UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

RAFAEL DA COSTA PEREIRA INNOCENTINI

**Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras
comerciais**

Pirassununga
2015

RAFAEL DA COSTA PEREIRA INNOCENTINI

Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo

Pirassununga

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.3251
FMVZ

Innocentini, Rafael da Costa Pereira

Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras comerciais / Rafael da Costa Pereira Innocentini. -- 2015.
69 f. il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassumunga, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo.

1. Poedeiras comerciais. 2. Hisex Brown. 3. Níveis vitamínicos altos. 4. Cantaxantina. 5. 25 hidroxicolecalciferol. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "EFEITO DA NUTRIÇÃO VITAMÍNICA E MINERAL NO DESEMPENHO E RESPOSTA IMUNE DE POEDEIRAS COMERCIAIS", protocolado sob o CEUA nº 6198031014, sob a responsabilidade de Lúcio Francelino Araújo e equipe; RAFAEL DA COSTA PEREIRA INNOCENTINI - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMZV) em reunião de 19/08/2015.

We certify that the proposal "EFFECT OF VITAMIN AND MINERAL NUTRITION ON PERFORMANCE AND IMMUNE RESPONSE OF LAYERS.", utilizing 800 Birds (800 females), protocol number CEUA 6198031014, under the responsibility of Lúcio Francelino Araújo and team; RAFAEL DA COSTA PEREIRA INNOCENTINI - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was approved by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of São Paulo University (CEUA/FMZV) in the meeting of 08/19/2015.

Vigência da Proposta: de 02/2015 a 07/2016

Área: Vnp/fmvz

Procedência: Globoaves São Paulo Agroavícola Ltda

Espécie: Ave

Gênero: Fêmeas

idade: 1 dia

N: 800

Linhagem: Htlsex Brown

Peso: 40g

São Paulo, 23 de novembro de 2015

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: INNOCENTINI, Rafael da Costa Pereira

Título: Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

À Deus, e minha família que com a graça Dele está aumentando...

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por nos prover o dom da vida e todas as oportunidades. À todas as entidades de luz que auxiliaram na boa execução deste trabalho, por meio de boas intuições e inspirações.

À minha esposa, meu amparo e meu amor, sempre presente e participante nos desafios e conquistas cotidianas, por meio de sua ternura, compreensão e grandeza de espírito. Minha eterna guia e porto seguro, que agora traz ao mundo nosso primeiro filhinho, tão esperado e amado.

Aos meus pais por todo o trabalho de formação moral, educacional e profissional, sempre me amparando com carinho e bem direcionando. Aos meus seis irmãos e dois sobrinhos, grandes motivadores. E à toda a minha família, cuja matriarca (minha avó) desempenha papel especial.

Ao meu orientador, Prof. Lúcio Francelino Araújo e à sua esposa, profa. Cristiane Araújo, pela acolhida e orientação. E aos colegas tão empenhados nas atividades da granja experimental, sem os quais este trabalho não seria exequível.

Às empresas Globoaves São Paulo Agroavícola Ltda, DSM e Zoetis, pelo apoio à realização do trabalho.

RESUMO

INNOCENTINI, R. C. P. **Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras comerciais** [Effect of vitamin and mineral nutrition on the performance and immune response of commercial layers]. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

A avicultura brasileira assumiu nos últimos anos importante papel dentro do PIB nacional, e a produção de ovos dentro do setor vem tomando cada vez maior importância. No decorrer dos últimos anos vários avanços foram observados no que se refere ao melhoramento genético de poedeiras comerciais, no sentido de maiores produtividade e longevidade. Ambos parâmetros podem ser afetados pela atuação de radicais livres e nutrição adequada. Embora o organismo vivo apresente mecanismos fisiológicos que visam diminuir os danos causados por radicais livres, a suplementação destes pode promover benefícios, desde a reprodução da ave até o desempenho produtivo de poedeiras oriundas de matrizes suplementadas com substâncias antioxidantes, dentre elas a cantaxantina. Recentemente vários estudos têm sido feitos para a nutrição adequada das aves com utilização adequada de aminoácidos, energia, fontes minerais, enzimas, etc., para que atinjam o máximo potencial produtivo. Porém, os níveis vitamínicos têm sido pouco estudados, e normalmente com foco em frangos de corte e/ou níveis mínimos a serem trabalhados para que o animal não entre em deficiência, trabalhos com níveis vitamínicos visando produtividade máxima em poedeiras comerciais não foram encontrados na literatura pesquisada. O presente estudo teve como objetivo avaliar poedeiras comerciais modernas, da linhagem Hisex Brown, em duas situações: origem de matrizes suplementadas com cantaxantina e 25 hidroxicolecalciferol, e níveis vitamínicos altos contra níveis vitamínicos praticados comercialmente. O experimento foi inteiramente casualizado e ocorreu nas dependências da granja experimental da USP de Pirassununga. As aves foram alojadas com 1 dia de idade e mantidas até as 70 semanas, passando pelas fases de cria, recria e produção, em que tiveram os parâmetros zootécnicos observados e comparados. Como resultados, observou-se no trabalho quanto à suplementação das matrizes: melhor peso corporal aos 35 dias, e daí até o final da recria ($p < 0,05$), não apresentando maiores consumos de ração em relação ao grupo controle. Na fase de produção observou-se melhor peso dos ovos e espessura da casca para o grupo tratado e maior resistência da casca para o grupo controle ($p < 0,05$). Quanto aos níveis vitamínicos observou-se: vantagem em peso aos 35 dias,

o que não se observou às 17 semanas, e observou-se menor conversão alimentar no grupo controle. Durante a fase de produção, o grupo tratado apresentou resultados melhores em peso de ovos e resistência da casca ($p < 0,05$).

Palavras-chave: Poedeiras comerciais. Hisex Brown. Níveis vitamínicos altos. Cantaxantina. 25 hidroxicolecalciferol.

ABSTRACT

INNOCENTINI, R. C. P. **Effect of vitamin and mineral nutrition on the performance and immune response of commercial layers** [Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras comerciais]. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

Brazilian poultry has been taken an important part on Brazilian economy on the past few years, and the egg production has been taken an important part on Brazilian poultry. During the last years, several improvements have been done on the way of better production and longer lifetime of the layers. Both parameters are influenced by free radicals action and the correct use of nutrition. Although live animals have system to avoid damages caused by free radicals, supplementation with antioxidants can bring them benefits, since the reproduction of the breeder, until the production of the layer provided from light breeders supplemented, one of these substances is cantaxantin. Recently, studies have been conducted to determine the appropriate levels of aminoacids, energy, minerals, enzymes, etc., everything to permit the animal, the maximum production. However, vitamin levels haven't been studied that much, and normally, the goal of these studies are broilers and/or the minimum necessary to don't let animals be deficient. This study had the goal to evaluate layers of Hisex Brown lineage, on two situations: the supplementation of the light breeder with cantaxantin and 25 hidroxicolecalciferol, and optimum vitamin nutrition against the ones commercially used. The experiment was entirely randomized designed, and occurred on the experimental houses of USP of Pirassununga. The day old pullet were housed and maintained there for 70th weeks old, going through rearing and production period, on which had its parameters evaluated. As the results, on the work with breeders supplementation better body weight at 35 days old, and than until the end of rearing period ($p < 0,05$), without higher feed consumption than control group. On the production period it was observed higher egg weight and thickness of the shell ($p < 0,05$) for the supplemented breeder group, but better shell resistance for the control group. For the work with optimum vitamin nutrition results it was observed improvement of body weight at 35 days old ($p < 0,05$) on the OVN group, but it was not observed until the end of rearing period. During the production time it was not observed any improvement but the weight and resistance of eggs on OVN group ($p < 0,05$).

Key words: Layers. Hisex Brown. Optimum vitamin nutrition. Cantaxantin. 25
hidroxicolecalciferol.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Apresenta as diversas vitaminas com correspondentes nomes e principais funções*	24
Quadro 2 -	Níveis Vitamínicos, com as respectivas unidades, utilizados nos grupos controle e tratado, durante as fases de cria e recria, e produção.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Apresentação da evolução de frangos de corte no que se refere à: idade de abate, peso vivo (kg), peso da carcaça (kg), rendimento (%) de peito (%), gordura (%) e gordura abdominal (%). Período estudado do ano 1957 à 2003.....	26
Tabela 2 - Apresentação dos resultados da cria (0-35 dias), considerando Peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar	40
Tabela 3 - Apresentação dos resultados da recria (6-17 sem), considerando Peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar	40
Tabela 4 -Apresentação dos índices produtivos das aves entre 20-70 semanas, apresentando Produção (%), Consumo total (20-70 sem), Consumo final (57-70 sem), Ovo por ave alojada (OAA), Conversão por dúzia de ovos, Massa de ovos produzida (57-70 sem) e Conversão por massa de ovos (57-70 sem).....	40
Tabela 5 - Apresentação dos resultados das análises de ovos, feitas no período de 20-70 semanas. Foram utilizados como parâmetro comparativos peso dos ovos (g), resistência de casca (KgF), espessura da casca (mm), unidade Haugh, Altura de albumen (mm) e cor de gema.....	41
Tabela 6 - apresentação dos resultados da cria (0-35 dias), considerando peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar.....	57
Tabela 7 - Apresentação dos resultados da recria (6-17 sem), considerando peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar	57
Tabela 8 - Apresentação dos índices produtivos das aves entre 20-70 semanas, apresentando Produção (%), Consumo, Ovo por ave alojada (OAA), Conversão por dúzia de ovos, Massa de ovos produzida (57-70 sem) e Conversão por massa de ovos (57-70 sem)	57
Tabela 9 - Apresentação dos resultados das análises de ovos, feitas no período de 20-70 semanas. Foram utilizados como parâmetro comparativos peso dos ovos (g),	

resistência de casca (KgF), espessura da casca (mm), unidade Haugh, Altura de albumen (mm) e cor de gema.....	58
--	----

SUMÁRIO

Capítulo 1	14
1 Introdução	15
2 Revisão de Literatura.....	17
2.1 Carotenoides	17
2.2 Vitaminas	23
2.3 Vitamina D.....	30
3 Objetivos	32
Capítulo 2: Desempenho de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown, proveniente de matrizes de postura suplementada com cantaxantina + 25 hidroxicolecalciferol	33
4 INTRODUÇÃO.....	36
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
6 RESULTADOS.....	40
7 DISCUSSÃO	42
8 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
Capítulo 3: Efeito da nutrição vitamínica no desempenho de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown.....	49
8 INTRODUÇÃO.....	52
9 MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
10 RESULTADOS.....	57
11 DISCUSSÃO	59
12 CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro representa hoje 22,15% do PIB brasileiro anual (ECOAGRO, 2012). Sendo a avicultura responsável por 1,5% (R\$36 bi em negócios) deste valor, e responsável pela geração de 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos no país (UBABEF, 2013).

O setor de poedeiras comerciais tem como objetivo a produção de ovos para consumo humano (ovos de prateleira). Há um trabalho intenso no que se refere ao melhoramento animal, em busca de aves cada vez mais produtivas e com maior longevidade das aves.

A empresa Hendrix Genetics é uma das grandes detentoras de linhagens de poedeiras comerciais no mercado mundial, lançando pacotes genéticos melhorados ano-a-ano, tendo como objetivo a produção de 500 ovos/ave alojada, até as 100 semanas de idade, em um único ciclo produtivo, até 2020.

Para que as aves expressem o desempenho máximo atribuído a estas pelas casas de genética, é preciso um equilíbrio entre: genética, nutrição, manejo, sanidade e ambiente. No que se refere à nutrição, o conceito moderno é que as aves possam desempenhar capacidade máxima produtiva sem faltas e tampouco excessos de nutrientes, o que se chama de nutrição de precisão.

Um ponto importante dentro de uma dieta é o atendimento dos níveis dos micronutrientes (vitaminas e minerais). No tocante às vitaminas, apresenta-se trabalhos, que balizam os níveis praticados atualmente no mercado, que datam de 20 a 30 anos atrás. São exigências estipuladas para atender o mínimo necessário para que os animais, com características produtivas de 20 anos atrás, não entrem em deficiência. Com o desempenho superior das aves modernas, acredita-se que os níveis vitamínicos precisem de ajustes, até mesmo com um novo foco, para que os animais não somente não entrem em deficiência, mas, sim alcancem desempenho máximo com níveis vitamínicos superiores.

Quando se discute a questão dos minerais, surge a necessidade de suplementação, uma vez que os níveis minerais disponíveis nos ingredientes de uma dieta são baixos e/ou com biodisponibilidade baixa para o animal. Para suplementação mineral em uma dieta, existem hoje duas alternativas no mercado, o uso dos minerais inorgânicos (na forma de sais) e minerais orgânicos (ligados a moléculas orgânicas). As vantagens expostas para utilização dos minerais orgânicos, se baseia na maior biodisponibilidade do mineral, uma vez que ele é absorvido juntamente com aminoácidos ou carboidratos, de maneira direta, sem precisar ou

necessitando do mínimo de processamento. Porém, os resultados encontrados no momento são muito controversos e com utilização mineral em fase de produção das poedeiras.

Observando-se a evolução genética das poedeiras comerciais nos últimos anos, a data de trabalhos de definição de exigências vitamínicas e a divergência de resultados encontrados no que se refere ao uso dos minerais orgânicos, surge a necessidade de uma investigação científica, acerca da resposta produtiva de aves de alta performance (Hisex Brown), em função de níveis vitamínicos (níveis baixos praticados no mercado vs níveis altos) e fonte mineral (inorgânica ou orgânica), do 1º dia de vida até o final do ciclo produtivo às 80 semanas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Carotenoides

A terminologia “radical livre” é amplamente utilizada tanto para saúde humana quanto para animal. Conceitualmente, este termo refere-se a um átomo ou molécula com número ímpar de elétrons em sua última camada, tornando-se altamente reativos (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1990; HALLIWELL, 1992).

Estas moléculas precisam interagir com outras para que sejam estabilizadas. Na interação entre radicais livres e ácidos graxos, pode ocorrer a peroxidação lipídica (seres vivos) e rancidez oxidativa (alimentos). A primeira acarreta em alterações na estrutura das membranas, na estrutura dos aminoácidos, nas funções enzimáticas e no DNA. A segunda ocasiona sabor rançoso, altera propriedades nutricionais e leva a formação de produtos tóxicos (LIMA; ABDALLA, 2001; GUEDES, 2006).

Os radicais livres são originados em organismos vivos a partir das próprias reações naturais do metabolismo. No sêmen, a oxidação lipídica é um problema para a integridade da membrana espermática, a qual é rica em ácidos graxos poli-insaturados. Como defesa o plasma seminal e os espermatozoides têm complexos enzimáticos e vitaminas antioxidantes (MAKKER et al., 2009). Os espermatozoides ao serem abrigados na vagina da fêmea contam com um mecanismo enzimático complexo, do qual participam as vitaminas C e E. Porém, os mecanismos antioxidantes, tanto do sêmen do macho, quanto da vagina da fêmea, tornam-se menos eficientes com o envelhecer das aves, podendo contribuir com o declínio da fertilidade (RUTZ et al., 2005; ROCHA et al., 2011).

Segundo Franchini et al. (2002); Cherian et al. (2007) e Giampietro et al. (2008), os ovos, mesmo que com casca íntegra, são susceptíveis à oxidação lipídica quando submetidos a estoque, sendo que esta é crescente e diretamente proporcional ao tempo de estoque e temperatura. Rocha et al. (2011), consideram que, extrapolando-se este conceito para ovos férteis de matrizes pesadas, pode-se esperar aumento na mortalidade embrionária e queda na eclodibilidade, em função da estocagem dos ovos para incubação, prática comum na indústria avícola. Além da alteração dos aspectos físicos dos ovos causando perdas, pode-se presumir que a oxidação lipídica, diminua os níveis de nutrientes disponíveis para o embrião,

difícultando o desenvolvimento e aumentando a taxa de mortalidade embrionária. Além da formação de compostos tóxicos ao embrião.

Os tecidos embrionários das aves são ricos em ácidos graxos poli-insaturados, estes em contato com o oxigênio presente em maiores concentrações a partir da metade do desenvolvimento embrionário, começam a sofrer oxidação, o que provoca alterações nas concentrações das enzimas antioxidantes. As enzimas superóxido dismutase e glutathione peroxidase atuam durante a vida embrionária especificamente contra a peroxidação lipídica, e ainda, são os principais fatores antioxidantes do pinto à eclosão (WILSON et al., 1992; SURAI et al., 1997; SURAI, 1999a,b).

Para que não ocorram ou se minimizem as reações supramencionadas, é necessário que as moléculas de radicais livres interajam com moléculas apropriadas para emparelhamento de seu elétron livre. Para tanto os organismos fazem uso de algumas enzimas como superóxido dismutase, glutathione peroxidase e catalase (ROCHA et al., 2011).

O consumo de fatores antioxidantes auxilia na eliminação dos radicais livres liberados durante o metabolismo normal das aves. Dentre estes fatores estão os carotenoides, os quais apesar de reconhecidos como precursores de vitamina A e pigmentantes, também têm características de absorver excesso de energia de moléculas altamente reativas (ROCHA et al., 2011).

Carotenoides são tetrapenóides (hidrocarbonetos e derivados naturais). Portanto, são a união de oito unidades isoprenóides (5 átomos de carbono), formando uma molécula com 40 carbonos. Exceção observada nas moléculas crocetina e bixina. Há moléculas de carotenoides que podem ainda ter em uma de suas extremidades um ou dois anéis beta-ionona (VILLELA, 1976).

Entre diferentes características dos carotenoides, está a presença de um sistema de duplas ligações conjugadas, que lhes confere o poder antioxidante. Porém, estas características levam a oxidação e isomerização de moléculas de carotenoides, durante o processamento e estocagem de alimentos (RODRIGUES-AMAYA, 1999).

A ação antioxidante é conferida aos carotenoides acíclicos com pelo menos 9 ligações duplas conjugadas. Estes são capazes de retirar do meio moléculas altamente reativas de oxigênio (MCBRIDE, 1996). O lincopeno é reconhecido por ter a maior capacidade de sequestrar moléculas de oxigênio singleto, seguido de astaxantina ou cantaxantina, beta-caroteno ou bixina, luteína e crocina (FONTANA et al., 2000)

Portanto, são compostos eficientes em neutralizar radicais livres e interagir com oxigênio. Com isto, previnem as lesões oxidativas causadas nas células por radicais livres e também por

formas reativas de oxigênio. Ambas, substâncias produzidas pelo metabolismo normal do organismo, podendo ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, atacando tecidos (SHAMI; MOREIRA, 2004). Porém, sua ação como antioxidante depende da concentração de oxigênio no meio, de interação com outros antioxidantes, do seu tipo e de sua natureza (EDGE et al., 1997; ROCK, 1997).

Dois carotenoides que se destacam por serem bastante oxigenados, a astaxantina (presente na levedura *Xanthophyllomyces dendrorhous*) e a cantaxantina (presente nas plumas do flamenco, do guará maranhense e do *Cantharellus cinnabarinus*). O consumo deste tipo de carotenoides vem crescendo em função da utilização industrial na aquicultura e na avicultura, por serem pigmentantes, ação largamente estudada e aplicada destes dois compostos (FONTANA et al., 2000).

A função pigmentante se dá pela deposição de carotenoides do grupo xantofila. Estes grupos estão disponíveis em alimentos como o milho e o pimentão vermelho. Há ainda carotenoides sintéticos como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e a etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo). A cantaxantina, na natureza é responsável pela coloração dos flamencos, e na indústria vem sendo empregado como tentativa de melhorar a coloração de carcaça de frangos e ovos (GARCIA et al., 2002).

As aves dependem da ingestão de carotenoides para que os tenha disponível. A maior atuação destes se dá em associação com lipídios de tecidos ou células. A deposição destes compostos nos tecidos depende da disponibilidade de compostos funcionais que contenham oxigênio (hidroxila, acetona, éster, etc) ou outras moléculas que tenham características polares, capazes de interagir com os compostos e carregá-los ao tecido alvo (BENDICH; OLSON, 1989).

Este carotenoide é absorvido no intestino e transportado até o fígado, através dos portomicrons, via veia porta-hepática, e é direcionado através das rotas metabólicas das lipoproteínas para os diferentes tecidos (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

No que se refere à atividade pigmentante da cantaxantina, Angeles e Scheideler (1998) trabalharam com duas dietas basais (gluten de milho e farelo de alfafa) com dois níveis de inclusão de carotenos (45 e 60 ppm) e duas fontes sintéticas de cantaxantina (*carophyl* vermelho e *carophyl* amarelo), se observou diferença estatística na coloração da gema dos ovos, em relação ao controle. Rocha et al. (2011) também encontraram efeito positivo na coloração de gema, trabalhando com nível de inclusão de 6ppm de cantaxantina na dieta de matrizes de corte.

Durante o processo de desenvolvimento embrionário, a principal fonte energética são os lipídios constantes na gema dos ovos (11% da massa dos ovos, referem-se aos lipídios, dos quais 33-35% encontram-se na gema). O embrião promove a oxidação lipídica para produção de acetil-CoA, a qual é empregada no ciclo do ácido cítrico, gerando energia. Porém, como metabólitos há radicais livres e peróxidos, os quais podem promover alterações nas membranas ou no material genético do embrião, em especial no terço final da incubação, quando o metabolismo aeróbico aumenta (SURAI et al., 2003).

O tempo de estocagem dos ovos férteis (prática comum na avicultura industrial), também leva ao aumento da oxidação e diminuição do extrato etéreo na massa seca dos ovos e muda o perfil de ácidos graxos encontrados na gema (ROCHA et al., 2011).

Alguns estudos sugerem que os carotenoides podem ser bons antioxidantes durante a incubação. Trabalhos com matrizes de corte suplementadas com cantaxantina e vitamina E, evidenciaram a ação antioxidante efetiva da interação entre estas moléculas (EDGE et al., 1997). E, conforme demonstrado, por Angeles e Scheideler, (1998) e Rocha et al. (2011), a cantaxantina tem boa passagem para a gema dos ovos.

À presença de cantaxantina na gema dos ovos, Rocha et al. (2011), atribuíram a diminuição da mortalidade embrionária final, por reduzirem a atividade dos peróxidos sobre os embriões. A cantaxantina possui duplas ligações conjugadas em sua estrutura molecular, o que lhes confere característica antioxidante (RODRIGUES-AMAYA, 1999), portanto, é uma potencial doadora de elétrons ou hidrogênio para moléculas instáveis (radicais livres), assim estabilizando-as. Podem interagir também com radicais lipídicos, formando o complexo antioxidante-lipídio (ARAÚJO, 2006). Explicando-se assim, como ela pode ter contribuído para a redução da mortalidade embrionária final, no trabalho de Rocha et al. (2011).

Este composto pode exercer efeitos benéficos como antioxidante metabólico geral para o embrião, uma vez que, os órgãos em desenvolvimento têm alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados, que são bastante sujeitos à ação de radicais livre e oxidação (SPEAKE et al., 1998; SIES; STHAL, 2003).

Surai et al. (2002), afirma haver no embrião um complexo antioxidante, formado por nutrientes componentes da gema (vitamina E, carotenóides e selênio) e moléculas formadas pelo embrião (ácido ascórbico e glutathione peroxidase), podendo a concentração de nutrientes oriundos da gema ser beneficiada pela dieta da matriz, em especial de componentes que tenham afinidade por gordura.

No trabalho de Rocha et al. (2011), trabalhando com matrizes de corte, submetidas a monta natural, observou-se melhora na taxa de eclosão, não somente pela redução da mortalidade embrionária final, mas, também pelo aumento da fertilidade das aves.

Rocha et al. (2011) puderam observar a queda na fertilidade das aves com o passar das semanas, o que se explica pela maior susceptibilidade, dos espermatozoides de galos mais velhos, aos danos oxidativos, fator que também foi observado por Weir e Robaire (2007). A explicação para a melhora nos resultados é que a cantaxantina reduziu os danos oxidativos, pela sua ação antioxidante.

Ferreira et al. (2010), trabalhando com sêmen *in vitro*, de machos de 40 a 59 semanas, puderam observar: maior motilidade espermática, vigor espermático, concentração espermática e menores alterações morfológicas espermáticas.

Estes autores consideraram que o efeito antioxidante da cantaxantina, evitou a peroxidação lipídica da estrutura dos espermatozoides, melhorando assim motilidade e vigor espermático. Segundo relatos de Aitken (1995) e Martin Rillo et al. (1995) a composição lipídica e de ácidos graxos dos espermatozoides se correlaciona com a fertilidade, uma vez que, quando da ocorrência de peroxidação lipídica, ocorre queda na fluidez e fertilidade.

Espermatozóides com melhores índices de motilidade e vigor possuem maior capacidade fertilizante, porque é necessário que o espermatozoide seja rápido e resistente para que atinja o sítio de armazenamento no oviduto (ALLEN; GRIG, 1957; FORMANN; FELDMAN, 1998; MACIEL, 2006).

A conformação dos espermatozoides é de extrema importância, pois na ocorrência de anomalias, há prejuízos em motilidade e resistência destes. Um limite máximo seria de 20% dos espermatozoides totais (MACIEL, 2006).

As melhoras em índices encontrados por Ferreira et al. (2010), que analisaram especificamente o sêmen de machos, e não os resultados de incubação, corroboram os dados apresentados por Rocha et al. (2011), que trabalharam com avaliações de fertilidade através de incubações e monta natural.

Não somente os benefícios dos carotenoides durante a incubação foram demonstrados, mas, também aspectos relativos à vida pós eclosão dos animais, cujas progenitoras foram suplementadas com luteína. Haqq et al. (1995) demonstraram que frangos de corte apresentaram níveis plasmáticos circulantes mais elevados frente ao grupo controle, em que as matrizes não receberam suplementação de cantaxantina, por até 5 semanas pós eclosão.

Após a eclosão, o estoque de carotenoides presente no fígado, diminui rapidamente (aproximadamente, três vezes em nove dias), o que sinaliza a importância destes compostos no desenvolvimento inicial dos animais (SURAI et al., 1998). Este estoque se dá pela ação da lipase lipoproteica nos capilares do tecido adiposo do embrião, durante o desenvolvimento, como resíduos de sua ação ocorrem fragmentos de lipoproteínas, vitamina E e carotenoides, que se acumulam no fígado (SURAI et al., 1996).

A importância dos carotenoides para o desenvolvimento do sistema imune foi demonstrada por Koutsos et al. (2003), quando privaram embriões de carotenoides durante a vida embrionária e observaram danos ao timo e ao fígado. Segundo Chew; Paark (2004), em aves adultas, os carotenoides ajudam na prevenção de infecções por estimular resposta humoral.

É tão notória a capacidade reativa da cantaxantina, que em produções industriais desta molécula, empregam-se antioxidantes para estabilização desta. Porque, é uma molécula muito instável, principalmente em condições de temperatura, luz e pH desfavoráveis (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2004).

Outra opção de rota metabólica da cantaxantina, seria no fígado, onde há conversão de parte da cantaxantina a precursores de vitamina A (4 oxoretinol, por exemplo) (EUROPEAN COMMISSION, 2002). Portanto, além de antioxidante e pigmentante, conforme explorado, a cantaxantina é considerada, provitamina A. Além deste composto, vários carotenóides de estrutura molecular isomérica ou derivados de carotenoides são precursores de vitamina A (WILLIAMS et al., 1998).

Os precursores de vitamina A, são pertencentes a um grupo é composto por: alfa e beta-carotenos e criptoxantina. No caso destes carotenoides, a maior parte deles é convertida em vitamina A, ainda na luz intestinal, enquanto uma pequena porção é absorvida e, através da corrente sanguínea, chega à gema e pele (SURAI et al., 2001). A alta atividade provitamina A destes carotenóides reside no fato de possuírem em sua composição, pelo menos um grupamento Ionona (MELÉNDEZ-MARTINEZ et al., 2004).

É bastante controversa a posição dos pesquisadores quanto a função pró-vitamina A da cantaxantina. Segundo Beardsworth e Hernández (2003) relatam, a cantaxantina pode ser convertida em vitamina A, em casos de deficiência desta vitamina na dieta, Surai et al. (2003), complementam esta informação, afirmando que as aves industriais são suplementadas com retinol sintético, e que portanto, deficiências dificilmente seriam observadas.

Porém, Rocha et al. (2011), trabalhando com matrizes de corte com idade mais velha, observaram o aumento no depósito de vitamina A na gema dos ovos, quando as matrizes são

suplementadas com cantaxantina, mesmo as aves recebendo dietas com níveis adequados de vitamina A e dietas iguais, em que a única diferença é a suplementação com 6 ppm de cantaxantina.

A absorção das vitaminas A e E são antagônicas, ou seja, quanto maior a absorção de vitamina A no intestino das aves, menor será a absorção de vitamina E, isto porque ambas utilizam-se do mesmo sítio de ligação para serem absorvidas. Fator que reforça a atividade provitamina A da cantaxantina, é que no trabalho de Rocha et al. (2011), além do aumento da concentração de vitamina A na gema dos ovos, observou-se diminuição da absorção vitamina E.

Entretanto, Böhn et al. (1997) demonstraram que existe uma possibilidade de que os carotenoides atuem sobre a reciclagem da vitamina E. Esta possibilidade é confirmada pelo trabalho de Surai et al. (2003), que relata o aumento de vitamina E em gema de ovos, tecidos embrionários e de pintos de 1 dia, através do uso de níveis crescentes de cantaxantina na dieta de matrizes de corte.

Outro estudo mostrou que a quantidade de vitamina E no fígado de pintinhos, oriundos de matrizes de corte suplementadas com carotenoides, foi significativamente superior. Demonstrando que os carotenoides atuam na preservação de vitamina E, reduzindo os efeitos do estresse oxidativo, como o que ocorre durante a incubação (SURAI et al., 1999 a).

Neste sentido, a proposta do presente trabalho será avaliar a suplementação de matrizes de postura com cantaxantina e seus resultados no próprio lote e em progênes oriundas destas aves e de um grupo controle, oriundo de matrizes não suplementadas.

2.2 Vitaminas

Em pleno século 21, tópicos como produtividade e eficiência produtiva ainda continuam em evidência. Porém, temas como qualidade de alimentos, sanidade e bem-estar animal tem tomado importância.

Tanto em nutrição humana como animal, as vitaminas têm fundamental importância, por participarem de reações fisiológicas como catalisadores naturais. Estão presentes em pequenas quantidades na maioria dos alimentos, porém, são fundamentais para processos como crescimento, desenvolvimento, sanidade e reprodução. Não existe um padrão fixo para os

níveis vitamínicos em uma dieta, variando de acordo com: genótipo, desempenho de campo e tipo de sistema produtivo (BARROETA et al., 2012).

Conforme mencionado, apresentam papel fundamental no desenvolvimento dos animais, entre outros motivos, por terem participação importante no ciclo do ácido cítrico (BARROETA et al., 2012).

São componentes orgânicos, que de maneira geral possuem baixas exigências e devem estar disponíveis para o animal na dieta, uma vez que, estes não têm capacidade de produzi-las em quantidades suficientes (BARROETA et al., 2012).

Classifica-se as vitaminas em dois grupos de acordo com características fisiológicas e físico-químicas, sendo lipossolúveis ou hidrossolúveis (LEHNINGER et al., 1995; CHAMPE; HARVEY, 1996). São quatro as vitaminas que compõe o grupo das lipossolúveis: A, D, E e K. Estas vitaminas têm como característica serem absorvidas no trato gastrointestinal juntamente com a gordura da dieta e se acumulam no organismo (RONCADA, 1998). As vitaminas hidrossolúveis são compostas pelo complexo B e vitamina C, estas são absorvidas juntamente com a água e não acumulam no organismo em quantidades consideráveis, e para que continuem a desempenhar suas funções normalmente, dependem de ingestão diária (BRICARELLO; GOULART, 2014).

Quadro 1 - Apresenta as diversas vitaminas com correspondentes nomes e principais funções*

(Continua)

Vitamina	Nome	Principais Funções
A	Retinol	1- Essencial para visão 2- Crescimento, desenvolvimento ósseo e de partes moles. 3- Processos imunológicos e reprodução normal
D	Calciferol	1- Homeostase mineral, em especial cálcio e fósforo
E	Tocoferol	1- Antioxidante
K	K	1- Produção de Protrombina (coagulação) 2- Produção de proteínas do plasma, ossos e rins
B1	Tiamina	1- Respiração tecidual (metabolismo dos carboidratos, lipídios e proteínas) 2- Ação neural (vitamina antineurítica)
B2	Riboflavina	1- Multiplicação celular (cicatrização e crescimento)
Niacina	Ácido nicotínico Nicotinamida	1- Metabolismo de carboidratos e proteínas 2- Síntese de gordura 3- Respiração celular
B6	Piridoxina Piridoxal Piridoxamina	1- Coenzimas de diversas reações metabólicas: reações de transmissão, conversão de triptofano em niacina e serotonina, biossíntese do heme e do glicogênio, etc.

(Conclusão)

Vitamina	Nome	Principais Funções
Folato	Folacina Ácido Fólico	1- Coenzimas do transporte de fragmentos de carbono, metabolismo dos aminoácidos e síntese de ácidos nucleicos
B12	Cobalamina	1- Funcionamento normal das células: trato digestório, neural e medula óssea 2- Necessário para o crescimento, ligado à absorção de ácido fólico
Ácido Pantotênico	Ácido Pantotênico	1- Componente da coenzima A
Biotina		1- Fixação de dióxido de carbono nos tecidos 2- Participação no metabolismo das vitaminas B-12 e do Ácido Pantotênico
Colina	Colina	1- Formação do neurotransmissor acetilcolina
C	Ácido Ascórbico	2- Potente anti-oxidante 3- Cofator de vários sistemas enzimáticos essenciais

*Adaptado de Bricarello e Goulart (2014)

Conforme apresentado no Quadro 1, as vitaminas de uma maneira geral são moléculas presentes em diversas reações metabólicas. Seus requerimentos diários são bastantes baixos.

As recomendações de níveis de manuais como: National Research Council (NRC), Agriculture and Food Research Council (AFRC), Institut National de Recherche Agronomique (INRA), Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, baseiam-se nos mínimos necessários que devem ser fornecidos de cada vitamina para que o animal não entre em deficiência e possa ter aproveitamento ótimo de outros nutrientes ingeridos via dieta (FÉLIX et al., 2009; BARROETA et al., 2012).

A preocupação com os mínimos se dá porque as vitaminas participam do desenvolvimento dos animais, tendo participação importante no ciclo do ácido cítrico. A deficiência de qualquer vitamina, faz com que a resposta do animal seja em queda de produtividade e propiciando o aparecimento de doenças (JENSEN, 1974; FÉLIX et al., 2009). As reações orgânicas sem as vitaminas seriam tão lentas, a ponto de não efetivarem-se (MAVROMICHALIS, 1999).

A biodisponibilidade das vitaminas nos ingredientes das rações de animais varia consideravelmente. A quantidade disponível varia em função da exigência vitamínica da matéria-prima utilizada (milho, farelos de trigo e soja, por exemplo), as quais, para que se desenvolvam, necessitam também de vitaminas para reações metabólicas. Fatores como: época de ano, clima e localização geográfica do plantio, fazem com que haja grande variabilidade na composição vitamínica dos ingredientes, utilizados na dieta animal. Além da

grande variabilidade, a presença das vitaminas nos ingredientes de uma dieta, não garante a biodisponibilidade destas para o animal (BARROETA et al., 2012).

Alguns fatores podem diminuir ainda mais a biodisponibilidade das vitaminas. Estes fatores anti-nutricionais podem ser oriundos do metabolismo de fungos ou bactérias, ou podem estar presentes na matéria-prima. Comumente observa-se: inativação de vitamina B1 pela tiaminase; formação de compostos inativos; bloqueio do sítio de ligação. O cuidado com os óleos utilizados na dieta e a quantidade de gordura insaturada e oxidada deve ser tomado, uma vez que, estes fatores podem interferir negativamente no metabolismo de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) (BARROETA et al., 2012).

Dentre os fatores determinantes para os requerimentos vitamínicos diários dos animais, está o fenótipo. A definição de fenótipo se dá pelas expressões do genótipo e do ambiente, somados à interação entre eles. No caso de animais de produção, podemos entender como fenótipo o desempenho produtivo do animal.

Muito se trabalhou em frangos de corte para que houvesse um grande ganho em desempenho, em especial no que se refere ao ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, fatores que permitiram nos últimos anos diminuição na idade de abate, aumento no rendimento de carcaça e deposição de gordura, conforme apresentado na tabela 01 (BARROETA et al., 2012).

Tabela 1 - Apresentação da evolução de frangos de corte no que se refere à: idade de abate, peso vivo (kg), peso da carcaça (kg), rendimento (%) de peito (%), gordura (%) e gordura abdominal (%). Período estudado do ano 1957 à 2003.

CARACTERÍSTICA	1957	1991	2003
IDADE, DIAS	84	42	42
PESO VIVO (KG)	1,41	2,13	2,67
PESO CARCAÇA (KG)	0,91	1,39	1,93
RENDIMENTO (%)	65,1	67,7	72,3
% PEITO	13	15	20
% GORDURA	12,3	14,2	13,7
% GORDURA ABDOMINAL	1,1	1,5	1,4

Adaptado de Barroeta et al. (2012)

Frente a estes animais notoriamente mais produtivos do que os pacotes genéticos de décadas passadas, surgem pesquisas avaliando se os níveis vitamínicos, trabalhados não com foco em atender o mínimo exigido, mas, sim o máximo para se obter melhor desempenho (BARROETA et al., 2012).

As maiores divergências entre níveis, têm sido observadas quanto ao preconizado pelas tabelas e os níveis praticados de vitaminas lipossolúveis. Levando-se em consideração as recomendações do NRC, a campo se pratica níveis de cinco a oito vezes superiores para vitamina A, até 24 vezes superiores para vitamina E, até oito vezes superiores para vitamina K e até 25 vezes superiores para vitamina D (FÉLIX et al., 2009).

Em situações de campo, têm-se observado respostas dos animais com níveis bastante diferentes dos preconizados pelas tabelas de referência. Castaing et al. (2003), trabalhando com dois níveis vitamínicos diferentes, observou melhora no peso dos frangos aos 38 dias de idade e maior deposição de vitamina E na carcaça quando utilizando o dobro dos níveis comerciais utilizados.

Atualmente, não apenas os índices de desempenho têm sido avaliados em pesquisas mas, também, resposta imune, bem-estar animal e enriquecimento de carcaças (FÉLIX et al., 2009). Segundo Leeson et al. (2007), respostas do sistema imune normalmente são observadas quando se pratica níveis dez vezes superiores aos recomendados pelas tabelas.

O sistema imune atua basicamente em duas frentes, evitando a permanência do patógeno ou criando condições adversas à sobrevivência do patógeno no organismo (KORVER; KLASING, 2002). Portanto, uma primeira atuação do sistema imune, se dá em forma de barreiras, sejam elas a pele, o muco produzido no trato gastrointestinal, aglutininas, etc, para evitar que o patógeno entre no organismo. Uma vez que o patógeno entrou, há dois desdobramentos possíveis, primeiro ocorre uma resposta inflamatória inespecífica que envolve células da imunidade inata: natural killers e células pós-inflamatórias (macrófagos, monócitos, etc). Como se trata de uma resposta inespecífica os efeitos são sistêmicos, e custo metabólico deste processo é muito alto, ocorrendo perda de peso, baixa em desempenho e pode ocorrer morte. Os animais após a fase inespecífica de uma reação inflamatória, podem apresentar exigências nutricionais superiores àquelas normais, em função do ganho compensatório. Consequente à fase inespecífica, ocorre a reação inflamatório específica, a qual se refere à memória imune adquirida pelo animal em desafios anteriores, nesta fase são acionadas as defesas humoral (produção de anticorpos, produzidos a partir de células B) e

celular (células T). Nesta fase, como as reações são bastante específicas o custo fisiológico normalmente não aumenta e as exigências tendem a se manter (ROURA et al., 1992).

Neste ínterim, as vitaminas atuam então, como moléculas que podem prevenir infecções, ou seja, evitam que ocorra a fase inespecífica que gera danos e perdas de desempenho, e também são fundamentais para a fase de recuperação e ganho compensatório, em que as exigências dos animais aumentam.

Em trabalho comparando dois níveis vitamínicos (comerciais e ótimos), Mota et al. (2012), observaram que o uso de níveis vitamínicos superiores promoveu melhores ganho de peso e conversão alimentar, em frangos de corte, abatidos com 45 dias de idade.

Fator interessante trabalhado por estes autores, foi a inclusão de aflatoxina (0,5 ppm) ou não à dieta das aves deste experimento. Como resultado, observaram que as aves que receberam níveis vitamínicos superiores, não tiveram alteração de desempenho em função da presença da aflatoxina e apresentaram desempenho superior (ganho de peso e conversão alimentar), quando comparadas às aves do grupo controle, fossem ou não desafiadas por aflatoxina (MOTA et al., 2012).

Este achado de Mota et al. (2012), vêm a corroborar o exposto por Félix et al. (2009), no que se refere aos novos achados que se busca atualmente quando em trabalhos com níveis vitamínicos, entre eles, a influência do nível vitamínico sobre a resposta imune, e esta sobre o desempenho, havendo assim mais uma variável para a determinação de níveis vitamínicos, o desafio por patógenos ou agentes tóxicos.

Mota et al. (2012), ainda encontraram vantagens nos índices relativos ao pós-abate dos animais, observando melhora em aproveitamento total de carcaça. Observando mais uma vez o efeito benéfico dos níveis vitamínicos altos, sobre o rendimento de aves que foram desafiadas com aflatoxina, muito embora ainda não se tenha estabelecido a correta relação entre a aflatoxina e vitaminas. O que já se observou foi que aves com dietas deficientes em Riboflavina e Colecalciferol, tornaram-se susceptíveis à níveis mais baixos de aflatoxina.

Um fator importante para a qualidade e vida de prateleira da carne é a oxidação lipídica. É um processo que ocorre naturalmente nos ácidos graxos, em especial os insaturados, que se encontram nas membranas biológicas (fosfolípidios), sendo a carne das aves mais ricas em ácidos graxos insaturados, do que a carne vermelha, tornando-se assim, mais susceptível ao fenômeno. A oxidação lipídica gera radicais livre que levam à diminuição no período de prateleira da carne e pode levar à formação de compostos que causam gosto rançoso ao alimento (aldeídos) ou que comprometem a segurança alimentar (álcoois, cetonas, aldeídos,

etc). O sistema de proteção para a ocorrência da oxidação lipídica é formado por antioxidantes, os quais atuam evitando a oxidação e a propagação dos efeitos destas através de radicais livres, peróxidos e outros compostos (GRAY et al., 1996; MORDENTI; MARCHETTI, 1996; NAM et al., 1997). Mota et al. (2012) observou melhora na qualidade de carne suplementando as aves com níveis vitamínicos superiores, inclusive tocoferol e ácidos ascórbico que estão envolvidos no sistema antioxidante mencionado.

No que se refere a poedeiras comerciais, nos últimos anos a indústria genética, atrelada a nutrição, manejo, ambiência e sanidade, tem trabalhado no sentido de produzir aves cada vez mais produtivas, mais precoces e de vida mais longa. Havendo nestes animais uma relação muito estreita entre desempenho em fases de cria e recria, com os bons resultados produtivos da ave adulta (MEDEIROS, 2010).

Uma das empresas que se destaca no seguimento de melhoramento genético em poedeiras comerciais é a Hendrix Genetics. Uma das promessas desta empresa é que em 2020, as aves produzam 500 ovos/ave alojada em um ciclo produtivo de 100 semanas, sem muda forçada (MONTEIRO, 2012).

Portanto, um dos grandes méritos da avicultura de postura, são os resultados de melhoramento genético, sempre com foco em produção máxima de ovos a um custo mínimo. Em busca de melhores resultados econômicos, produtos que melhorem o desempenho do animal, merecem atenção especial.

As tabelas de exigências, anteriormente mencionadas, também se aplicam às poedeiras comerciais e se baseiam nos mínimos necessários para que o animal não entre em deficiência e, como fonte apresentam trabalhos que por vezes têm 30 anos de publicação. Com a evolução genética e, sendo o fenótipo um dos fatores que alteram a exigência vitamínica das aves, surge um novo desafio, determinar níveis que atendam às exigências para um desempenho produtivo ótimo destas aves, cada vez mais precoces, mais produtivas e de longevidade maior. Pesquisas realizadas com poedeiras comerciais ainda não foram desenvolvidas no que se refere à resposta produtiva destes animais frente a níveis vitamínicos elevados, portanto, não se sabe se pode se esperar os mesmos resultados e melhora em desempenho conforme os observados e expostos para frangos de corte.

Surge então a necessidade de avaliação das vitaminas, não sob o ponto de vista dos mínimos necessários para que o animal não entre em carência, mas, como componentes fundamentais em uma dieta cujos níveis mais altos possam permitir que as aves modernas possam desempenhar o máximo de sua capacidade produtiva ou além.

2.3 Vitamina D

Dentre as vitaminas lipossolúveis, há a vitamina D ou Calciferol. Esta vitamina participa do metabolismo do cálcio e do fósforo, bem como da manutenção do nível plasmático adequado destes (MOTA et al., 2012).

Os precursores na natureza, são basicamente dois. O 7-dehidrocolesterol (que é transformado em vitamina D3) presente nos animais, e o ergosterol (que é transformado em vitamina D2) presente nas plantas (COSTA et al., 2009).

Nos animais, o metabolismo de formação desta vitamina começa na pele, através do contato do 7-dehidrocolesterol com a luz ultra-violeta (UVB), que excita a molécula e provoca alterações conformacionais, ocorrendo um rearranjo entre os carbonos 6 e 7 (acontece uma dupla ligação). Esta reação se dá em função da temperatura e do tempo de exposição, e tem como resultado a formação do colecalciferol (molécula termoestável) o qual, ligando-se a uma proteína carreadora, é transportado até o fígado (COSTA; MOURA, 2009).

Uma outra via de acesso de colecalciferol ao fígado, nas aves, é através da glândula Uropigiana. Pois, a secreção desta, contém 7-dehidrocolesterol que é espalhado sobre as penas pela ave, como maneira de impermeabilizar as penas. Quando na superfície das penas, este composto entra em contato com a radiação UVB, que promove a conversão desse para colecalciferol, o qual é ingerido pela ave, quando esta passa o bico pelas penas, tendo assim acesso à circulação sanguínea via metabolismo gorduroso e chega ao fígado (PEREIRA, 2006).

No fígado, uma enzima hidroxilase atua sobre o colecalciferol, promovendo hidroxilação no carbono 25, transformando este composto em 25-hidroxicolecalciferol (25vitaminaD). Este composto é transportado aos rins, onde sofre ação de outra hidroxilase (1- α -hidroxalase), sendo transformado em 1,25-diidroxicolecalciferol (1,25vitaminaD). Este hormônio, é responsável por aumentar a absorção de cálcio no intestino e nos ossos e, de aumentar a excreção de fósforo via urina (MOTA et al., 2012).

O principal objetivo da 1,25vitaminaD, é aumentar a absorção de cálcio intestinal e reabsorção de cálcio ósseo, com o intuito de manter a homeostase entre cálcio e fósforo. Para tanto, ativa a síntese da proteína transportadora de Cálcio (Calbidina ou PTCa proteína), sendo esta dependente de energia e sódio. No caso de poedeiras, há também uma Calbidina uterina. Quando em hipocalcemia, a paratireoide libera paratormônio, o qual estimula os rins

a excretar maior quantidade de fósforo e a produzir 1,25vitaminaD, paralelamente o paratormônio atua nos ossos, promovendo maior reabsorção de cálcio. A secreção deste hormônio é inibida quando ocorre altos níveis de 1,25vitaminaD no sangue (COSTA, 2009; MOTA et al., 2012).

O ponto de regulação metabólico da atividade da 1,25vitaminaD, é a enzima 1- α -hidroxalase, esta é ativada pelo paratormônio, pelo AMPc nefrogênico, estrógeno, prolactina e hormônio do crescimento (BORDEAU, 1994). Bar et al. (2009) observou que, poedeiras que produzem ovos com boa qualidade de casca, apresentam maior atividade da 1- α -hidroxalase renal e, consequentemente, maior nível plasmático de 1,25vitaminaD, Calbidina duodenal e uterina do que poedeiras que produzem ovos com anomalias de casca, mesmo a concentração plasmática de Cálcio sendo igual.

Segundo relatos de De Lucca (1972) e Soares et al. (1995) a atividade do metabólito 25vitaminaD é de 2,5 a 4vezes mais ativo que o colecalciferol. Sendo assim, a presença deste composto é importante para a manutenção de um bom sistema ósseo e de boa qualidade de casca. Lesson e Summers (2001), afirmam que essa maior atividade da 25vitaminaD em relação ao colecalciferol, pode chegar a ordem de 200 vezes.

Salvador et al. (2009), trabalhando com poedeiras jovens, observaram melhora em conversão alimentar quando as aves receberam suplementação de 25vitaminaD. Observaram ainda, a ocorrência de efeito sinérgico entre vitamina D e C no que se refere à qualidade dos ovos, uma vez que, colecalciferol em presença de vitamina C (200ppm), aumenta a porcentagem de gema dos ovos. E, a espessura de casca é aumentada quando a 25vitaminaD se relaciona com vitamina C (100 ou 200 ppm). Estes fatores não foram observados quando as fontes de vitamina D foram utilizadas sozinhas na dieta.

Leeson e Summers (2001), observaram melhora na qualidade óssea de perna de aves que foram submetidas a estresse térmico e suplementadas com vitamina C. Uma possível explicação seria que a vitamina C, ativa a 1 α hidroxilase renal, que promove a hidroxilação de 25vitaminaD para 1,25vitaminaD, conforme relatado anteriormente. Este ganha melhor argumentação frente aos resultados encontrados por Salvador et al. (2009).

Muitos resultados divergentes foram encontrados na literatura, e a maioria deles, se refere a dietas em períodos específicos da vida da poedeira, e não em estudos sobre a suplementação por toda a vida da poedeira, desde a recria até o abate às 70 semanas. Trabalhos com poedeiras jovens podem não refletir as mesmas características das mais velhas, lembrando que as poedeiras atuais encontram-se cada vez mais produtivas e longevas.

3 OBJETIVOS

Poucos estudos são encontrados com poedeiras comerciais, e também sobre a influência da dieta matriz de postura no desempenho da poedeira comercial a campo.

Com isto, buscou-se entender o efeito da suplementação de cantaxantina + 25-hidroxicolecalciferol (*MaxiChick*®) em matrizes de postura da linhagem Hisex Brown e na progênie (poedeiras comerciais) da mesma linhagem.

Avaliou-se também o desempenho das poedeiras comerciais de 1 dia até as 70 semanas de idade, tratadas com dois níveis vitamínicos: OVN (*optimum vitamin nutrition*) e LVN (*low vitamin nutrition*).

**CAPÍTULO 2: Desempenho de poedeiras comerciais da linhagem Hisex
Brown, proveniente de matrizes de postura suplementada com
cantaxantina + 25 hidroxicolecalciferol**

RESUMO

Desempenho de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown, proveniente de matrizes de postura suplementada com cantaxantina + 25 hidroxicalciferol.

Frente às discussões cada vez mais evidentes sobre os prejuízos causados por radicais livres e a tendência de criação de aves cada vez mais longevas. O presente estudo avaliou a suplementação de Cantaxantina e 25 hidroxicalciferol, na dieta de matrizes de postura da linhagem Hisex Brown, e suas consequências no desempenho de poedeiras comerciais provenientes do lote tratado (1 kg/ton) e lote controle (sem suplementação). O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo cada tratamento compostos por 20 repetições, iniciando com pitinhas de 1 dia e terminando às 70 semanas das aves, para tanto, a quantidade de aves por tratamento foi de: 12 aves cada ao alojamento, 10 aves cada aos 35 dias e 8 aves cada durante a vida produtiva, visando atender as normas de bem-estar animal no que se refere ao espaço de fêmeas por gaiola, além da atenção com manejo e ambiência. Como parâmetros foram utilizados: peso, consumo de ração, conversão alimentar (kg consumido/ kg de ganho de peso) e uniformidade, na fase de recria, e, produção de ovos (%), aproveitamento (%), ovos por ave alojada (OAA), conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos, conversão alimentar por massa de ovos produzidos, peso dos ovos, resistência à quebra, unidade haugh, altura de albúmen, coloração de gema e espessura de casca, durante a produção. Como resultados, observou-se melhor ganho de peso das fêmeas provenientes de matrizes de postura suplementadas com cantaxantina + 25 hidroxicalciferol, obtiveram melhor peso corporal aos 35 dias, e daí até o final da recria ($p<0,05$), não apresentando maiores consumos de ração em relação ao grupo controle. Na fase de produção observou-se melhor peso dos ovos e espessura da casca para o grupo tratado e maior resistência da casca para o grupo controle ($p<0,05$).

Palavras-chave: Cantaxantina. 25 hidroxicalciferol. Poedeiras. Hisex Brown.

ABSTRACT

Hisex Brown comercial layers performance, provided from light breeders supplemented with cantaxantin and 25 hidroxicolecalciferol.

Several discussions have been taken about free radicals damages in poultry, whose fowls are living longer. This study evaluated the supplementation of cantaxantin and 25 hidroxicolecalciferol, on the diet of light breeders of the lineage Hisex Brown, and its consequence on the performance of the comercial layers provided by them (1 kg/ton) and control group (breeders without supplementation). The design was entirely randomized, and each treatment was integrated by 20 repetitions, starting with day old pullets and got finished when the fowls were 70th weeks old. When day old pullets arrived, they were divided on groups of 12, than with 35 days old divided on groups of 10 and finally 8 fowls per group during the production time, it was done to provide the animal welfare, and good treatments of ambience and management. As parameters were analysed: body weight, food consumption, conversion rate (kg consumed/ kg of body weight gain) and uniformity, during the hearing period. On production period were observed: egg production (%), harnessing eggs (%), eggs per bird housed (EBH), feed conversion per dozen of eggs produced, feed conversion per egg mass produced, weight of the eggs, egg resistance, haugh unity, albumen high, yolk color and thickness of the shell. As the results, were observed better body weight of the pullets provided from the treated group at 35 days old and then during the whole hearing period ($p < 0,05$), it wasn't observed higher feed consumption for this. During the production period it was observed higher egg weight and shell thickness for the treated group and better egg resistance for the control group ($p < 0,05$).

Key words: Cantaxantin. 25 hidroxicolecalciferol. Layers. Hisex Brown.

4 INTRODUÇÃO

Atualmente muito têm-se discutido sobre os efeitos dos radicais livres nos organismos vivos. Estas moléculas possuem potencial prejudicial para organismos vivos, por apresentarem um elétron desemparelhado que, para conferir estabilidade à molécula, precisa se emparelhar, para tanto, pode buscar íons livres, lipídios, material genético, etc, promovendo diferentes tipos de oxidação (LIMA; ABDALLA, 2001; GUEDES, 2006). Como mecanismos anti-oxidantes, o organismo produz enzimas (catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase), utiliza vitaminas (tocoferol e ácido ascórbico) ou compostos que sejam ingeridos via dieta (carotenoides) (ROCHA et al., 2011).

No que se refere aos carotenoides, são moléculas com alta instabilidade, por possuírem várias duplas ligações em sua composição. Esta característica faz com que sejam moléculas bastante utilizadas por radicais livres, os quais rompem duplas ligações e se estabilizam com os íons liberados pelos carotenoides (RODRIGUES-AMAYA, 1999).

Dentre os carotenoides, há a cantaxantina, a qual é bastante utilizada como pigmentante para ovos, porque, ao serem absorvidas no intestino juntamente com os lipídios, chegam ao fígado, e a partir do fígado são enviados com os VLDLg para a gema dos ovos, onde confere coloração de alaranjada à avermelhada (EUROPEAN COMMISSION, 2002). Com esta característica, pode-se assegurar a boa passagem de cantaxantina para a gema dos ovos.

A gema dos ovos, por ser composta em grande parte por ácidos graxos (33-35%), é bastante susceptível à peroxidação, a qual se torna mais frequente no terço final da incubação, quando o embrião aumenta a oxidação lipídica para geração de energia, gerando resíduos tóxicos (peróxidos). Neste momento, a presença de cantaxantina na gema dos ovos pode fazer com que haja redução na quantidade de peróxidos formados (SURAI et al., 2003).

O uso da cantaxantina, em dietas deficientes (SURAI et al., 2002; BEARDSWORTH; HERNÁNDEZ, 2003) ou não (ROCHA et al., 2011) em retinol, aumentou a quantidade de retinol encontrada na gema dos ovos, demonstrando a atividade provitamina A, praticada pela cantaxantina. Surai et al. (2003) encontraram ainda correlação entre o uso de cantaxantina e maior presença de tocoferol circulante, em função da cantaxantina exercer reciclagem do tocoferol. Surai et al. (1996) e Surai et al. (1998) correlacionam a ocorrência de vitamina E no fígado de pintinhos, com o nível plasmático circulante de cantaxantina, podendo haver benefícios e maiores quantidades de vitamina E disponível, quando dos níveis plasmáticos superiores de cantaxantina.

A evolução da avicultura se dá em produtividade e em longevidade, assim, as poedeiras modernas, estão sendo conservadas a campo por maior tempo e com resultados produtivos satisfatórios. Esta tendência é válida tanto para as poedeiras quanto para as matrizes de postura. Considerando que os ovos se tornam maiores com a idade e com qualidade de casca pior, uma preocupação que se torna crescente, se refere à qualidade de casca dos ovos, seja das matrizes (conferindo bons resultados de eclosão/eclodibilidade) ou das poedeiras (conferindo maior quantidade de ovos aproveitáveis).

A vitamina D, é conhecida pela participação no metabolismo do cálcio e fósforo e por manter o equilíbrio entre cálcio e fósforo circulantes no plasma sanguíneo. O metabolismo desta vitamina começa com a quebra do colesterol em calciferol por radiação ultravioleta, passa pelo fígado e sofre uma hidroxilação, tornando-se 25 hidroxicalciferol e, ao passar pelos rins, é hidroxilada novamente e torna-se a forma ativa (hormônio) 1,25 dihidroxicalciferol. Este hormônio estimula a formação de proteínas carreadoras de cálcio no intestino e no oviduto das aves (COSTA; MOURA, 2009; MOTA et al., 2012).

Há comercialmente disponível uma forma 25 hidroxicalciferol, a qual segundo XYZ, apresenta melhores resultados em relação à melhora no metabolismo de cálcio e fósforo do que a suplementação da forma calciferol (De LUCCA, 1972; SOARES et al., 1995; LESSON; SUMMERS, 2001).

Considerando que o ponto de partida na criação de um lote é a boa qualidade dos pintinhos de um dia que o compõem. Buscou-se neste trabalho correlacionar melhoras em índices produtivos de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown, provenientes de matrizes suplementadas com cantaxantina (diminuição dos malefícios dos peróxidos durante incubação e maior concentração de tocoferol do fígado de pintinhos de um dia) e 25 hidroxicalciferol (melhor qualidade de casca e conseqüentemente, maior disponibilidade de cálcio e maior proteção conferida aos embriões em desenvolvimento).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O tratamento das matrizes foi realizado em empresa do Estado de São Paulo, com granjas na cidade de Pederneiras. Em uma granja de quatro aviários, escolheu-se dois lotes de matrizes de postura Hisex Brown, os quais diferiam em 10 semanas de idade, lote tratado apresentava-se com 50 semanas, e lote controle com 40 semanas. Foi considerado dia 0, o dia em que as aves começaram a receber suplementação de cantaxantina + 25 hidroxicalciferol. No dia 30, foi realizada incubação dos ovos controle e tratado, dos quais originaram os grupos controle e tratados das poedeiras. No nascimento foi realizada pesagem de 100% das poedeiras a serem enviadas para a granja experimental, para constatação do mesmo peso corporal entre os grupos.

Após seleção no incubatório, poedeiras de um dia foram enviadas para a granja experimental da USP, campus de Pirassununga/SP. Foram alojados 480 pintainhas de um dia da linhagem Hisex Brown, divididas em 36 parcelas de 12 aves cada. Sendo, 18 parcelas provenientes de matrizes tratadas e outras 18 controle.

Aos 35 dias as aves foram transferidas para gaiolas de recria, onde permaneceram até a 18ª semana. Aos serem transferidas para as gaiolas de recria, as aves foram selecionadas por peso para formar mais duas repetições por grupo, ou seja, passaram a haver 2 grupos com 20 repetições cada, e a densidade das gaiolas passou a ser 10 aves por gaiola, ficando cada grupo com 200 aves.

Nas fases de cria e recria, foram avaliados: 1) Peso médio: peso feito massal por gaiola e dividido pela quantidade de aves por repetição. 2) Consumo médio: obtido por diferença do que se tinha de ração por tratamento no início da semana e o que sobrou ao final da semana. 3) Uniformidade: peso individual das aves em pelo menos alojamento, 35 dias e 16ª semana. 4) Mortalidade/Viabilidade.

Após a 18ª semana, as aves foram transferidas para as gaiolas de produção, com 2 aves por gaiola, 4 gaiolas por repetição, havendo então 8 aves por repetição, totalizando 160 aves por tratamento.

Durante a fase de produção avaliou-se: 1) Consumo de ração 2) Produção: controle de postura dia-a-dia por tratamento. 3) Conversão alimentar por dúzia de ovos, e a partir das 57 semanas: 4) Peso dos ovos semanal, 5) Massa de ovos produzida, 6) Conversão alimentar por massa de ovos produzida. E, durante toda a produção: 7) Avaliação dos ovos: com utilização da máquina avaliadora de ovos *Egg check*, obteve-se: peso do ovo, resistência à quebra, altura de

albúmen, altura de gema, classificação interna de acordo com frescor, unidade Haugh e espessura de casca.

Durante o experimento, trabalhou-se com 5 fases de ração, sejam elas:

- Inicial: de 1 dia a 5 semanas;
- Crescimento: de 6 semanas a 15 semanas;
- Pré-postura: de 16 semanas a 18 semanas;
- Postura 1: de 19 semanas a 45 semanas;
- Postura 2: de 46 semanas a 70 semanas.

Os níveis praticados nas dietas foi o mesmo para os dois grupos e atendendo às exigências constantes no manual da linhagem. O tratamento estatístico foi dado de acordo com os procedimentos de ANOVA aplicados com uso do SAS.

6 RESULTADOS

Na fase de cria (1 dia até 35 dias), observou-se que o peso das aves apresentou-se maior ao término do período ($p<0,05$), embora o consumo não tenha sido diferente estatisticamente (tabela 2).

Tabela 2 - Apresentação dos resultados da cria (0-35 dias), considerando Peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar

Grupo	Peso	Consumo	Conversão
Tratado	380 ¹	21,09	2,16
Controle	363 ²	21,05	2,14
P	0,008	0,859	0,528
SEM	27	0,131	0,014

Na fase de recria (35 dias até 16 semanas), observou-se que o peso das aves apresentou-se maior no término do período ($p<0,05$) e, apesar de numericamente o consumo ter sido maior e a conversão alimentar também, no grupo tratado, não houve diferença estatística (tabela 3).

Tabela 3 - Apresentação dos resultados da recria (6-17 sem), considerando Peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar

Grupo	Peso	Consumo	Conversão
Tratado	1569 ¹	458,05	4,64
Controle	1546 ²	451,90	4,56
P	0,037	0,108	0,337
SEM	48	1,91	0,021

Na fase de produção não se observou diferenças estatísticas ($p<0,05$) para os parâmetros avaliados, nas condições trabalhadas (tabela 4).

Tabela 4 -Apresentação dos índices produtivos das aves entre 20-70 semanas, apresentando Produção (%), Consumo total (20-70 sem), Consumo final (57-70 sem), Ovo por ave alojada (OAA), Conversão por dúzia de ovos, Massa de ovos produzida (57-70 sem) e Conversão por massa de ovos (57-70 sem)

Grupo	Produção (%)	C. T.* (g/a/d)	C.F.** (g/a/d)	OAA	Conversão por dúzia	Massa de ovos	Conversão por massa
Tratado	92,02	104,86	117,93 ¹	325	1,39	60,282	1,978
Controle	93,14	103,33	115,25 ²	326	1,36	60,358	1,913
P	0,056	0,070	0,037	0,790	0,215	0,949	0,145
SEM	0,294	0,42	0,65	1,85	0,128	0,582	0,0222

* Consumo Total

** Consumo Final

Durante a fase de produção foram avaliados aspectos referentes à qualidade dos ovos, através do Eggcheck, obtendo-se diferença estatística em favor do grupo tratado para peso de ovo ($p=0,007$) e espessura de casca ($p=0,0009$), e em favor do grupo controle em resistência de casca ($p=0,0224$). Os demais parâmetros analisados não apresentaram diferença significativa (tabela 5).

Tabela 5 - Apresentação dos resultados das análises de ovos, feitas no período de 20-70 semanas. Foram utilizados como parâmetro comparativos peso dos ovos (g), resistência de casca (KgF), espessura da casca (mm), unidade Haugh, Altura de albumen (mm) e cor de gema

Grupo	Peso	Resistencia da casca	Espessura da casca	Unidade Haugh	Altura de albumen	Cor
Tratado	64,498 ¹	3,8700 ²	0,45788 ¹	86,931	8,101	4,95
Controle	63,875 ²	3,9675 ¹	0,45163 ²	88,54	8,303	4,90
P	0,007	0,029	0,000	0,054	0,212	0,272
SEM	0,116	0,0224	0,0009	0,418	0,0804	0,0223

7 DISCUSSÃO

O presente estudo observou que, poedeiras provenientes de matrizes que receberam dieta com suplementação de cantaxantina + 25 hidroxicalciferol, apresentam melhor peso corporal ao término da cria (35 dias – $p=0,008$) e da recria (119 dias neste estudo – $p=0,037$).

Considerando que a cantaxantina é um composto eficiente em neutralizar radicais livres e interagir com oxigênio prevenindo lesões oxidativas causadas nas células por radicais livres e também por formas reativas de oxigênio (SHAMI; MOREIRA, 2004). E considerando que há maior cantaxantina circulante nos primeiros dias de desenvolvimento do pintinho, quando a matriz é suplementada com este carotenóide (SURAI et al., 2003), maior ação antioxidante pode ser esperada frente a maiores níveis plasmáticos encontrados, beneficiando o desenvolvimento da ave.

Segundo observado por Surai et al. (1998), os níveis de carotenoides circulantes diminuem cerca de três vezes em nove dias, portanto, níveis altos iniciais são importantes. Acerca do observado, Haqq et al. (1995) comprovaram que em frangos de corte, cujas matrizes foram suplementadas com cantaxantina, maiores níveis plasmáticos foram encontrados por até 5 semanas pós eclosão, frente ao grupo controle, em que as matrizes não receberam suplementação.

Pesquisadores demonstraram a importância dos carotenoides no desenvolvimento e funcionamento do sistema imune das aves, uma vez que, em situações de supressão de carotenoides, pintinhos sofreram danos no fígado e timo, durante o desenvolvimento, e em aves adultas, os carotenoides auxiliam a prevenir infecções (KOUTSOS et al., 2013; CHEW; PAARK, 2004).

Além da presença do próprio pigmentante, estudos de Rocha et al. (2011) demonstraram que, matrizes suplementadas com cantaxantina, apresentam maiores níveis de vitamina A na gema dos ovos, atribuindo à cantaxantina a ação provitamina A. Contrariando os estudos de Surai et al. (2003) e Beardsworth e Hernández (2003) que relatam que a atividade provitamina A da cantaxantina apenas ocorre frente dietas deficientes em vitamina A.

Böhn et al. (1997) relatam a possibilidade de haver reciclagem de vitamina E, promovida pela cantaxantina, isto porque a vitamina E, após estabilizar radicais livres, também precisa ser estabilizada, a cantaxantina atua (juntamente com a vitamina C) na estabilização de vitamina E, ou seja, este carotenoide promove reciclagem de vitamina E, permitindo maiores níveis plasmáticos e na gema dos ovos. Surai et al. (2003), confirmam esta possibilidade ao

constatarem que a suplementação de cantaxantina, nas matrizes, aumenta a concentração de vitamina E na gema, nos tecidos embrionários e no fígado de pintinhos de um dia.

A vitamina E possui grande ação antioxidante. Portanto, a presença desta no fígado, diminuirá a ação de radicais livres neste órgão no desenvolvimento inicial do pintinho. Os radicais livres podem ser maiores nessa fase, pela característica na produção energética no final da incubação, durante a qual o embrião oxida lipídios para produzir energia, e como subproduto há formação de peróxidos, a atuação destes tende a ser diminuída em função da presença de vitamina E e cantaxantina (WILSON et al., 1992; SURAI et al., 1997; SURAI, 1999 a,b).

No que se refere à suplementação diretamente da 25 hidroxicalciferol, pode ter beneficiado a formação esquelética dos embriões, uma vez que, segundo Marques (1994) o cálcio necessário para a formação e desenvolvimento embrionário nas aves, é proveniente dos ovos. A 25 hidroxicalciferol promove maior absorção de cálcio via intestinal e via uterina, sendo demonstrado por Salvador et al. (2009), que em presença de vitamina C promove aumento da espessura de casca em poedeiras, se extrapolarmos para matrizes, pode ser que haja maior disponibilidade para o embrião.

Portanto, a observação de melhor peso corporal ao final da cria neste trabalho ($p < 0,05$), pode ser explicada pela ação antioxidante da cantaxantina circulante, sendo que esta se encontrava em teores mais elevados em função da suplementação da matriz e maior prevalência deste carotenoide até os 35 dias de idade, conforme observado por Haqq et al. (1995).

Os melhores resultados até o final da fase de recria, podem ser explicados pelo melhor peso na fase inicial, conforme relatado, e subsequentemente, melhor formação do sistema imune, maiores concentrações de vitaminas A (ROCHA et al., 2011) e E (SURAI et al., 2003) beneficiando as aves sistemicamente, ocasionando melhor peso ao final da recria, sendo que mais uma vez, não se observou melhora em consumo ou conversão alimentar.

Apesar dos resultados favoráveis apresentados da fase de cria e recria, não houve reflexo nos índices zootécnicos na fase de produção, sendo que produção, ovos por ave alojada, massa de ovos produzida, conversão por dúzia de ovos e conversão por massa de ovos produzida, não apresentaram diferença estatística. Porém, o consumo de ração foi afetado, sendo que o grupo tratado apresentou maior consumo ($p = 0,037$).

Trabalhando com outra linhagem de poedeiras, tanto Brown como White, pesquisadores também não verificaram melhora em desempenho produtivo para grupos que chegaram ao término da fase de recria com melhores resultados de peso corporal, apenas a massa de ovos produzida foi maior para o grupo que teve melhor desempenho em cria e para o melhor em

recria. Porém, o trabalho em questão, foi conduzido para avaliação de diferentes níveis nutricionais (95%, 100% e 105% das exigências nutricionais das aves), não tinha como foco apenas a influência da nutrição materna e, portanto, os níveis praticados na fase de produção também podem ter afetado estes resultados (SANTOS et al., 2008).

Em trabalho com suplementação de cantaxantina em 5 níveis diferentes em poedeiras comerciais (diretamente a poedeira), Garcia et al. (2002), não observaram diferenças estatísticas nos resultados produtivos das aves, apenas em coloração de gema. O presente estudo não suplementou as poedeiras, apenas as matrizes, o que também não refletiu em resultados positivos para índices produtivos.

Sobre o peso dos ovos produzidos pelas poedeiras, houve diferença estatística ($p = 0,007$) favorável ao grupo tratado. Pode-se fazer a ligação entre os fatores peso das aves às 17 semanas, consumo de ração e peso dos ovos. Uma ave que apresentou-se maior no início da vida produtiva, apresenta automaticamente um maior custo metabólico para manutenção, o que leva ao aumento de consumo. E, segundo exposto por (ARAÚJO et al., 2008) há correlação positiva entre peso do ovo e peso da ave, portanto, as aves que neste estudo apresentaram-se mais bem formadas às 17 semanas, produziram ovos mais pesados.

No que se refere à análise de qualidade dos ovos, maior espessura de casca para o grupo tratado ($p = 0,0009$). A maior espessura da casca para o grupo tratado, também é um fator que pode explicar o maior peso dos ovos produzidos, uma vez que, segundo Etches (1996), de 8-10% do peso dos ovos se refere ao peso da casca destes, uma vez que houve maior espessura, houve maior deposição de bicarbonato de cálcio e, possivelmente, tanto maior o peso da casca.

Ainda no tocante à qualidade dos ovos, houve melhores resultados em resistência à quebra ($p = 0,029$) para o grupo controle.

Houve uma dificuldade grande para discussão do presente estudo, porque não há trabalhos que tenham estudado a influência da nutrição de matrizes de postura no desempenho da poedeira em toda a vida produtiva (cria, recria e produção). Os trabalhos que temos disponíveis, estudam diferentes conceitos aplicados diretamente à poedeira, não iniciando nas matrizes, portanto, maiores estudos são necessários neste sentido.

8 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que, a suplementação de matrizes de postura (linhagem Hisex Brown) com cantaxantina + 25 hidroxicalciferol, beneficiaram as poedeiras que apresentaram melhor peso aos 35 e às 17 semanas. Ou seja, tiveram melhor peso ao término da cria e ao início de produção (término da recria).

O consumo de ração foi afetado positivamente, sendo maior para as poedeiras do grupo tratado, e as características peso de ovo e espessura de casca, também foram beneficiadas. No que se refere à resistência a quebra, os ovos do grupo controle apresentaram melhor resultado. A literatura consultada apresenta vasta quantidade de informações sobre matrizes de corte e frangos de corte, com trabalhos publicados também sobre a influência da dieta da matriz de corte sobre o desempenho do frango de corte. Porém, mais estudos com matrizes de postura e poedeiras comerciais precisam ser feitos, em especial, estudos que avaliem a influência da nutrição da matriz de postura no desempenho da poedeira, sendo este um segmento da avicultura brasileira que apresentou grande crescimento nos últimos anos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; TEIXEIRA, E. N. M.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas durante a fase de recria. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 1, p. 67-72, 2008.
- BEARDSWORTH, P. M.; HERNÁNDEZ, J. M. Canthaxanthin is more than a safe carotenoid. **World Poultry**, v. 19, p. 14-15, 2003.
- BÖHM, F.; EDGE, R.; LAND, E. J.; MCGARVEY, D. J.; TRUSCOTT, T. G. Carotenoids enhance vitamin E antioxidant efficiency. **Journal of American Chemical Society**, v. 119, p. 621-622, 1997.
- CHEW, B. P.; PARK, J. S. Carotenoid action on the immune response. **Journal of Nutrition**, v. 134, p. 257-261, 2004.
- COSTA, D. A.; SALIBA, E. O. S.; OLIVEIRA, M. C. Vitaminas na alimentação de ruminantes. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais/CRMV-MG, n. 63, p. 1- 24, 2009.
- COSTA, C. R. L; MOURA, M. S. C. **Vitaminas na fisiologia dos animais não ruminantes**. 2009. Revisão de literatura (pós-graduação em: Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. In: MOTA, M. M. **Diferentes níveis vitamínicos na dieta de frangos de corte**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- ETCHES, R. J. **Reproduction in poultry**. CAB International, Wallingford. 1996. 398 p.
- EUROPEAN COMMISSION. **Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the use of canthaxanthin in feedingstuffs for salmon and trout, laying hens, and other poultry**. abril, 2002. Disponibilidade em: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scan/out81_en.pdf. Acesso em: 10 jun 2014.
- GARCIA, E. A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C.; GONLÇALVEZ, H. C.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade de ovos em poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4. n. 1, 7 p., 2002.
- GUEDES, M. C. Química e bioquímica da peroxidação lipídica. I. Formação de radicais livres: espécies reativas de oxigênio. **Revista Científica do IMAPES**, Sorocaba, v. 4, n. 4, p. 19-24, 2006.

HAQ, A. U.; BAILEY, C. A.; CHINNAH, A. D. Neonatal immune response and growth performance of chicks hatched from Single Comb White Leghorn breeders fed diet supplemented with β -carotene, canthaxanthin, or lutein. **Poultry Science**, v. 74, p. 844-851, 1995.

KOUTSOS, E. A.; SMITH, J.; WOODS, L. W.; KLASING, K. C. Cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) at maintenance are more sensitive to diets containing excess vitamin A than to vitamin A-deficient diets. **Journal of Nutrition**, n. 133, p. 1898-1902, 2003.

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 3, p. 293-303, 2001.

MARQUES, D. Do ovo ao pinto. Principais anormalidades em incubação e suas causas prováveis. In: MARQUES, D. **Manual do Incubador**. 1. ed. São Paulo: CASP, 1986.

MOTA, M. M. **Diferentes níveis vitamínicos na dieta de frangos de corte**. 2012. 114 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

ROCHA, J. S. R. **Efeito da cantaxantina dietética para matrizes pesadas com idade avançada e do período de armazenamento dos ovos sobre a fertilidade, rendimento de incubação, nutrientes da gema e desenvolvimento embrionário**. 2011. 80 f. Dissertação (mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999. p. 37-51.

SALVADOR, D.; FARIA, D. E.; MAZALLI, M. R.; ITO, D. T.; FILHO, D. E. F.; ARAÚJO, L. F. Vitaminas D e C para poedeiras na fase inicial de produção de ovos. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 5, p. 887-892, 2009.

SANTOS, A. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. 2008. 154 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 277-236, abr./junho 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

SURAI, P. F.; NOBLE, R. C.; SPEAKE, B. K. Tissue-specific differences in antioxidant distribution and susceptibility to lipid peroxidation during development of the chick embryo. **Biochimica Biophysica Acta**, v. 1304, n. 1, p. 1-10, 1996.

SURAI, P. F.; SPEAKE, B. K. Distribution of carotenoids from the yolk to the tissues of the chick embryo. **Journal Nutritional Biochemistry**, v. 9, p. 645-651, 1998.

SURAI, P. F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Nottingham: Nottingham University Press, 2002.

SURAI, P. F.; STEINBERG, W.; WAKEMAN, W. G.; SPEAKE, B. K.; SPARKS, N. H. C. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British Poultry Science**, v. 44, p. 612-619, 2003.

CAPÍTULO 3: Efeito da nutrição vitamínica no desempenho de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown

RESUMO

Efeito da nutrição vitamínica no desempenho de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown

Grandes avanços genéticos são observados recentemente no que se refere às linhagens de poedeiras comerciais. Atualmente se observa aves cada vez mais produtivas e com longevidade maior, chegando a produzir por cem semanas, sem muda forçada. Os trabalhos realizados com níveis vitamínicos datam em sua maioria de mais de dez anos atrás e focam sempre nos mínimos necessários para que as aves não apresentem deficiências. De face à esta questão, o presente estudo se propôs avaliar se as poedeiras comerciais modernas (linhagem Hisex Brown), podem ser beneficiadas por níveis vitamínicos mais altos que os preconizados e praticados comercialmente. Assim, o trabalho foi realizado nas instalações da USP Pirassununga, na granja experimental, modelo inteiramente casualizado, havendo um grupo que recebeu níveis vitamínicos ótimos (OVN) e o grupo controle com níveis comerciais observados no Brasil, as aves foram alojadas de um dia de idade e mantidas no experimento até as 70 semanas. Durante este período se observou na fase de cria e recria: peso, consumo, ganho de peso e conversão alimentar, já na fase de produção foram avaliados: produção percentual de ovos, ovos por ave alojada, consumo de ração, conversão por dúzia de ovos produzida e avaliação da qualidade de ovos, das 20 às 70 semanas. No período mais velho das aves (57 a 70 semanas), se observou também, peso dos ovos, massa de ovos produzida, conversão por massa de ovos produzida. Como resultados se encontrou vantagem em peso aos 35 dias (término da cria), o que não se observou às 17 semanas (término da recria), e foi observada menor conversão alimentar do grupo controle. Durante a fase de produção, não se observaram diferenças significativas nos índices zootécnicos, porém na avaliação dos ovos, o grupo tratado apresentou resultados melhores em peso de ovos e resistência da casca.

Palavras-chave: Poedeiras comerciais. Níveis vitamínicos. Desempenho. Qualidade dos ovos.

ABSTRACT

Effect of vitamin nutrition over hisex brown layers performance

Great genetic advancements were observed recently on layers production. Currently fowls are more productivity with longer lifetimes, living like a hundred weeks during the production time, on a single production cycle. Vitamin levels Works were done more than 10 years ago and were done to know the minimum requests of the animal don't get deficiency. Looking for this, this study proposed to observe if the modern layer (Hisex Brown lineage), could be beneficiated by higher vitamin levels then the ones practiced on the recommendation tables market available on the market. So, this work was conducted on the experimental houses of USP Pirassununga, entirely randomized desing, with a group receiving Optimum Vitamin Nutrition (OVN) and a control one receiving comercial levels. Pullets were housed one day old, and stayed on the house the whole life until 70th weeks old. As parameters were analysed: body weight, food consumption, conversion rate (kg consumed/ kg of body weight gain) and uniformity, during the rearing period. On production period were observed: egg production (%), harnessing eggs (%), eggs per bird housed (EBH), feed conversion per dozen of eggs produced, egg resistance, haugh unity, albumen high, yolk color and thickness of the shell, for the whole production period (20-70 weeks old). And on the final period of production (57-70 weeks old) was observed final egg weight, feed conversion per egg mass produced. As the results it was observed improve of the body weight at 35 days old ($p < 0,05$) on the OVN group, but it was not observed until the end of rearing period. During the production time it was not observed any improvement but the weight and resistance of eggs on OVN group ($p < 0,05$).

Key words: Layers. Vitamin level. Performance. Egg quality.

8 INTRODUÇÃO

Vitaminas são importantes catalisadores orgânicos para diversas reações no metabolismo normal dos animais. As exigências nutricionais destes compostos são bastante variáveis, de acordo com: animal, aptidão, fase da vida e estado imunológico, entre outros. Podendo ser divididas em dois grandes grupos: lipossolúveis (vitaminas: A, D, E e K) e hidrossolúveis (vitaminas do complexo B e C), sendo as vitaminas lipossolúveis estocadas no organismo ao contrário das hidrossolúveis (BARROETA et al., 2012).

Há disponíveis importantes tabelas de referenciais de níveis vitamínicos a serem praticados na avicultura, que se baseiam em categoria e idade do animal, e os mínimos a serem ingeridos para que os animais não apresentem deficiências. Sendo os trabalhos feitos neste sentido, em grande parte, de dez ou vinte anos atrás. Ou seja, muito se evoluiu em genética para que os animais se tornassem mais produtivos e longevos, não havendo tantas similaridades entre as aves de produção de hoje com as de vinte anos atrás, fator que tem levado pesquisadores a achar recomendações divergentes em relação aos níveis preconizados pelas tabelas de referência.

Félix et al. (2009), encontraram grandes divergências em relação ao NRC, praticando níveis superiores de 5 a 8 vezes para vitamina A, 24 vezes superiores para vitamina E, 8 vezes superiores para vitamina K e até 25 vezes superiores para vitamina D. Castaing (2003), precedeu o trabalho de Félix et al. (2009), observando melhora no peso dos frangos aos 38 dias e maior deposição de vitamina E na carcaça, quando trabalhando com o dobro dos níveis utilizados comercialmente. Resultados semelhantes foram observados por Mota et al. (2012), quando praticaram níveis vitamínicos ótimos em frangos de corte e observaram melhora em ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte.

Segundo Leeson et al. (2007), ao se praticar níveis vitamínicos dez vezes superiores aos recomendados pelas tabelas, há benefícios à resposta imune. Este fator foi demonstrado por Mota et al. (2012), que demonstraram menores efeitos prejudiciais no desempenho dos frangos que receberam níveis vitamínicos ótimos, frente a um desafio de aflatoxina. Levando os pesquisadores à ideia de que, diminuindo-se o custo metabólico presente em quadros infecciosos ou toxicológicos, há melhora no desempenho dos animais.

Observa-se então que para frangos de corte, há uma resposta interessante em desempenho de campo quando da suplementação com níveis superiores de vitaminas. Porém, não há pesquisas correlacionando os níveis vitamínicos com o desempenho de poedeiras comerciais.

Estas aves apresentaram enorme ganho genético nos últimos anos e apresentam perspectivas de ganhos ainda maiores no futuro, com foco em maior produtividade e maior longevidade.

Frente aos resultados encontrados em frangos de corte, o presente estudo visou avaliar a mesma conceituação em poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown, para averiguação das possíveis melhoras em resultados de campo.

9 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento teve sede na granja experimental do campus de Pirassununga da USP. Foram alojados 480 pintainhas de um dia da linhagem Hisex Brown, divididas em 36 parcelas de 12 aves cada. Sendo, 18 parcelas de poedeiras controle e 18 tratadas.

Aos 35 dias as aves foram transferidas para gaiolas de recria, onde permaneceram até a 18ª semana. Aos serem transferidas para as gaiolas de recria, as aves foram selecionadas por peso para formar mais duas repetições por grupo, ou seja, passaram a haver 2 grupos com 20 repetições cada, e a densidade das gaiolas passou a ser 10 aves por gaiola, ficando cada grupo com 200 aves.

O grupo tratado e controle receberam a mesma dieta a base de milho e soja, atendendo as exigências nutricionais preconizadas pelo manual da linhagem. Porém, o grupo tratado, recebeu premix com níveis vitamínicos ótimos (OVN) e o tratado recebeu níveis vitamínicos propostos pela tabelas brasileiras de exigências nutricionais (ROSTAGNO, 2011), tais quais se seguem no quadro 02.

Quadro 2 - Níveis Vitamínicos, com as respectivas unidades, utilizados nos grupos controle e tratado, durante as fases de cria e recria, e produção.

(Continua)

Vitaminas	Unidade	Cria e recria		Produção	
		Controle	Tratado	Controle	Tratado
Vit. A	IU/kg ração	8250	12500	7500	10000
Vit. D3	IU/kg ração	2090	2090 ²	1900	1900 ²
HyD ¹	mg/kg ração	-	0.069	-	0.069
Vit. E	mg/kg ração	31	75	10	25
Vit K3	mg/kg ração	1.65	3.25	1.8	2.75
Vit B1	mg/kg ração	2.2	2.25	1.5	2.75
Vit. B2	mg/kg ração	5.5	6.5	4	6
Vit. B6	mg/kg ração	3.08	5	1.7	4.25
Vit. B12	mg/kg ração	0.013	0.028	0.013	0.02

(Conclusão)

Vitaminas	Unidade	Cria e recria		Produção	
		Controle	Tratado	Controle	Tratado
Niacina	mg/kg ração	33	55	25	40
Ácido Patotênico	mg/kg ração	11	16	10	10
Ácido Fólico	mg/kg ração	0.77	1.25	0.5	1.25
Biotina	mg/kg ração	0.077	0.175	0.05	0.125
Vit C	mg/kg ração	-	125	-	150
Colina	mg/kg ração	330	300	220	400

¹Hyd é um produto comercial, que é uma vitamin D3 já com uma hidroxilação, sendo então a 25 hidroxicolecalciferol, uma fonte de maior atividade.

² Foram aplicados os mesmos níveis de vitamin D3 entre grupo tratado e controle, para que o grupo tratado, quando adicionado de Hyd, não ultrapassasse 5.000 UI/kg de ração de vitamin D3. Sendo então, cria e recria: 4850 UI (2090 da vit D3 e 2760 do Hyd) e produção (1900 da vit D3 e 2760 do Hyd).

Durante o experimento, trabalhou-se com 5 fases de ração, sejam elas:

- Inicial: de 1 dia a 5 semanas;
- Crescimento: de 6 semanas a 15 semanas;
- Pré-postura: de 16 semanas a 18 semanas;
- Postura 1: de 19 semanas a 45 semanas;
- Postura 2: de 46 semanas a 70 semanas.

Os níveis praticados nas dietas foram os mesmo para os dois grupos (com exceção do premix) e atendendo às exigências constantes no manual da linhagem de acordo com a fase. Para constatação dos níveis vitamínicos corretos, foram enviadas amostras de ração e de premix para laboratórios e especializados.

Nas fases de cria e recria, foram avaliados: 1) Peso médio: peso feito massal por gaiola e dividido pela quantidade de aves por repetição. 2) Consumo médio: obtido por diferença do que se tinha de ração por tratamento no início da semana e o que sobrou ao final da semana. 3) Uniformidade: peso individual das aves em pelo menos alojamento, 35 dias e 16ª semana. 4) Mortalidade/Viabilidade.

Após a 18ª semana, as aves foram transferidas para as gaiolas de produção, com 2 aves por gaiola, 4 gaiolas por repetição, havendo então 8 aves por repetição, totalizando 160 aves por tratamento.

Durante a fase de produção avaliou-se: 1) Consumo de ração 2) Produção: controle de postura dia-a-dia por tratamento. 3) Conversão alimentar por dúzia de ovos, e a partir das 57 semanas: 4) Peso dos ovos semanal, 5) Massa de ovos produzida, 6) Conversão alimentar por massa de ovos produzida. E, durante toda a produção: 7) Avaliação dos ovos: com utilização da máquina avaliadora de ovos *Egg check*, obteve-se: peso do ovo, resistência à quebra, altura de albúmen, altura de gema, classificação interna de acordo com frescor, unidade Haugh e espessura de casca.

Aos dados coletados, aplicou-se tratamento estatístico com os procedimentos de ANOVA aplicados com uso do programa SAS.

10 RESULTADOS

Na fase de cria (1 dia até 35 dias), observou-se que o peso das aves OVN apresentou-se maior ao término do período ($p=0,007$), embora consumo e conversão não tenham sido diferentes estatisticamente (tabela 6).

Tabela 6 - apresentação dos resultados da cria (0-35 dias), considerando peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar

Grupo	Peso	Consumo	Conversão
Tratado	380 ¹	21,03	2,149
Controle	363 ²	21,11	2,152
P	0,007	0,778	0,928
SEM	27	0,131	0,0142

Na fase de recria (35 dias até 16 semanas), observou-se que o peso das aves e o consumo médio de ração, apresentaram-se maior para o grupo OVN, porém, não foi significativo. Porém, o resultado de conversão alimentar foi estatisticamente superior no grupo tratado ($p=0,011$), mostrando um melhor desempenho (de 10 pontos) para o grupo controle (tabela 7).

Tabela 7 - Apresentação dos resultados da recria (6-17 sem), considerando peso médio ao término do período, consumo de ração e conversão alimentar

Grupo	Peso	Consumo	Conversão
Tratado	1564	457,75	4,67 ¹
Controle	1552	452,20	4,57 ²
P	0,277	0,148	0,011
SEM	49	1,91	0,0214

Na fase de produção não se observou diferenças estatísticas para os parâmetros avaliados, nas condições trabalhadas (tabela 8).

Tabela 8 - Apresentação dos índices produtivos das aves entre 20-70 semanas, apresentando Produção (%), Consumo, Ovo por ave alojada (OAA), Conversão por dúzia de ovos, Massa de ovos produzida (57-70 sem) e Conversão por massa de ovos (57-70 sem)

Grupo	Produção (%)	C. T.* (g/a/d)	C. F.** (g/a/d)	OAA	Conversão por dúzia	Massa de ovos	Conversão por massa
Tratado	92,37	104,58	117,23	325,32	1,37	61,184	1,934
Controle	92,80	103,61	115,96	326,53	1,37	59,457	1,957
P	0,474	0,259	0,332	0,747	0,878	0,140	0,610
SEM	0,294	0,42	0,65	1,85	0,0128	0,582	0,0222

*Consumo total

**Consumo final

Durante a fase de produção foram avaliados aspectos referentes à qualidade dos ovos, através do Eggcheck, obtendo-se diferença estatística em favor do grupo tratado para peso de ovo ($p=0,04$) e resistência da casca ($p=0,034$). Os demais parâmetros analisados não apresentaram diferença significativa (tabela 9).

Tabela 9 - Apresentação dos resultados das análises de ovos, feitas no período de 20-70 semanas. Foram utilizados como parâmetro comparativos peso dos ovos (g), resistência de casca (KgF), espessura da casca (mm), unidade Haugh, Altura de albumen (mm) e cor de gema

Grupo	Peso	Resistencia da casca	Espessura da casca	Unidade Haugh	Altura de albumen	Cor
Tratado	64,42 ¹	3,9663 ¹	0,455	87,49	8,181	4,929
Controle	63,95 ²	3,8713 ²	0,454	87,98	8,223	4,922
P	0,040	0,034	0,783	0,556	0,798	0,865
SEM	0,116	0,0224	0,0009	0,418	0,080	0,022

11 DISCUSSÃO

No presente trabalho os resultados de cria apontaram vantagem para o grupo tratado, sendo que este grupo, chegou aos 35 dias de idade apresentando peso superior. Este fator não se repetiu ao término da recria, com 17 semanas, e os animais do grupo tratado apresentaram conversão alimentar pior do que os animais do grupo controle.

Com relação ao peso aos 35 dias, trabalhos realizados com frangos de corte apresentaram resultados parecidos, sendo que Mota et al. (2012), encontraram vantagem em ganho de peso e conversão alimentar dos animais submetidos aos níveis vitamínicos ótimos.

Este resultado aponta para uma maior necessidade vitamínica do que as que vêm sendo trabalhadas comercialmente. O fato do animal ter chegado aos 35 dias com maior peso corporal pode residir tanto em fatores metabólicos quanto em fatores imunológicos. Uma vez que, as vitaminas (em especial do complexo B) participam do metabolismo energético, lipídico e protéico, uma quantidade superior deste grupo pode ter levado os animais a benefícios metabólicos. As vitaminas C e E, apresentam características antioxidantes, trabalhando em conjunto inclusive, quando a vitamina C estabiliza a vitamina E, após esta ter atuado sob radicais livres, portanto, danos físicos causados por radicais livres nesta porção inicial do desenvolvimento das poedeiras podem ter sido minimizados, pela maior disponibilidade destes grupos vitamínicos.

Sob o ponto de vista imunológico, na fase de cria, as poedeiras receberam as primeiras vacinas, portanto, existe a possibilidade dos animais do grupo tratado terem apresentado menores efeitos adversos às vacinações. Uma vez que, conforme apresentado por Leeson (2007) e Mota et al. (2012), que trabalharam com níveis vitamínicos superiores e obtiveram melhor desempenho dos animais quando desafiados por patógenos. Segundo explicação de Roura et al. (1992), quando ocorre uma resposta inflamatória, esta se dá em duas fases, uma inespecífica e outra específica. A fase inespecífica, é feita por células natural killers, macrófagos, monócitos, etc., e tem caráter sistêmico. Por apresentar tal característica, o custo metabólico deste tipo de reação é muito alto. As vitaminas atuam na prevenção destas reações inespecíficas e minimizam seus efeitos, o que no caso do presente estudo, pode ter refletido em melhor peso ao final da cria.

Na fase de recria, se observou desvantagem em conversão alimentar para o grupo tratado. Contrastando com o trabalho de Mota et al. (2012) com frangos de corte, que encontraram melhora em conversão alimentar e ganho de peso.

Não foram encontrados trabalhos com poedeiras comerciais suplementadas com níveis vitamínicos superiores desde a fase de cria e recria, para comparação dos resultados. Porém, no presente experimento, as aves apresentaram pior conversão alimentar, em função de terem apresentado maior consumo numérico (não significativo). Quando se considera criação de poedeiras comerciais a campo, não se foca habitualmente em conversão alimentar em fase de recria, pois são aves que não foram selecionadas para ganho de peso, tanto que, enquanto no trabalho de Mota et al. (2012) foram encontradas conversões alimentares de 1,54 a 1,60 aos 39 dias, este estudo com poedeiras, apresentou conversão alimentar de 2,15 pontos aos 35 dias, não apresentando portanto as poedeiras aptidão de ganho de peso e deposição muscular conforme os frangos de corte. Porém, o consumo maior pode ser interessante para as poedeiras porque podem vir a contribuir com um incremento no peso corporal, uma vez que essas aves apresentam grande dificuldade em ganho de peso, independentemente da conversão alimentar.

Nota-se no presente estudo que, embora não seja estaticamente relevante, o grupo tratado apresentou maior consumo na fase de recria e maior peso, possibilitando o raciocínio exposto no parágrafo anterior. Entretanto, mais trabalhos devem ser realizados com poedeiras neste sentido para que se possa de fato chegar à conclusão que os níveis vitamínicos possam levar a um maior consumo e consequente ganho de peso, mesmo que a conversão não seja mais baixa.

Durante a fase de produção não se observou diferenças significativas, a não ser pela qualidade dos ovos, no caso o peso dos ovos e a resistência da casca. Atribui-se a estes resultados a utilização de HyD na dieta destas aves.

De acordo com De Lucca (1972) e Soares et al. (1995), a atividade da 25-hidroxicalciferol é de 2,5 a 4 vezes maior do que o colecalciferol, ou seja, após passar pelo fígado e ser hidroxilada, a vitamina D encontra-se de 2,5 a 4 vezes mais ativa do que a forma precursora, esta maior atividade pode chegar a 200 vezes segundo Leeson e Summers (2001).

A presença e atividade deste composto é importante por ele ser o precursor de 1,25diidroxicalciferol, ou seja, a 25-hidroxicalciferol sofre mais uma hidroxilação (nos rins, pela 1 α hidroxilase) e se torna a 1,25diidroxicalciferol, que é a forma ativa da vitamina D e participa na formação da Calbidina intestinal e uterina, a qual promove a absorção de cálcio nestes sítios, permitindo assim o equilíbrio osmótico entre cálcio e fósforo, preservando portanto o sistema esquelético da ave e melhorando a qualidade da casca dos ovos, o que neste trabalho refletiu em maior resistência à quebra.

Segundo Salvador et al. (2009), ocorre efeito sinérgico entre vitamina D e C e, em trabalho com poedeiras jovens, estes autores encontraram melhor resultados de espessura de casca dos ovos, quando as aves foram suplementadas com 25 hidroxicalciferol e 100 ou 200 ppm de vitamina C. No presente estudo ocorreu utilização de 25-hidroxicalciferol e suplementação de 150 ppm de vitamina C em fase de produção, apesar de não ter sido observado aumento em espessura de casca, maior resistência à quebra foi encontrada.

A argumentação para que a vitamina C auxilie no metabolismo da vitamina D, segundo Salvador et al. (2009), é que a vitamina C ativa a enzima 1α hidroxilase renal, fazendo com que esta promova a hidroxilação da 25 hidroxí para 1,25diidroxicalciferol.

O fator peso de ovos melhor para o grupo tratado identificado neste trabalho, poderia ser explicado pela maior massa da casca, uma vez que esta apresentou-se mais resistente à quebra, provavelmente por maior depósito de carbonato de cálcio. Pois, segundo Etches (1996), de 8-10% do peso dos ovos se refere ao peso da casca destes. Porém, no presente trabalho não foi realizado o peso da casca.

Outro fator que pode explicar o maior peso dos ovos é a possibilidade da suplementação com 25 hidroxicalciferol e 150 ppm de vitamina C, terem aumentado o percentual de gema e albumén em relação ao peso dos ovos, conforme observado por Salvador et al. (2009).

12 CONCLUSÃO

O presente estudo aponta que, nas condições trabalhadas o uso de níveis superiores vitamínicos podem beneficiar as aves na fase cria através de um melhor peso aos 35 dias, piora a conversão alimentar às 17 semanas, porém, este fator pode ser interessante pelo aumento do consumo. E, por fim, melhora a qualidade de ovos quando se refere a resistência a quebra e peso dos ovos.

Observa-se uma grande quantidade de pesquisas com nutrição vitamínica com níveis ótimos ou elevados em frangos de corte, sendo necessária a realização de maiores estudos em poedeiras comerciais, que apesar de haver trabalhos utilizando algumas vitaminas em níveis mais altos, não encontrou-se trabalhos que tenham utilizado o premix vitamínico como um todo em níveis superiores.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, T. E.; GRIGG, G. W. Sperm transport in the fowl. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 788-789, 1957.
- ANGELES, M.; SCHEIDELER, S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. **PSA98. Official Journal of the Poultry Science Association**, v. 77, p. 1-18, 1998.
- ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; TEIXEIRA, E. N. M.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas durante a fase de recria. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 1, p. 67-72, 2008.
- ARAÚJO, J. M. Química de alimentos: teoria e prática. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 478 p.
- BEARDSWORTH, P. M.; HERNÁNDEZ, J. M. Canthaxanthin is more than a safe carotenoid. **World Poultry**, v. 19, p. 14-15, 2003.
- BENDICH, A.; OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology**, FASEB, v. 3, p. 1927-1932, 1989. Disponível em: <<http://www.faseb.org>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; FIALHO, E. T.; SPADONI, J. A. Suplementação de ferro para poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 267-272, set. 2000.
- BÖHM, F.; EDGE, R.; LAND, E. J.; MCGARVEY, D. J.; TRUSCOTT, T. G. Carotenoids enhance vitamin E antioxidant efficiency. **Journal of American Chemical Society**, v. 119, p. 621-622, 1997.
- CASTAING, J.; LARROUDÉ, P.; MAAROUFI, C.; PEYHORGUE, A.; HAMELIN, C. Influencia de la utilización de dos niveles de vitaminas sobre los resultados productivos de broilers. **Producción Animal**, v. 18, n. 187, p. 54-62. 2003.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- CHENG, J.; KORNEGAY, E. T.; SCHELL, T. Influence of dietary lysine on the utilization of zinc from zinc sulfate and a zinclysine complex by young pigs. **Journal of Animal Science**, Virginia, v. 76, p. 1064-1074, Apr. 1998.
- CHERIAN, G.; TRABER, M. G.; GOEGER, M. P.; LEONARD, S. W. Conjugated linoleic acid and fish oil in laying hen diets: effects on egg fatty acids, thiobarbituric acid reactive substances, and tocopherols during storage. **Poultry Science**, v. 86, p. 953-958, 2007.

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

COSTA, D. A.; SALIBA, E. O. S.; OLIVEIRA, M. C. Vitaminas na alimentação de ruminantes. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais/CRMV-MG, n. 63, p. 1- 24, 2009.

COSTA, C. R. L.; MOURA, M. S. C. **Vitaminas na fisiologia dos animais não ruminantes**. 2009. Revisão de literatura (pós-graduação em: Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. In: MOTA, M. M. **Diferentes níveis vitamínicos na dieta de frangos de corte**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

DE LUCA, H. F. Metabolites of vitamin D: new tools of medicine and nutrition. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1972. **Proceedings...** 1972. p. 20-24,

EDGE, R.; MCGARVEY, D. J.; TRUSCOTT, T. G. The carotenoids as antioxidants: a review. **Journal of Photochemistry and Photobiology**. Keele, v. 41, p. 189-200, 1997.

ETCHES, R. J. **Reproduction in poultry**. CAB International, Wallingford. 1996. 398 p.

EUROPEAN COMMISSION. **Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the use of canthaxanthin in feedingstuffs for salmon and trout, laying hens, and other poultry**, abril, 2002. Disponibilidade em: <http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scan/out81_en.pdf>. Acesso em: 15 ago 2014.

FASSANI, E. J.; BERTECHINI, A. G.; LEMOS DE OLIVEIRA, B.; GONÇALVES; T. M.; FIALHO, E. T. Manganês na nutrição de poedeiras no segundo ciclo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 468-478, 2000.

FÉLIX, A. P.; MAIORKA, A.; SORBARA, J. O. B. Níveis vitamínicos para frango de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 619-626, mar-abr, 2009.

FERREIRA, P. B.; ROSA, A. P. **Cantaxantina e 25 Hidroxicolecalciferol e seus efeitos reprodutivos em galos**. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de ciências rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FONTANA, J. D.; MENDES, S. V.; PERSIKE, D. S.; PERACCETA, L. F.; PASSOS, M. Carotenóides cores atraentes e biológica. **Biotechnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 13, p. 40-45, 2000.

FRANCHINI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; MINELLI, G.; IAFFALDANO, N.; MELUZZI, A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, v. 81, p. 1744-1750, 2002.

FROMAN, D. P.; FELTMANN, A. J. Sperm mobility: a quantitative trait of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Biology of Reproduction**, v. 58, n. 2, p. 379-384, 1998.

GARCIA, E. A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C.; GONLÇALVEZ, H. C.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade de ovos em poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, 7 p., 2002.

GIAMPIETRO, A.; SCATOLINI, A. M.; BOIAGO, M. M.; CORÓ, D. M. O.; SOUZA, H. B. A.; SOUZA, P. A.; LIMA, T. M. A. PIZZOLANTE, C. C. Estudo da metodologia de TBARS em ovos. **Revista do Avisite**, Campinas, n. 13, p. 18-18, maio. 2008.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v. 43, p. S111-S123, 1996.

GUEDES, M. C. Química e bioquímica da peroxidação lipídica. I. Formação de radicais livres: espécies reativas de oxigênio. **Revista Científica do IMAPES**, Sorocaba, v. 4, n. 4, p. 19-24, 2006.

HALLIWELL, B. Gutteridge JMC. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. **Methods Enzymol**, v. 186, p. 1-85, 1990.

HALLIWELL B. Reactive oxygen species and the central nervous system. **J Neurochem**, v. 59, p. 1.609-23, 1992.

HAQ, A. U.; BAILEY, C. A.; CHINNAH, A. D. Neonatal immune response and growth performance of chicks hatched from Single Comb White Leghorn breeders fed diet supplemented with α -carotene, canthaxanthin, or lutein. **Poultry Science**, v. 74, p. 844-851, 1995.

JENSEN, L. S. **Fat soluble vitamin problems in biochemical diagnosis**. In: Athens: University of Georgia, 1974. p. 14. (**Nutrition Conference**).

KORVER, D.; KLASING, K. C. Influence of nutrition on immune status of the bird. In: TECHNICAL TURKEY CONFERENCE, 24., 2001, Leyburn, UnitedKingdon. **Proceedings...** Leyburn, UnitedKingdon, 2001. p. 43-46.

KOUTSOS, E. A.; SMITH, J.; WOODS, L. W.; KLASING, K. C. Cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) at maintenance are more sensitive to diets containing excess vitamin a than to vitamin a-deficient diets. **Journal of Nutrition**, n. 133, p. 1898-1902, 2003.

LATOUR, M. A.; DEVITT, A. A.; MEUNIER, R. A.; STEWART, J. J.; WATKINS, B. A. Effects of conjugated linoleic acid. 2. Embryonic and neonatal growth and circulating lipids. **Poultry Science**, v. 79, p. 822-826, 2000.

LEESON, S. Vitamin requirements: is there basis for reevaluating dietary specifications? **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 2, p. 255-266, 2007.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph, Ontario: University Books, 2001. 591 p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Carboidratos In: LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. p. 222-241.

LIM, H. S.; PAIK, I. K. Effects of dietary supplementation of copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast in laying hens. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Kyonggi-Do, v. 19, n. 8, p. 1174-1178, 2006.

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 3, p. 293-303, set/dez. 2001.

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.

MAKKER, K.; AGARWAL, A.; SHARMA, R. Oxidative stress & male infertility. **Indian J. Med. Res.**, v. 129, p. 357-367, 2009.

MARQUES, D. Do ovo ao pinto. Principais anormalidades em incubação e suas causas prováveis. In: MARQUES, D. **Manual do Incubador**. 1. ed. São Paulo: CASP, 1986.

MAVROMICHALIS, I; HANCOCK, J. D.; KIM, I.H.; SENNE, B. W.; KROPF, D. H.; KENNEDY, G. A.; HINES, R. H.; BEHNKE, K. C. Effects of omitting vitamin and trace mineral “premixes” and (or) reducing inorganic phosphorus additions on growth performance, carcass characteristics, and muscle quality in finishing pigs. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 270-278, 1999.

McBRIDE, J. It plants pigments paint on antioxidants substance rainbow. **Agricultural Research Washington**, v. 44, n. 11, p. 4-8, 1996.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. estabilidad de los pigmentos carotenoides em los alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 54, p. 209-215, 2004.

MORAIS, F. L. **Carotenóides**: características biológicas e químicas. 2006. 60 f. Monografia (Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

MORDENTI, A.; MARCHETTI, M. Use of vitamins for nonconventional purpose. In: IPVS CONGRESS, 14., 1996, Bologna – Italy. **Proceedings ...** Bologna – Italy, p. 39-44, 1996.

MOTA, M. M. **Diferentes níveis vitamínicos na dieta de frangos de corte**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

NAM, K. T.; LEE, H. A.; MIN, B. S.; KANG, C. W. Influence of dietary supplementation with linseed and vitamin E on fatty acids, α -tocopherol and lipid peroxidation in muscles of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v. 66, p. 149-158, 1997.

NYS, Y.; HINCKE, M. T.; ARIAS, J. L.; GARCIA-RUIZ, J. M.; SOLOMON, S. E. Avian eggshell mineralization. **Poultry and Avian Biology**, London, v. 10, p. 143-166, 1999.

ROCHA, J. S. R. **Efeito da cantaxantina dietética para matrizes pesadas com idade avançada e do período de armazenamento dos ovos sobre a fertilidade, rendimento de incubação, nutrientes da gema e desenvolvimento embrionário**. 2011. 80 f. Dissertação (mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; BAIÃO, L. E. C.; SILVA, T. R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 60, n. 4, p. 979-986, 2008.

ROCK, C. L. Carotenoids: biology and treatment. **Pharmacol. Ther.**, v. 75, n. 3, p.185-197, 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington: ILSI Press, 1999. p. 37-51.

ROLAND, D. A. Eggshell breakage: incidence and economic impact. **Poultry Science**, v. 67, p. 1801-1803, 1998.

RONCADA, M. J. Vitaminas Lipossolúveis. In: DUTRA DE OLIVEIRA, J. E.; MANCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. p. 167-190.

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. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 105-123.

ROURA, E. J.; HOMEDES, J.; KLASING, K. C. Prevention of immunologic stress contributes to the growth-promoting ability of dietary antibiotics in chicks. **Journal of Nutrition**, v. 12, p. 2383-2390, 1992.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; PAN, E. A. Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. In: MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. p. 76-143.

SALVADOR, D.; FARIA, D. E.; MAZALLI, M. R.; ITO, D. T.; FILHO, D. E. F.; ARAÚJO, L. F. Vitaminas D e C para poedeiras na fase inicial de produção de ovos. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 5, p. 887-892, 2009.

SANTOS, A. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. 2008. 154 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SCOTT, M. L.; NESHEIN, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3. ed. New York: Ithaca, 1982. p. 562.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 277-236, abr./junho 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 16 nov. 2008.

SOARES JR., J. H.; KERR, J. M.; GRAY, R. W. 25-hydroxycholecalciferol in poultry nutrition. **Poultry Science**, v. 74, p. 1919-1934, 1995.

SURAI, P. F.; SPEAKE, B. K.; NOBLE, R. C.; SPARKS, N. H. C. Antioxidant systems of the developing chicken embryo: glutathione peroxidase. **British Poultry Science**, v. 38, p. S19-S20, 1997.

SURAI, P. F.; STEINBERG, W.; WAKEMAN, W. G.; SPEAKE, B. K.; SPARKS, N. H. C. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British Poultry Science**, v. 44, p. 612-619, 2003.

SURAI, P. F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Nottingham: Nottingham University Press, 2002.

SURAI, P. F. Tissue-specific changes in the activities of antioxidant enzymes during the development of the chicken embryo. **British Poultry Science**, v. 40, p. 397-405, 1999b.

SURAI, P. F.; NOBLE, R. C.; SPEAKE, B. K. Relationship between vitamin E content and susceptibility to lipid peroxidation in tissues of the newly hatched chick. **British Poultry Science**, v. 40, p. 406-410, 1999a.

SURAI, P. F.; NOBLE, R. C.; SPEAKE, B. K. Tissue-specific differences in antioxidant distribution and susceptibility to lipid peroxidation during development of the chick embryo. **Biochimica Biophysica Acta**, v. 1304, n. 1, p. 1-10, 1996.

SURAI, P. F.; SPARKS, N. H. C. Comparative evaluation of two maternal diets on fatty acids, vitamin E and carotenoids in the chick embryo. **British Poultry Science**, v. 42, p. 252-259, 2001.

SURAI, P. F.; SPEAKE, B. K. Distribution of carotenoids from the yolk to the tissues of the chick embryo. **Journal Nutritional Biochemistry**, v. 9, p. 645-651, 1998.

VILLELA, G. G. Pigmentos animais: Zoocromos. Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciências**, 1976. P. 5-31.

WILLIAMS, A. W.; BOILEAU, T. W. M.; ERDMAN JR., J. W. Factors influencing the uptake and absorption of carotenoids. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 218, n. 2, p. 106-108, 1998.

WILSON, J. X.; LUI, E. M.; DEL MAESTRO, R. F. Developmental profiles of antioxidant enzymes and trace metals in chick embryo. **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 65, p. 51-64, 1992.