantes. As demais variáveis relacionadas a qualidade seminal não foram influenciadas pelos tratamentos.

Tabela 3. Análise seminal em galos reprodutores suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

Variável	Per 1		CV, %	Per 2		CV, %	Per 3		CV, %	Per 4		CV, %
	C	E		C	E		C	E		C	E	
Volume (mL)	0,36	0,38	42,9	0,31	0,35	48,6	0,36 <sup>b</sup>	0,49 <sup>a</sup>	39,3	0,27 <sup>b</sup>	0,36 <sup>a</sup>	47,2
	P=0,21			P=0,67			P < 0,0001			P < 0,05		
Conc. (x10 <sup>9</sup> /mL)	4,36	4,34	31,4	4,22	3,89	47,5	2,91	3,16	53,4	3,14	3,16	34,4
	P=0,92			P=0,46			P=0,32			P=0,90		
Motilidade (%)	91,0	91,8	7,7	90,6	91,1	7,4	89,3	90,0	5,9	87,6	87,7	10,9
	P=0,52			P=0,71			P=0,36			P=0,93		
Morfol. (n/100)	19	24		16	13		37	41		28	26	
	P= 0,67			P= 0,84			P= 0,92			P= 0,77		
NET (x10 <sup>9</sup> )	2,04	2,20	56,4	1,86	1,79	69,1	1,25 <sup>b</sup>	1,63 <sup>a</sup>	69,5	1,02	1,25	68,0
	P=0,50			P=0,80			P < 0,05			P=0,11		

Per = Período; CV = Coeficiente de Variação; Conc.= concentração; Morfol.= morfologia; NET = número de espermatozoides totais.

<sup>a,b</sup> Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Como a fertilidade em matrizeiros comerciais permanece em declínio pela seleção dos galos para crescimento, uma melhora na persistência de produção seminal e no NET, representa um avanço importante na reprodução de aves domésticas, reduzindo custos pelo descarte precoce dos galos e aplicação do manejo de *spiking*.

Embora as demais características seminais não tenham sido influenciadas pela suplementação do *blend*, os valores encontrados estão de acordo com os de referência em termos de desempenho reprodutivo. Neste sentido, há uma tendência de redução na concentração espermática quando ocorre um aumento no volume seminal (GARNER & HAFEZ, 2004), característica não observada nos resultados

obtidos no presente estudo. Fisiologicamente, as características reprodutivas como o volume seminal e NET, são influenciadas pela idade dos galos, aumentando nas primeiras semanas reprodutivas até alcançar a maturidade sexual completa (CELEGHINI et al., 2001; CEROLINI et al., 1997). Sugere-se que o maior volume seminal e NET observado no grupo suplementado pelo *blend* esteja relacionado a uma modulação hormonal da selenometionina sobre os níveis de testosterona, já descrita em humanos por Shafiei et al. (2011).

O selênio está diretamente envolvido na biossíntese de testosterona através selenoproteínas específicas as quais estimulam a produção dos hormônios produzidos na hipófise anterior (CLARK et al., 1998), proporcionando benefícios subsequentes ao eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal em machos. Embora as evidências sejam relacionadas a mamíferos, o controle endócrino da função testicular pela liberação de hormônios hipotalâmicos e hipofisários ocorre da mesma maneira em aves, sendo possível extrapolar os resultados para esta espécie.

Ainda sobre a possível atuação do selênio sobre os níveis de testosterona, a concentração deste hormônio esta diretamente relacionada a manutenção da espermatogênese e produção de sêmen (GARNER & HAFEZ, 2004), característica esta observada no resultado de NET e volume seminal.

A tab. 4 mostra os resultados do teste de penetração na membrana perivitelínea. Embora tenha sido observada maior frequência do nível E3 para o grupo suplementado com o *blend* na maioria dos períodos, apenas no período 2 foi observada diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 4. Frequência do grau de penetração na membrana perivitelínea interna em amostras seminais de galos reprodutores suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

Tratamento	Período 1			Valor de P
	E1(%)	E2(%)	E3(%)	
Controle	42,9	14,3	42,9	0,18
BA	19,1	23,8	57,1	
	Período 2			<0,0001
	E1(%)	E2(%)	E3(%)	
Controle	74,4 <sup>a</sup>	23,3 <sup>b</sup>	2,33 <sup>b</sup>	
BA	26,3 <sup>b</sup>	50,0 <sup>a</sup>	23,7 <sup>a</sup>	
	Período 3			0,87
	E1(%)	E2(%)	E3(%)	
Controle	47,8	17,4	34,8	
BA	44,4	29,6	25,9	
	Período 4			

	E1(%)	E2(%)	E3(%)	
Controle	34,8	17,4	34,8	0,15
BA	9,4	31,3	59,4	

E1= escala de 0 a 20 orifícios; E2= escala de 21 a 40 orifícios; E3= escala maior de 40 orifícios.

BA = blend de antioxidantes.

<sup>a,b</sup> Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O período 2 corresponde a fase em que ocorre o declínio da fertilidade em galos pesados (42 semanas de idade), momento em que é realizado o manejo de *spiking*, por exemplo. Embora a maior frequência no período não tenha sido atribuída a uma alta penetração (E3), as distribuições se mantiveram entre esta e o nível intermediário, ocorrendo poucas observações em E1 para o grupo do *blend*.

Adicionalmente, é possível observar uma boa fertilidade no período final da fase reprodutiva para o tratamento BA, o qual apresentou baixa frequência na E1 e alta na E3, mostrando uma tendência de manutenção do potencial fertilizante quanto antioxidantes são suplementados.

De acordo com a tab. 5, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos na avaliação de biometria dos testículos ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5. Biometria dos testículos de galos pesados suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

	Peso testículos (g)			Dimensões testículo (cm)		
	Esq	Dir	Total	Comp (cm)	Larg (cm)	Vol (cm <sup>3</sup> )
Controle	14,8	11,9	25,9	3,9	2,3	9,7
BA	15,9	14,4	30,3	4,3	2,6	11,9
Valor de P	0,62	0,27	0,41	0,26	0,36	0,40
CV%	22,36	22,56	20,94	6,99	10,6	42,16

Esq= esquerdo; Dir= direito; total = peso esquerdo+peso direito; comp= comprimento; Larg= largura; Vol= volume (comprimento+largura+espessura); CV=coeficiente de variação; BA=Blend de Antioxidantes.

<sup>a,b</sup> Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ainda que o tamanho de testículos possua correlação positiva com a produção de sêmen, tal condição não foi observada neste estudo. Alvarenga et al (2006) também não observaram relação entre volume seminal e peso testicular em galos da linhagem *Avian Farm*, onde o grupo que apresentou maior peso de testículos não apresentou maior produção de sêmen. Embora não haja diferença estatística entre os tratamentos, observa-se uma tendência numérica de maior peso e volume de testículos dos galos suplementados com o *blend*, sendo possível observar resultados significativos em estudos posteriores.

Na tab. 6, são apresentados os resultados da biometria de crista as 70 semanas de idade. O peso e área de crista diferiram significativamente entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ), onde os maiores valores para estes parâmetros foram observados nos galos suplementados com o *blend* de antioxidantes.

Tabela 6. Biometria da crista de galos pesados suplementados com um *blend* de antioxidantes nas dietas.

	Peso (g)	Comp (cm)	Larg (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
Controle	54,6 <sup>b</sup>	12,5	4,5	53,8 <sup>b</sup>
BA	62,9 <sup>a</sup>	13,9	4,8	66,7 <sup>a</sup>
Valor de P	0,05	0,06	0,53	0,02
CV%	17,9	7,6	10,3	12,5

Comp= comprimento; Larg= largura; Área= comprimento+largura+espessura; CV=coeficiente de variação; BA=Blend de Antioxidantes.

<sup>a,b</sup> Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O desenvolvimento da crista representa uma importante característica reprodutiva em galos pesados (ROSA et al., 2012), constituindo em um critério de seleção de reprodutores em um plantel de matrizes de frangos de corte. De acordo com Leeson e Summers (2000), machos com cristas pouco desenvolvidas ocupam posição inferior na estratificação social reduzindo a fertilidade dos lotes, sendo esse caractere influenciado pelos níveis de testosterona sérica. Além de prolongar a vida útil dos espermatozoides no epidídimo e estimular o desenvolvimento dos órgãos sexuais em machos (SANTOS et al., 2009), a testosterona estimula o desenvolvimento das características sexuais secundárias e o desenvolvimento e manutenção do trato reprodutivo masculino (GARNER & HAFEZ, 2004), sustentando a hipótese de modulação hormonal destacada no início da discussão.

Apesar da observação de maior produção seminal e maior área de crista no grupo suplementado com o *blend*, a relação dos resultados pela presença de selênio na composição do produto e estímulo a síntese de testosterona apenas poderia ser verificada pelas dosagens deste hormônio.

Desta forma, sugerem-se novos estudos que evidenciem esta modulação hormonal por nutrientes como o selênio sobre aspectos reprodutivos em aves domésticas a fim de estabelecer novas alternativas para qualificar a produção de galos pesados bem como ampliar a vida reprodutiva desta categoria.

## 7.6 Conclusões

Conclui-se que a suplementação do *blend* de antioxidantes melhorou parâmetros relacionados ao desempenho reprodutivo possuindo potencial de prolongar a vida reprodutiva de galos pesados. Sugerem-se novos estudos para avaliação de efeitos complementares do *blend* de antioxidantes na reprodução de aves domésticas.

## 7.7 Referências

- ALVARENGA, A.L.N.; MURGAS, L.D.S.; SOUSA, S.Z.; GUSTIN, P.C. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho reprodutivo de galos de corte da linhagem Avian. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.2, p.159-163, 2006.
- ALVARENGA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G.; SILVA JÚNIOR, J.W.; SILVA, L.R.; SANTOS, L.M.; PEREIRA, L.J.; RIBEIRO, R. Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.992-996, 2011.
- BORGES, C.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; TORRES, C.A.A.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, L.M.G. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1978-1984, 2006.
- CELEGHINI, E.C.C.; ALBUQUERQUE, R.; ARRUDA, R.P.; LIMA, C.G. Avaliação das características seminais de galos selecionados para a reprodução pelo desenvolvimento da crista. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.38, n.4, p.177-183, 2001.
- CEROLINI, S.; KELSO, K. A.; NOBLE, R. C.; SPEAKE, B. K.; PIZZI, F.; CAVALCHINI, L. G. Relationship between spermatozoan lipid composition and fertility during aging of chicken. **Biology of Reproduction**, v.57, n.5, p.976-980, 1997.
- CLARK, L.C., DALKIN, B., KRONGRAD, A., COMBS, G.F.JR, TURNBULL, B.W., SLATE, E.H., WITHERINGTON, R., HERLONG, J.H., JANOSKO, E., CARPENTER, D., BOROSSO, C., FALK, S., ROUNDNER, J. Decreased incidence of prostate cancer with selenium supplementation: results of a double-blind cancer prevention trial. **British Journal of Urology**, v.81, n.5, p.730-734, 1998.
- COBB-VANTRESS. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: **Suplemento de Manejo de Matrizes Cobb 500**, 62p., 2008.
- EDENS, F.W. & SEFTON, A.E. Sel-Plex® Improves Spermatozoa Morphology in Broiler Breeder Males. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.9, p.853-861, 2009.
- ETCHES, R. J. IN: **Reproducción Aviar**. Zaragoza: Acribia, 339 p., 1996.

GALLO, R.; VERONICO, M.; NACUCCHI, O.; TAFARO, E.; BARILE, P.; NICASTRO, F.; ZEZZA, L. The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of Broiler Breeder Males. **Italian Journal of Animal Science**, v.2, p.471-473, 2003

GARNER, D.L. & HAFEZ, E.S.E. Espermatozoides e plasma seminal. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 6 ed. São Paulo: Manole, p. 97-110, 2004.

GONÇALVES, Fernanda Medeiros. Substituição total do selenito de sódio por selênio levedura em dietas para frangos de corte. 2009. 63f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

LEESON, S. & J. SUMMERS. 2000. IN: **Broiler Breeder Production**, 329p. University Books, Guelph, Ontario, Canada.

LUCCA, W.; ROSA, A.P.; UTPATEL, R.; MACHADO, H.; SANTOS, C.B.; BARCELOS, V. Diferentes níveis de energia metabolizável para galos reprodutores de corte com ou sem retirada da crista. **Ciência Rural**, v.41, n.3, p.513-518, 2011.

RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, p.75-82, 1995.

ROBERTSON, L.; WISHART, G.J. In vitro sperm-egg interaction assay utilizing inner perivitelline layer from laid chicken eggs. In: BAKST, M.R.; CECIL, H.C. (Eds.). **Techniques for semen evaluation, semen storage, and fertility determination**. Savoy, IL: Poultry Science Association, Inc. p. 64-67, 1997.

ROSA, A.P.; SCHER, A; SORBARA, J.O.B.; BOEMO, L.S.; FORGIARINI, J.; LONDERO, A. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders. **Poultry Science**, v. 91, p.660–666, 2012.

ROSS, E.; DOMINY, W. The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. **Poultry Science**, v.69, n.5, p.794-800, 1990.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Exigências Nutricionais de Aves Reprodutoras. IN: **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**, 3ª Ed., Viçosa, MG: UFV/DZO, p.143, 2011.

RUTZ, F., ANCIUTI, M. A., RECH, J. L., ROSSI, P. Impacto dos minerais orgânicos sobre o desempenho animal. In: BIOTECNOLOGIA NUTRICIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2004, Curitiba. **Anais...** Simpósio Brasileiro Alltech (A.Malaguido e F. Rutz, eds). Curitiba, PR, 2004. p.74-82. 2004.

SAGER, M. Selenium in agriculture, food, and nutrition. **Pure and Applied Chemistry**, v.78, n.1, p.111–133, 2006.

SANTOS, T.C.; MURAKAMI, A.E., FERNANDES, J.I.M.; CARVALHO, L.S. Efeito da vitamina e em dietas suplementadas com óleo sobre parâmetros de fertilidade de

galos reprodutores. In: Conferência Facta - APINCO, 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...**2009, v.1. p.32-32.

SHAFIEI, N.L, GAEINI, A.A., CHOOBINEH, S. Effect of zinc and selenium supplementation on serum testosterone and plasma lactate in cyclist after an exhaustive exercise bout. **Biological Trace Element Research**, v.144, p.454-462, 2011.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction**. Nottingham University Press, Nottingham. 616 p., 2002.

SURAI, P.F. Natural Antioxidants in Poultry Nutrition: New developments. IN: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. **Proceedings...**,2010.

SURAI, P.F., N. FUJIHARA, B.K. SPEAKE, J-P. BRILLARD, G.J. WISHART AND N.H.C. SPARKS. Polyunsaturated fatty acids, lipid peroxidation and antioxidant protection in avian semen. **Journal of Animal Science**, v.14, p.1024-1050, 2001.

XIAO, R., POWER, R. F., MALLONEE, D., CROWDUS, C., BRENNAN, K. M., AO, T.; DAWSON, K.A. A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. **Poultry Science**, v.90, n.1, p.136-146, 2011.

ZANINI, S.F.; TORRES, C.A.; BRAGAGNOLO, N.; TURATTI, J.M.; SILVA, M.G.; ZANINI, M.S. Evaluation of the ratio of omega 6: omega 3 fatty acids and vitamin E levels in the diet on the reproductive performance of cockerels. **Archiv fur Tierernahrung**, v.57, p.429-442, 2003.

## 8 CONCLUSÕES

Investir em dietas iniciais, adequar os sistemas de alimentação separados por sexo, introduzir esquemas alimentares que não comprometam o bem estar das aves e trabalhar com dietas individualizadas por sexo, constituem em alternativas com potencial de promover melhores índices de produtividade em granjas de matrizes de frangos de corte. Destacando o manejo de galos pesados, este requer atenção quanto ao controle de peso corporal, desenvolvimento gonadal na fase de recria e estímulo a produção e qualidade espermática na fase reprodutiva. Todos estes objetivos possuem maior probabilidade de serem alcançados através de um manejo nutricional adequado. Desta forma, a elaboração de dietas individualizadas para machos reprodutores representa um avanço considerável na indústria avícola, contribuindo para a extensão da vida útil para esta categoria. Adicionalmente, a suplementação de nutrientes que promovam melhor qualidade seminal, reduzirão os índices de infertilidade nos plantéis avícolas e, conseqüentemente, poderão extinguir práticas onerosas e potencialmente arriscadas.

Neste sentido, a suplementação de antioxidantes em dietas para galos reprodutores na fase de recria proporciona melhor conversão alimentar, melhor resposta imunológica e de parâmetros metabólicos relacionados ao estresse oxidativo. Adicionalmente, na fase reprodutiva, a suplementação do *blend* de antioxidantes proporcionou melhor resposta de parâmetros relacionados a qualidade seminal e ao desempenho reprodutivo, possuindo potencial de prolongar a vida útil de galos pesados. Sugere-se novos estudos para avaliação de efeitos complementares do *blend* de antioxidantes na reprodução de aves domésticas.

## 9 REFERÊNCIAS

ABBAS, S.A.; ELSEID, A.A.G.; AHMED, M-K.A. Effect of body weight uniformity on the productivity of broilers breeders hens. **International Journal of Poultry Science**, v.9, p.225-230, 2010.

ADJANOHOOUN, E. Fertilidade relacionada aos machos. In: **Fisiologia da reprodução de aves**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, cap. 8, p. 107-115. 1994.

AGHAEI, A.; TABATABAEI, S.; NAZARI, M. The correlation between mineral concentration of seminal plasma and spermatozoa motility in roosters. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, n.10, p.1476-1478, 2010.

AGROLINK. Cotações. Disponível em <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/soja>. Acesso em 02/01/2013, as 14:15.

AL-DARAJI, H.J. & AMEN, M.H.M. Effect of the Supplementation of the Broiler Breeder Males' Ration with Zinc on Histological Traits of Testes. **International Journal of Applied Poultry Research**, v.1, n.1, p.10-14, 2012.

ALVARENGA, A.L.N.; MURGAS, L.D.S.; SOUSA, S.Z.; GUSTIN, P.C. Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho reprodutivo de galos de corte da linhagem Avian. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.28, n.2, p.159-163, 2006.

ALVARENGA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G.; SILVA JÚNIOR, J.W.; SILVA, L.R.; SANTOS, L.M.; PEREIRA, L.J.; RIBEIRO, R. Energy values and chemical composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.992-996, 2011.

AMARAL, B.C. DO; SOUZA, J.C. DE; BERTECHINI, A.G.; VIVEIROS, A.T.M.; TEIXEIRA, J.C.; VIVEIROS, A.T.M.; TEIXEIRA, J.C.; ARANTES, A.F.A. Efeito de diferentes dosagens de vitamin A injetável na produção e qualidade de embriões bovinos da raça Nelore. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.3, p.662-667, 2004.

ANRAKU, M.; YAMASAKI, K.; MARUYAMA, T.; KRAGH-HANSEN, U.; OTAGIRI, M. Effect of Oxidative Stress on the Structure and Function of Human Serum Albumin. **Pharmaceutical Research**, v.18, n.5, p.632-639, 2001.

ARRUDA, R.P.; SILVA, D.F.; AFFONSO, F.J.; LEMES, K.M.; JAIMES, J.D., CELEGHINI, E.C.C.; ALONSO, M.A.; CARVALHO, H.F.; OLIVEIRA, L.Z.; NASCIMENTO, J. Métodos de avaliação da morfologia e função espermática: momento atual e desafios futuros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, n.2, p.145-151, 2011.

AVEZUM, A.; PIEGAS, L.S.; PEREIRA, J.C.R. Fatores de risco associados com infarto agudo do miocárdio na região metropolitana de São Paulo: uma região desenvolvida em um país em desenvolvimento. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.84, n.3, 2005.

AVILA, V.S.A.; PENZ JR., A.M.; BRUM, P.A.R.; GUIDONI, A.L.; ROSA, P.S.; COLDEBELLA, A. Produção e Qualidade de Ovos em Reprodutoras de Frangos de Corte com Horário de Arraçoamento Diferenciado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1202-1209, 2005.

BACON, W. L.; KURGINSKI-NOONAN, B.A.; YANG, J. Effects of Environmental Lighting on Early Semen Production and Correlated Hormonal Responses in Turkeys. **Poultry Science**, v.79, p.1669–1678, 2000.

BAE, J.H., BASSENGE, E., KIM, K.B., KIM, Y.N., KIM, K.S., LEE, H.J., MOON, K. C., LEE, M.S., PARK, K.Y. & SCHWEMMER, M. Postprandial hypertriglyceridemia impairs endothelial function by enhanced oxidant stress. **Atherosclerosis**, v.155, p.517–523, 2001.

BAHR, J.M. e JOHNSON, P.A. Reproduction in poltry. In: CUPPS, P.T. **Reproduction in domestic animals**, 4<sup>a</sup>ed. Academic Press, San Diego, CA, p.555-575, 1991.

BARBATO, G.F.; CRAMER, P.G.; HAMMERSTEDT, R.H. A practical in vitro spermegg binding assay that detects subfertile males. **Biology of Reproduction**, v. 58, p.686-699, 1998.

BARBER, S.J., PARKER, H.M. AND MCDANIEL, C.D. Broiler breeder semen quality as affected by trace minerals in vitro. **Poultry Science**, v.84, p.100-105, 2005.

BATAL, A. & PARSONS, C. Effect of fasting versus feeding oasis after hatching on nutrient utilization in chicks. **Poultry Science**, v.81, p.853-859, 2002.

BAYRAKTAR, H.; ALTAN, Ö.; AÇIKGÖZ, Z.; BAYSAL, Ş.H.; ŞEREMET, Ç. Effects of oxidised oil and vitamin E on performance and some blood traits of heat-stressed male broilers. **South African Journal of Animal Science**, v.41, n.3, 2011.

BAYYARI, G. R., COOK, J. R.; HARRIS, G.C.; L. B. MACY, M. F. SLAVIK, AND J. K. SKEELES. Research note: The evaluation of chicken spermatozoa using fluorescent staining in a 96 well format. **Poultry Science**, v.69, p.1602–1605, 1990.

BECK, M.A., LEVANDER, O.A.; HANDY, J. Selenium deficiency and viral infection. **The Journal of Nutrition**, v.133, p.1463S-1467S, 2003.

BEER, M.D. Current approaches to feeding broiler breeders. IN: World Poultry Science Association (WPSA), 17th European Symposium on Poultry Nutrition, Edinburgh, UK, pp. 104-114. World Poultry Science Association (WPSA). 2009.

BIANCHI, M. L. P. & ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutritime**, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BILCIK, B. & ESTEVEZ, I. Impact of male–male competition and morphological traits on mating strategies and reproductive success in broiler breeders. **Applied Animal Behaviour Science**, v.92, p.307–323, 2005.

BOLTZ, D.A.; ZIMMERMAN, C.R.; NAKAI, M.; BUNICK, D.; SCHERBA, G.; BAHR, J.M. Epididymal Stone Formation and Decreased Sperm Production in Roosters Vaccinated with a Killed Strain of Avian Infectious Bronchitis Virus. **Avian Diseases**, v.50, n.4, p.594-598, 2006.

BONGALHARDO, D.C.; DIONELLO, N.J.L.; LEDUR, M.C.; RUTZ, F. Parâmetros Genéticos para Caracteres de Sêmen de Aves White Leghorn. 2. Correlações com Caracteres de Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.392-396, 2000.

BORGES, C.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; TORRES, C.A.A.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, L.M.G. Exigências de energia e composição da carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1978-1984, 2006.

BOURDON, E.; LOREAU, N.; BLACHE, D. Glucose and free radicals impair the antioxidant properties of serum albumin. **The FASEB Journal**, v.13, p.233-244, 1999.

BRAKE, J. & BLAKELY, J.R. Broiler breeder feeding, fleshing, frame and reproduction. **Feedstuffs**, v.65, p.30–32, 1993.

BRILLARD, J.P. Natural mating in broiler breeders: present and future concerns. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.439-445, 2004.

BRUGGEMAN, V.; VAN AS, P.; DECUYPERE, E. Developmental endocrinology of the reproductive axis in the chicken embryo. **Comparative Biochemistry and Physiology**, p.839–846, 2002.

BUCKNER, R. E., J. A. RENDEN, AND T. F. SAVAGE. The effect of feeding programs on reproductive traits and selected blood chemistries of caged broiler breeder males. **Poultry Science**, v.65, p.85–91, 1986.

BURROWS, W.H., QUINN, J.P. The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. **Poultry Science**, v. 26, p.19–24, 1937.

CAREGHI, C., TONA, K., ONAGBESAN, O., BUYSE, J., DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. **Poultry Science**, v.84, p.1314-1320, 2005.

CELEGHINI, E.C.C.; ALBUQUERQUE, R.; ARRUDA, R.P.; LIMA, C.G. Avaliação das características seminais de galos selecionados para a reprodução pelo desenvolvimento da crista. **Brazilian Journal of Veterinarian Research and Animal Science**, v. 38, n.4, p.177-183, 2001.

CEROLINI, S.; KELSO, K. A.; NOBLE, R. C.; SPEAKE, B. K.; PIZZI, F.; CAVALCHINI, L. G. Relationship between spermatozoan lipid composition and

fertility during aging of chicken. **Biology of Reproduction**, v.57, n.5, p.976-980, 1997.

CHEW, B.P. & PARK, J.S. Carotenoid action on the immune response. **Journal of Nutrition**, v.134, p.257S–261S, 2004.

CHUNG, K. M.; M. O. SMITH AND H. G. KATTESH. The influence of double interspiking on production and behavior in broiler breeder flocks in elevated temperature conditions. **Journal of Applied Poultry Research**, v.21, n.1, p.63-69, 2012.

CLAGETT-DAME, M. and KNUTSON, D. Vitamin A in Reproduction and Development. **Nutrients**, v. 3, p.385-428, 2011.

CLARK, L.C., DALKIN, B., KRONGRAD, A., COMBS, G.F.JR, TURNBULL, B.W., SLATE, E.H., WITHERINGTON, R., HERLONG, J.H., JANOSKO, E., CARPENTER, D., BOROSSO, C., FALK, S., ROUNDER, J. Decreased incidence of prostate cancer with selenium supplementation: results of a double-blind cancer prevention trial. **British Journal of Urology**, v.81, n.5, p.730-734, 1998.

COBB-VANTRESS. Níveis de Nutrientes Recomendados. IN: **Suplemento de Manejo de Matrizes Cobb 500**, 62p., 2008.

COMBS, Jr., G.F. Selenium in global food systems. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.517-547, 2001.

CORLESS, A.B. & SELL, J.L. The Effects of Delayed Access to Feed and Water on the Physical and Functional Development of the Digestive System of Young Turkeys. **Poultry Science**, v.78, p.1158–1169, 1999.

DAGHIR, N. J. AND JONES, R. Breeder and hatchery management in hot climates. Chapter 11. In: **Poultry production in hot climate** (ed. N. J. Daghir), 2nd Ed., CAB International, UK, p. 294-329, 2008.

DAWSON, K. A. Nutrigenomics: Feeding the genes for improved fertility. **Animal Reproduction Science**, v. 96, p.312–322, 2006.

DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V.; ONAGBESAN, O; SA, M. Endocrine Physiology of Reproduction in the Female Chicken:Old Wine in New Bottles. **Avian and Poultry Biology Reviews**, v.13, n.3, p.145-153, 2002.

DEL RIO, D.; SERAFINI, N.; PELLEGRINI, N. Selected methodologies to assess oxidative/antioxidant status in vivo: a critical review. **Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.12, p.343-351, 2002.

DIBNER, J.J. Early nutrition of zinc and copper in chicks and poults:impact on growth and immune function. IN: 3<sup>rd</sup> Mid-Atlantic Nutrition Conference, 2005. **Proceedings...** Timonium, Maryland. p. 23-32, 2005.

DONOGHUE, A. M., D. L. GARNER, D. J. DONOGHUE, AND L. A. JOHNSON. Viability assessment of turkey sperm using fluorescent staining and flow cytometry. **Poultry Science**, v.74, p.1191–1200, 1995.

DONOGHUE, A.M. & WISHART, G.J. Storage of poultry semen. **Animal Reproduction Science**, v.62, p.213–232, 2000.

DUMPALA, P. R.; PARKER, H. M.; MCDANIEL, C. D. Similarities and Differences Between the Sperm Quality Index and Sperm Mobility Index of Broiler Breeder Semen. **Poultry Science**, v.85, p.2231–2240, 2006.

EDENS, F.W. & SEFTON, A.E. Sel-Plex® Improves Spermatozoa Morphology in Broiler Breeder Males. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.9, p.853-861, 2009.

EDENS, F.W., VAN KREY, H.P., SIEGEL, P.B. Selection for body weight at eight weeks of age - Spermatozoal morphology. **Poultry Science**, v.52, p.2287–2289, 1973.

EKMAY, R.D.; BEER, M.; ROSEBROUGH, R.W.; RICHARDS, M.P.; MCMURTRY, J.P.; COON, C.N. The role of feeding regimens in regulating metabolism of sexually mature broiler breeders. **Poultry Science**, v.89, p.1171–1181, 2010.

ENTING, H.; KRUIP, T.A.M.; VERSTEGEN, ; VAN DER AAR, P.J. The Effect of Low-Density Diets on Broiler Breeder Performance During the Laying Period and on Embryonic Development of their Offspring. **Poultry Science**, v.86, p.850–856. 2007.

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

FELLENBERG, M.A. & SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.53-70, 2006.

FERKET, P. R., AND M. A. QURESHI. Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin and eletrolyte supplemented drinking water. **Poultry Science**, v.71, p.88-97, 1992.

FERKET, P.R. & GERNAT, A.G. Factors that affect feed intake of meat birds: A review. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p.905-911, 2006.

FERNANDEZ, M.M.F.T. Increase and decrease of sperm production. A potent penis. Los Angeles, California, USA, 2008.

FIELD, C.J., JOHNSON, I.R.; SCHLEY, P.D. Nutrients and their role in host resistance to infection. **Journal of Leukocyte Biology**, v.71, p.16-32, 2002.

FROMAN, D. P., AND MCLEAN, D.J. Objective measurement of sperm motility based upon sperm penetration of Accudenz®. **Poultry Science**, v.75, p.776–784, 1996.

FROMAN, D. Sperm Mobility Determines Fertility in Roosters. IN: **NRI Research Highlights**. USDA, n.3. 2006.

FROMAN, D.P. E KIRBY, J.D. Reprodução do macho. IN: **Reprodução Animal**, Barueri, SP: Manole. p.237-257, 2004.

- GALLO, R.; VERONICO, M.; NACUCCHI, O.; TAFARO, E.; BARILE, P.; NICASTRO, F.; ZEZZA, L. The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of Broiler Breeder Males. **Italian Journal of Animal Science**, v.2, p.471-473, 2003
- GARNER, D.L. & HAFEZ, E.S.E. Espermatozoides e plasma seminal. In: HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 6 ed. São Paulo: Manole, p. 97-110, 2004.
- GIBSON, L.C.; WILSON, J.L.; DAVIS, A.J. Impact of Feeding Program After Light Stimulation Through Early Lay on the Reproductive Performance of Broiler Breeder Hens. **Poultry Science**, v.87, p.2098–2106, 2008.
- GILLAN, L.; EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. Flow citometric evaluation of sperm parameters in relation to fertility potential. **Theriogenology**, v.63, p.445-457, 2006.
- GLANTZOUNIS, G.K.; TSIMOYIANNIS, E.C.; KAPPAS, A.M.; GALARIS, D.A. Uric acid and oxidative stress. **Current Pharmaceutical Design**, v.11, p.4145-51, 2005.
- GOMEZ, E., IRVINE, D.S., AITKEN, R.J. Evaluation of a spectrophotometric assay for the measurement of malondialdehyde and 4-hydroxyalkenals in human spermatozoa: relationships with semen quality and sperm function. **International Journal of Andrology**, v.21, p.81-94, 1998.
- GONÇALVES, F.M.; CORRÊA, M.N.; ANCIUTI, M.A.; GENTILINI, F.P.; ZANUSSO, J.T., RUTZ, F. Nutrigenômica: situação e perspectivas na alimentação animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.104, p. 569-572, 2009.
- GONÇALVES, Fernanda Medeiros. Substituição total do selenito de sódio por selênio levedura em dietas para frangos de corte. 2009. 63f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.
- GUNDOGANA, M.; YENIA, D.; AVDATEKA, F.; FIDANB, A.F. Influence of sperm concentration on the motility, morphology, membrane and DNA integrity along with oxidative stress parameters of ram sperm during liquid storage. **Animal Reproduction Science**, v.122, p.200-207, 2010.
- GUO, R., HENRY, P.R., HOLWERDA, R.A. et al. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1132-1141, 2001.
- HALICI, M, IMIK, H, M, GÜMÜŞ, R. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid, vitamins E and C upon the heat stress in Japanese quails. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.10, p.1439-0396, 2011.
- HALLIWELL B, GUTTERIDGE JMC. Free radicals in biology and medicine. 3.ed. New York: Oxford University Press, 936p. 1999.
- HALLIWELL, B. & WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British Journal of Pharmacology**, v.142, p.231–255, 2004.

HERMIER, D., QUIGNARD-BOULANGÉ, A., DUGAIL, I., GUY, G., SALICHON, M.R., BRIGAND, L., ARDOUIN, B., LECLERCQ, B. Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically fat chickens. **The Journal of Nutrition**, v.119, p.1369-1375, 1989.

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

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. **British Poultry Science**, v.38, p.29-37, 1997.

HOWARTH Jr., B. Fertilizing ability of cock spermatozoa from the testis, epididimis, and vas deferens following intramaginal insemination. **Biology of Reproduction**, v.28, p.586–590, 1983.

HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; RATH, N.C.; ANTHONY, N.B.; NESTOR, K.E. Effects of Escherichia coli Challenge and Transport Stress on Hematology and Serum Chemistry Values of Three Genetic Lines of Turkeys. **Poultry Science**, v.87, n.11, p.2234-2241, 2008.

HUSSAIN, A.; KHAN, M.Z.; KHAN, A.; SALEEMI, M.K.; JAVED, I. Testicular Development and Hematological Parameters of Male Broiler Breeders Under Subtropical Environment. **Pakistan Journal of Zoology**, v.43, n.6, p.1033-1040, 2011.

JACOB, J. & PESCATORE, T. Avian male reproductive system, 2001. Disponível em: [http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy\\_Male\\_reproductive.pdf](http://www2.ca.uky.edu/afspoultry-files/pubs/Anatomy_Male_reproductive.pdf), Acesso em 10/12/2011.

JONG, I.C.; VAN VOORST, A.S.; BLOKHUIS, H.J. Parameters for quantification of hunger in broiler breeders. **Physiology & Behaviour**, v.78, p.773-783, 2003.

KEELING, L.J. & HURNIK, J.F. Social facilitation acts more on the appetitive than the consummator phase of feeding behavior in domestic fowl. **Animal Behavioural**, v.52, p.11–15, 1996.

KHAN, R.U. Antioxidants and poultry semen quality. **World's Poultry Science Journal**, v.67, p.297-308, 2011.

KIM, Y.J.; PARK, W.Y.; CHOI, I.H. Effects of dietary  $\alpha$ -tocopherol, selenium, and their different combinations on growth performance and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, n.3, p.603-608, 2010.

KOGUT, M.H., KLASING, K. An immunologist's perspective on nutrition, immunity, and infectious diseases: Introduction and overview. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.103–110, 2009.

KOUTSOS, E.A. & KLASING, K.C. Factors modulating the avian immune system. In: **Avian Immunology**. 1<sup>a</sup> ed. Elsevier, cap.17, p. 323-338, 2008.

KUSTER, C.E., SINGER, R.S., ALTHOUSE, G.C. Determining sample size for the morphological assessment of sperm. **Theriogenology**, v.61, p.691–703, 2004.

LEANDRO, N.S.M., OLIVEIRA, A.S.C., GONZALES, E., CAFÉ, M.B., STRIGHINI, J.H., ANDRADE, M.A. Probiótico na ração ou inoculado em ovos embrionados: Desempenho de pintos de corte desafiados com Salmonella Enteritidis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1509-1516, 2010.

LEESON, S. AND J. SUMMERS. 2000. IN: **Broiler Breeder Production**, 329p. University Books, Guelph, Ontario, Canada.

LEITÃO, A.R., LEANDRO, M.N., STRINGHINI, H.J., CAFÉ, M.B., ANDRADE, M.A. Inoculação de maltose, sacarose ou glicose em ovos embrionados de baixo peso. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.93-100, 2010.

LEWIS, P.D. Photoperiod and Control of Breeding. IN: **Biology of Breeding Poultry**. Poultry Science Series, v.29, 455p. CAB International, Cambridge, MA. 2009.

LING, Z., AND ZHIYUE, W. Effects of different dietary crude protein levels on reproductive performance in breeder roosters. **Animal Husbandry and Feed Science**, v.2, n.1, p. 27-31, 2010.

LUCCA, W.; ROSA, A.P.; UTPATEL, R.; MACHADO, H.; SANTOS, C.B.; BARCELOS, V. Diferentes níveis de energia metabolizável para galos reprodutores de corte com ou sem retirada da crista. **Ciência Rural**, v.41, n.3, p.513-518, 2011.

ŁUKASZEWICZ, E.; JERYSZ, A.; PARTYKA, A.; SIUDZIN'SKA, A. Efficacy of evaluation of rooster sperm morphology using different staining methods. **Research in Veterinary Science**, v.85, p.583–588, 2008.

LYONS, G., STANGOULIS, J.; GRAHAM, R. Nutriprevention of disease with high selenium wheat. **Journal of the Australasian College of Nutritional and Environmental Medicine**, v.22, p.3-9, 2003.

MACHIN, M.; SIMOYI, M.F.; BLEMINGS, K.P.; KLANDORF, H. Increased dietary protein elevates plasma uric acid and is associated with decreased oxidative stress in rapidly-growing broilers. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.137, p.383–390, 2004.

MACIEL, M. P. Características reprodutivas de galos leves e semi-pesados submetidos a diferentes fotoperíodos. 2006. 126 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MACIEL, M.P.; COTTA, J.T.B.; MURGAS, L.D.S.; LIMA, D.; LIMA, F.P.; ALVARENGA, A.L.N. Programas de luz sobre o desempenho e parâmetros seminais de galos semi-pesados. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1617-1621, 2011.

MAGLICH, J.M.; LOBE, D.C.; MOORE, J.T. The nuclear receptor CAR (NR1I3) regulates serum triglyceride levels under conditions of metabolic stress. **Journal of Lipid Research**, v.50, n.3, 2009.

MANGIAGALLI, M.G.; MARTINO, P.A.; SMAJLOVIC, T.; GUIDOBONO, L.; CAVALCHINI, MARELLI, S.P. Effect of lycopene on semen quality, fertility and native immunity of broiler breeder. **British Poultry Science**, v.51, n.1, p.152-157, 2010.

Mc DOWELL, L.R. Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. In: Mc Dowell LR, editor. **Vitamin A and E**. London: Academic Press, p.10-131, 1989.

Mc DANIEL G.R. Comedouros separados para reprodutores machos y hembras. Troutman: Pilch 52p., 1985.

Mc DANIEL, C. D., J. L. HANNAH, H. M. PARKER, T. W. SMITH, C. D. SCHULTZ, AND C. D. ZUMWALT. Use of a sperm analyzer for evaluating broiler breeder males. 1. Effects of altering sperm quality and quantity on the sperm motility index. **Poultry Science**, v.77, p.888–893, 1998.

MORGULIS, M. S. Imunologia aplicada. In: **Fisiologia Aviária**, Jaboticabal: Marcos Macari, Renato Luis Furlan e Elisabeth Gonzales, 2002. 375p. cap. 18. p.231-245, 2002.

MOYLE, J.R., WIDEMAN, R.F., WHIPPLE, S.M., YOHO, D.E., & BRAMWELL, R.K. Urolithiasis in Male Boiler Breeders. **International Journal of Poultry Science**, v.10, p.839-841, 2011.

MUSA, H.H.; CHEN, G.H.; CHENG, J.H.; YOUSIF, G.M. Relation between Abdominal Fat and Serum Cholesterol, Triglycerides, and Lipoprotein Concentrations in Chicken Breeds. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v.31, n.6, 2007.

NAIDU, K.A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Journal of Nutrition*, v.2, p.7–16, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL Committee on Animal nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition, Washington, D.C. **Nutrient requirements of poultry**. 9<sup>th</sup>ed., Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

NAZAR, F.N.; MAGNOLI, A.P.; DALCERO, A.M.; MARIN, R.H. Effect of feed contamination with aflatoxin B1 and administration of exogenous corticosterone on Japanese quail biochemical and immunological parameters. **Poultry Science**, v.91, p.47-54, 2012.

PANDA, A.K.; RAJU, M.V.; RAO, L.N.; RAMA, S.V.; SHYAM, S.G.; SHARMA, R.P. Effect of post hatch water deprivation on yolk sac utilization, gastrointestinal tract development and performance in neonate broilers. *Indian Journal of Poultry Science*, v.43, p.106-109, 2008.

PARKER, H. M., J. B. YEATMAN, C. D. SCHULTZ, C. D. ZUMWALT, AND C. D. MC DANIEL. Use of a sperm quality analyzer for evaluating broiler breeder males. 2. Selection of young broilerbreeder roosters for the sperm quality index increases fertile egg production. **Poultry Science**, v.79, p.771–777, 2000.

- PAULENZ, H.; GREVLE, I. S.; TVERDAL, A.; HOFMO, P. O.; BERG, K. A. Precision of the Coulter® for routine assessment of boar-sperm concentration in comparison with the haemocytometer and spectrophotometer. **Reproduction in Domestic Animals**, v.30, n.3, p.107-111, 1995.
- PEDROSO, A.A., CHAVES, L.S., LOPES, K.L.A.M., LEANDRO, N.S.M., CAFÉ, M.B., STRIGHINI, J.H. Inoculação de nutrientes em ovos de matrizes pesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2018-2026, 2006.
- PEREIRA, D.F., NÄÄS, I.A., ROMANINI, C.B., SALGADO, D.D., PEREIRA, G.O.T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.308-314, 2005.
- PERIC, L.; MILOSEVIC, N.; MILIC, D.; VUKIC-VRANJES, M. Effect of Sel-Plex in Broiler Breeder Diets on the Subsequent Day-old Chick Quality. World Poultry Science Association, **Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition**, August 26 – 30, Strasbourg, France, 2007.
- RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, p.75-82, 1995.
- RASHIDI, A.A.; GOFRANI IVARI, Y.; KHATIBJOO, A.; VAKILI, R. Effects of Dietary Fat, Vitamin E and Zinc on Immune Response and Blood Parameters of Broiler Reared Under Heat Stress. **Research Journal of Poultry Sciences**, v.3, n.2, p.32-38, 2010.
- RENEMA, R.A. AND ROBINSON, F.E. Defining normal: comparison of feed restriction and full feeding of female broiler breeders. **World's Poultry Science**, v.60, p.508-522, 2004.
- RICHARDS, M.P.; ROSEBROUGH, R.W.; COON, C.N.; MCMURTRY, J.P. Feed intake regulation for the female broiler breeder: In theory and in practice. **Journal of Applied Poultry Research**, v.19, p.182-193, 2010.
- RIOS, J. N. F.; CARVALHO, A.D.; ZANELLA, I.; RABER, M.R.; BONATO, E.L.; SCHER, A.; FRANCO, S.S. Programas de restrição alimentar para matrizes tipo corte em fase de recria. **Ars Veterinária**, v.22, p.092-097, 2006.
- ROBERTSON, L.; WISHART, G.J. In vitro sperm-egg interaction assay utilizing inner perivitelline layer from laid chicken eggs. In: BAKST, M.R.; CECIL, H.C. (Eds.). **Techniques for semen evaluation, semen storage, and fertility determination**. Savoy, IL: Poultry Science Association, Inc. p. 64-67, 1997.
- ROCHA, F.D.; PEREIRA, R.C.; KAPLAN, M.A.C; TEIXEIRA, V.L. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.4, p.631-639, 2007.
- ROCHA, J. S. R., L. J. C. LARA, N. C. BAIÃO, R. J. C. VASCONCELOS, V. M. BARBOSA, M. A. POMPEU, AND M. N. S. FERNANDES. Antioxidant properties of vitamins in nutrition of broiler breeders and laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v.66, p.261–270, 2010.

ROMERO-SANCHEZ, H.; PLUMSTEAD, P.W., LEKSRISOMPONG, N.; BRAKE, J. Feeding Broiler Breeder Males. 2.Effect of Cumulative Rearing Nutrition on Body Weight, Shank Length, Comb Height, and Fertility. **Poultry Science**, v.86, p.175-181, 2007.

ROSA, A.P.; SCHER, A; SORBARA, J.O.B.; BOEMO, L.S.; FORGIARINI, J.; LONDERO, A. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders. **Poultry Science**, v. 91, p.660–666, 2012.

ROSENSTRAUCH, A.; DEGEN, A.A.; FRIEDLANDER, M. Spermatozoa Retention by Sertoli Cells during the Decline in Fertility in Aging Roosters'. **Biology of Reproduction**, v.50, p.129-136, 1994.

ROSS, E.; DOMINY, W. The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. **Poultry Science**, v.69, n.5, p.794-800, 1990.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Exigências Nutricionais de Aves Reprodutoras. IN: **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**, 3ª Ed., Viçosa, MG: UFV/DZO, p.143, 2011.

RUSHMORE, T.H. & PICKETT, C.B. Transcriptional regulation of the rat glutathione S-transferase Ya subunit gene. **The Journal of Biological Chemistry**, v.265, n.24, p.14648-14653, 1990.

RUTZ, F., ANCIUTI, M. A., RECH, J. L., ROSSI, P. Impacto dos minerais orgânicos sobre o desempenho animal. In: BIOTECNOLOGIA NUTRICIONAL NA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2004, Curitiba. **Anais...** Simpósio Brasileiro Alltech (A.Malaguido e F. Rutz, eds). Curitiba, PR, 2004. p.74-82. 2004.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; PAN, E.A. Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. (Ed.). **Manejo de Matrizes de Corte**. Campinas, SP: FACTA, p. 75-143, 2005.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. Revista **Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p. 307-317, 2007.

SAGER, M. Selenium in agriculture, food, and nutrition. **Pure and Applied Chemistry**, v.78, n.1, p.111–133, 2006.

SAHINA, K.; ONDERCIB, M.; SAHINB, N.; GURSUC, M.F.; KHACHIKD, F.; KUCUK, O. Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, v.31, n.4, p. 307-312, 2006.

SANTOS, T.C.; MURAKAMI, A.E., FERNANDES, J.I.M.; CARVALHO, L.S. Efeito da vitamina e em dietas suplementadas com óleo sobre parâmetros de fertilidade de galos reprodutores. In: Conferência Facta - APINCO, 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...**2009, v.1. p.32-32.

SAVORY, C.J.; MAROS, K. Influence of degree of food restriction, age and time of day on behavior of broiler breeder chickens. *Behavioural Processes*, v.29, p.179-190, 1993.

SHAFIEI, N.L, GAEINI, A.A., CHOOBINEH, S. Effect of zinc and selenium supplementation on serum testosterone and plasma lactate in cyclist after an exhaustive exercise bout. **Biological Trace Element Research**, v.144, p.454-462, 2011.

SOARES J. M.; BELETTI M. E. Avaliação da integridade cromatínica de espermatozoides de galos de linhagem pesada em duas idades. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n.4, p.543-553, 2006.

SPRADLEY, J.M.; FREEMAN, M.E.; WILSON, J.L. AND DAVIS, A.J. The Influence of a Twice-a-Day Feeding Regimen After Photostimulation on the Reproductive Performance of Broiler Breeder Hens. **Poultry Science**, v.87, p.561-568, 2008.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M.; CARVALHO, G.J.L.; FRANCA, A.S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J.L.M. Uso de Enzimas na Alimentação de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction**. Nottingham University Press, Nottingham. 616 p., 2002.

SURAI, P.F. Natural Antioxidants in Poultry Nutrition: New developments. IN: 16th European Symposium on Poultry Nutrition. Strasbourg, France. **Proceedings...**, 2010.

SURAI, P.F., N. FUJIHARA, B.K. SPEAKE, J-P. BRILLARD, G.J. WISHART AND N.H.C. SPARKS. Polyunsaturated fatty acids, lipid peroxidation and antioxidant protection in avian semen. **Journal of Animal Science**, v.14, p.1024-1050, 2001.

TAHERKHANI, R.; ZAGHARI, M.; SHIVAZAD, M.; SHAHNEH, A.Z. A twice-a-day feeding regimen optimizes performance in broiler breeder hens. **Poultry Science**, v.89, p.1692–1702, 2010.

THOGERSON, C.M., HESTER, P.Y.; MENCH, J.A.; NEWBERRY, R.C.; OKURA, C.M.; PAJOR, E.A.; TALATY, P.N.; GARNER, J.P. The effect of feeder space allocation on productivity and physiology of Hy-Line W-36 hens housed in conventional cages. **Poultry Science**, v.88, p.1793–1799, 2009.

TOLKAMP, B.J.; SANDILANDS, V.; KYRIAZAKIS, I. Effects of Qualitative Feed Restriction During Rearing on the Performance of Broiler Breeders During Rearing and Lay. **Poultry Science**, v.84, p.1286–1293, 2005.

TYLER, N. & BEKKER, H. The effect of dietary crude protein on the fertility of male broiler breeders. **African Journal of Animal Science**, v.42, n.3, p.304-309, 2012.

UNI Z, FERKET RP, TAKO E, KEDAR O. In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos. **Poultry Science**, v.84, p.764-770, 2005.

UNI, Z. & FERKET, P.R. Methods for early nutrition and their potential. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.101-111, 2004.

VIEIRA, N.S.; ROSA, A.P.; ZANELLA, I.; MAIORKA, A.; MANERA, P.R. Avaliação de diferentes programas de restrição alimentar na recria de matrizes avícolas tipo corte. **Ciência Rural**, v.25, p.455-460, 1995.

VIOLA, T.H.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JR. A.M. The Influence of Water Restriction on the Performance and Organ Development of Young Broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.323-327, 2009.

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

WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v.68, p.13-20, 1996.

WARING, W.S., WEBB, D.J., MAXWELL, S.R. Systemic uric acid administration increases serum antioxidant capacity in healthy volunteers. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v.38, p.365-71, 2001.

WILLEMSEN, H.; DEBONNE, M.; SWENNEN, Q.; EVERAERT, N.; CAREGHI, C.; HAN, H.; BRUGGEMAN, V.; TONA, K.; DECUYPERE, E. Delay in feed access and spread of hatch: importance of early nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.66, p.177-188, 2010.

WISHART, G.J. Maintenance of ATP concentrations in and of fertilizing ability of fowl and turkey spermatozoa in vitro. **Journal of Reproduction**, v.66, p.457–462, 1982.

WURTZEN, G. Shortcomings of current strategy for toxicity testing of food chemicals: antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, v.28, n.11, p.743-745, 1990.

XIAO, R., POWER, R. F., MALLONEE, D., CROWDUS, C., BRENNAN, K. M., AO, T.; DAWSON, K.A. A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. **Poultry Science**, v.90, n.1, p.136-146, 2011.

YANG, Y., IJI, P.A., KOCHER, A., THOMSON, E., MIKKELSEN, L.L. & CHOCT, M. Effects of mannanoligosaccharide in broiler chicken diets on growth performance, energy utilisation, nutrient digestibility and intestinal microflora. **British Poultry Science**, v.49, p.186–194, 2008.

YEGANI, M. & KORVER, D.R. Factors affecting intestinal health in poultry. **Poultry Science**, v.87, p.2052-2063, 2008.

ZANIBONI, L. & CEROLINI, S. Liquid storage of turkey semen: Changes in quality parameters, lipid composition and susceptibility to induced in vitro peroxidation in control, n-3 fatty acids and alpha-tocopherol rich spermatozoa. **Animal Reproduction Science**, v.112, p.51–65, 2009.

ZANINI, S.F.; TORRES, C.A.; BRAGAGNOLO, N.; TURATTI, J.M.; SILVA, M.G.; ZANINI, M.S. Evaluation of the ratio of omega 6: omega 3 fatty acids and vitamin E levels in the diet on the reproductive performance of cockerels. **Archiv fur Tierernahrung**, v.57, p.429-442, 2003.