



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE MATRIZES DE CORTE  
SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO CANTAXANTINA E 25-  
HIDROXICOLECALCIFEROL (25-OH-D3)**

**Autor:** Vinicius Duarte

**Orientadora:** Dr<sup>a</sup>. Cibele Silva Minafra

**Rio Verde – GO**

**Fevereiro – 2014**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE MATRIZES  
DE CORTE SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO  
CANTAXANTINA E 25-HIDROXICOLECALCIFEROL (25-OH-D3)**

Autor: Vinicius Duarte

Orientadora: Dra. Cibele Silva Minafra

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Área de concentração Zootecnia, como parte das exigências para obtenção do título de  
**MESTRE EM ZOOTECNIA**

**Rio Verde – GO**

**Fevereiro – 2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**  
**Elaborada por Igor Yure Ramos Matos Bibliotecário CRB 1 - 2819**

D87d Duarte, Vinicius.

Desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte submetidas a dietas contendo CANTAXANTINA e 25-HIDROXICOLECALCIFEROL (25-OH-D3) / Vinicius Duarte. - 2014.

vii, 34 f. : il., figs, tabs.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cibele Silva Minafra.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Campus de Rio Verde, 2014.

Inclui biografia

Inclui lista de tabelas, figuras, gráficos, símbolos, siglas, abreviaturas e unidades.

1. Aves de corte. 2. Carotenoides. 3. Vitamina D. 4. Aves – alimentação. I. Duarte, Vinicius. II. Título.

CDU:636.52/.58

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE

DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE MATRIZES  
DE CORTE SUBMETIDAS A DIETAS CONTENDO  
CANTAXANTINA E 25-HIDROXICOLECALCIFEROL (25-OH-D3)**

Autor: Vinicius Duarte

Orientadora: Dra. Cibele Silva Minafra

*TITULAÇÃO:* Mestre em Zootecnia – Área de concentração  
Zootecnia – Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADO em 20 de fevereiro de 2014.

Prof. Dra Nadja Susana Mogyca Leandro  
*Avaliadora externa*  
UFG/Goiânia

Prof. Dra. Fabiana Ramos Santos  
*Avaliadora interna*  
IF Goiano/Rio Verde

Prof. Dra. Cibele Silva Minafra  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/Rio Verde

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, por todo apoio recebido, pela educação, pelo imenso carinho e por não medirem esforços para a concretização dos meus sonhos. Sempre terão meu amor e meu respeito.

Aos meus irmãos, pelo companheirismo, pelo apoio e carinho no decorrer destes anos.

À minha esposa Janice, colega e parceira, a quem eu amo muito, por todos os momentos que passamos juntos e pela compreensão nos momentos difíceis. Também a toda a sua família, que me acolheu e apoiou durante esse período.

À minha supervisora, Prof<sup>ª</sup> Dra. Cibele Silva Minafra, e à minha professora, Dra. Fabiana Ramos Santos, pelo acolhimento e pelos ensinamentos que contribuíram muito para meu aprendizado. Com certeza esta etapa de minha formação não teria sido concluída sem este apoio.

À empresa BRF S/A, por fornecer todos os recursos necessários para a realização dos experimentos, além da compreensão e auxílio nos momentos de minha ausência na empresa. Gostaria de agradecer em especial aos colegas de empresa Adelir José Santos e Francisco Perim.

Aos demais colegas de empresa e de pós-graduação que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Vinicius Duarte, filho de Noeli Maria Duarte e Ary José Duarte, nascido em Santo Augusto – RS, em 05 de janeiro de 1988. Sua formação profissional se iniciou em 2006, no curso superior de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Santa Maria - RS. Em 2012, iniciou o Mestrado em Zootecnia, na área de Produção Animal, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, com previsão de conclusão no ano de 2014.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Carotenoides. ....	3
2.2 Absorção dos carotenoides .....	4
2.3 Ação antioxidante dos carotenoides .....	5
2.4 Carotenoides – Precusores de vitamina A .....	7
2.5 Vitamina D.....	7
2.6 Absorção e metabolismo da vitamina D e seus metabólitos.....	8
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	10
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1 INTRODUÇÃO .....	15
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
2.1 Instalações.....	17
2.2 Tratamentos .....	17
2.3 Variáveis avaliadas .....	19
2.4 Modelo estatístico .....	21
2.5 Análise estatística .....	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.1 Desempenho Produtivo das Matrizes de Corte.....	22
3.2 Desempenho Reprodutivo das Matrizes de Corte.....	24
4 CONCLUSÃO .....	30
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
ANEXOS .....	35

## ÍNDICE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1</b> – Composição centesimal e perfil nutricional das dietas de fêmeas e machos .....	18
<b>Tabela 2</b> – Desempenho produtivo de matrizes de corte de 53 a 61 semanas, submetidas a dietas contendo cantaxantina e 25-(OH)-D3.....	22
<b>Tabela 3</b> – Desempenho reprodutivo de matrizes de corte de 53 a 61 semanas, submetidas a dietas contendo cantaxantina e 25-(OH)-D3.....	24
<b>Tabela 4</b> – Efeito da cantaxantina e do 25-(OH)-D3 sobre a mortalidade embrionária ocorrida nas diferentes fases de incubação.. ..	27
<b>Tabela 5</b> – Efeito da cantaxantina e do 25-(OH)-D3 sobre o número de pintos viáveis produzidos por ave.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS E/OU GRÁFICOS

	Página
<b>Figura 1</b> – Estrutura simplificada de alguns carotenoides .....	4

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACIONES E UNIDADES

Ca	Cálcio
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EROs	Espécies reativas de oxigênio
G	Gramas
H	Hora
HDL	Lipoproteína de alta densidade
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
M	Metro
MDA	Malondialdeído
Mg	Miligrama
P	Fósforo
mg/kg	Partes por milhão
PUFA	Ácidos graxos poli-insaturados
RL	Radicais livres
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
t	Toneladas
UI	Unidade Internacional
VLDL	Lipoproteína de muito baixa densidade
%	Percentual
25-(OH)-D3	25-hidroxicolecalciferol

## RESUMO

Os carotenoides são moléculas orgânicas com funções antioxidantes, pigmentantes, pró-vitaminas e imunomoduladoras. Os carotenoides não são sintetizados pelas aves, portanto, devem ser oferecidos a elas na dieta. Também é possível a suplementação da vitamina D<sub>3</sub> na forma de seu metabólito 25-(OH)-D<sub>3</sub> (25-hidroxicolecalciferol), que pode estar relacionado com melhorias do crescimento esquelético das aves, taxa de postura, qualidade de casca e reprodução, já que esta vitamina está envolvida no metabolismo do cálcio e fósforo. O objetivo deste experimento foi avaliar dietas contendo Cantaxantina e 25-(OH)-D<sub>3</sub> sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte da linhagem Cobb de 53 até 61 semanas de idade. Foram utilizados 36.000 fêmeas e 3.600 machos com 51 semanas de idade. As aves foram alojadas em três aviários divididos em 4 boxes, totalizando 12 unidades experimentais, cada uma contendo 3.000 fêmeas e 300 machos. As aves foram submetidas aos seguintes tratamentos: Dieta controle (sem os aditivos em estudo) ou dieta com adição de 25-(OH)-D<sub>3</sub> e Cantaxantina, pela inclusão do produto ROVIMIX® Maxichick, conforme recomendação do fornecedor. As variáveis analisadas foram: taxa de postura, aproveitamento de ovos, coloração das gemas, número de ovos incubáveis por ave, eclosão, eclodibilidade, fertilidade, mortalidade embrionária e número de pintos viáveis por ave. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dois tratamentos e seis repetições. Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis produção de ovos, aproveitamento de ovos e número de ovos incubáveis por ave alojada. A inclusão de Cantaxantina e de 25-(OH)-D<sub>3</sub> na dieta reduziu a mortalidade embrionária e aumentou a pigmentação da gema dos ovos, o percentual de eclosão e o número de pintos viáveis produzidos por ave. Portanto, recomenda-se a utilização de 60 mg/kg de Maxichick na dieta de matrizes de corte da linhagem Cobb, de 53 a 61 semanas de idade, para melhorar importantes características reprodutivas que têm grande impacto econômico para as empresas avícolas.

*Palavras chave:* carotenoides, vitamina D, matrizes pesadas, eclosão, produção de ovos.

## **ABSTRACT**

Carotenoids are organic molecules with antioxidant functions, pigments, pro-vitamins and immunomodulatory properties. Carotenoids are not synthesized by birds and must therefore be supplied in the diet. It is also possible to supplement the vitamin D3 metabolite as 25-(OH)-D3 (25-hydroxycholecalciferol), which may be related to improvement of skeletal growth of poultry, egg production, shell quality and reproducibility, since this vitamin is involved in the metabolism of calcium and phosphorus. The objective of this experiment was to evaluate diets containing canthaxanthin and 25-(OH)-D3 on productive and reproductive performance of broiler breeder flocks of Cobb line of 53 to 61 weeks of age. Thirty thousand females and 3.600 males were used, with 51 weeks of age, the birds were housed in three aviaries divided into 4 boxes, totaling 12 units, each containing 3.000 females and 300 males. The birds were subjected to the following treatments: control diet (without additives under study) or diet with 25-(OH)-D3 and Canthaxanthin, through the inclusion of ROVIMIX Maxichick® product, as recommended by the supplier. The variables analyzed were egg production rate, take the eggs, colored gems, number per bird hatching, hatching, hatchability, fertility, embryonic mortality and number of viable chicks per hen eggs. The experimental design was a randomized block design with two treatments and six replications. There was no effect of treatments on egg production variables, take the eggs and number of hatching eggs per bird housed. The inclusion of Canthaxanthin and 25-(OH)-D3 in diet reduced embryonic mortality and increased the yolk color of eggs, the percentage of hatching and the number of viable chicks produced per bird. Therefore, the use of 60 mg/kg of diet Maxichick the cutting dies of Cobb line, 53 to 61 weeks of age, is recommended for improving important breeding characteristics which have significant economic impact on poultry farms.

*Keywords:* carotenoids, vitamin D, broiler breeders, hatching egg production.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura é o setor que apresenta maior velocidade de expansão no mundo entre os três principais setores produtivos que integram o complexo carne. A integração entre genética, nutrição, sanidade e ambiência mostrou ser, ao longo dos tempos, o caminho para a obtenção de uma produção altamente viável (UBABEF, 2012).

A avicultura brasileira tem significativo espaço no mercado, sendo o Brasil atualmente o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo e o maior exportador. Ao mesmo tempo em que a avicultura brasileira atinge sua consolidação, ela passa por desafios constantes em decorrência das exigências do mercado internacional (SAVAGLIA, 2009).

Ao longo dos anos, diversas práticas relacionadas ao manejo das aves produtoras de ovos férteis têm sido implantadas visando à melhoria dos índices produtivos. Quanto maiores os cuidados relacionados às aves, melhores foram os resultados alcançados na produção de pintos, que serão, mais tarde, um alimento que irá à mesa do consumidor.

Tem-se observado, entretanto, uma queda nos parâmetros reprodutivos nos últimos anos, que poderia ser atribuída à falta de atenção ao macho reprodutor, em relação à seleção no que se refere à fertilidade (CELEGHINI et al., 2001). Nesse sentido, existe demanda do setor produtivo por estudos de avaliação de eficácia de novos aditivos, que minimizariam essas perdas.

Entre os aditivos, estão os carotenoides, pois apresentam funções antioxidantes, pigmentantes, pró-vitamina e imunomoduladoras. Os carotenoides não são sintetizados pelas aves, portanto, devem ser ingeridos através da dieta. Sua concentração na dieta está relacionada diretamente à sua concentração nos tecidos, associando-se principalmente aos lipídios dos tecidos e às células de origem animal (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

Tendo em vista que os fosfolipídios são os principais componentes lipídicos dos espermatozoides, os quais apresentam altas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados, sugere-se que a composição de lipídios e ácidos graxos dos espermatozoides possa ser um fator determinante das taxas de fertilidade (MARTIN RILLO et al., 1996).

O plasma seminal e os espermatozoides contêm enzimas e vitaminas antioxidantes que protegem a membrana espermática, rica em PUFA, da peroxidação. Esta atividade enzimática antioxidante dos espermatozoides se torna menor com o envelhecimento dos galos. Os carotenoides desempenham importante papel antioxidante, pois removem radicais livres, absorvem e dissipam seu excesso de energia e reciclam a vitamina E (ROCHA et al., 2011).

O efeito da cantaxantina sobre a fertilidade pode ser devido ao efeito antioxidante deste carotenoide tanto na galinha quanto no galo. A melhora da fertilidade, relacionada ao galo, pode ser devida a dois fatores: proteção antioxidante dos espermatozoides e aumento da quantidade de vitamina A. A proteção dos espermatozoides contra a oxidação pode ter levado à melhora na motilidade, aumento do número de células espermáticas e redução nas alterações morfológicas, conforme observado por Ferreira et al. (2010). Rutz et al. (2007) destacaram a importância da motilidade para os espermatozoides alcançarem a glândula hospedeira no oviduto da galinha. O aumento da fertilidade devido às galinhas pode ter ocorrido pela melhoria do mecanismo antioxidante das glândulas hospedeiras de espermatozoides proposto por Rutz et al. (2005).

Também é possível a suplementação da vitamina D<sub>3</sub> na forma de seu metabólito 25-(OH)-D<sub>3</sub> (25-hidroxicolecalciferol), que pode estar relacionado com melhorias do crescimento esquelético das aves, taxa de postura, qualidade de casca e reprodução, já que esta vitamina está envolvida no metabolismo do cálcio e fósforo. O embrião também metaboliza a vitamina D<sub>3</sub> presente na gema do ovo, utilizando-a para a formação do seu esqueleto (ROSA et al., 2012; TORRES et al., 2009 ).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dietas contendo Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol (25-OH-D<sub>3</sub>), pela inclusão do produto comercial ROVIMIX® Maxichick, sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte da linhagem Cobb, de 51 a 63 semanas de idade.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Carotenoides**

Os carotenoides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais em virtude de sua vasta distribuição, amplitude estrutural e diversas funções. Eles são responsáveis pelas cores laranja, amarela e vermelha das frutas, hortaliças, flores, algas, bactérias, fungos, leveduras e animais, que, apesar de não sintetizarem tais moléculas, podem obtê-las pelo consumo de alimentos de origem vegetal (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

Os carotenoides são denominados moléculas orgânicas com funções antioxidantes, pigmentantes, pró-vitaminas e imunomoduladoras. Estes compostos participam ainda de funções vitais, fazendo parte de pigmentos estruturais importantes. Diversos compostos de fórmulas estruturais isoméricas ou derivados de carotenoides têm a capacidade de ser convertidos em vitamina A. Os animais e o homem não são capazes de sintetizar esses pigmentos, mas podem fazer algumas alterações fundamentais para formar a estrutura química (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

Há aproximadamente 600 carotenoides encontrados na natureza, sendo classificados em dois grupos: os carotenos e as xantofilas (HAEGELE et al., 2000). A Figura 01 mostra a estrutura simplificada de alguns carotenoides.

Nutricionalmente, eles são classificados em pró-vitâmicos, representando os que têm atividade de pró-vitamina A, ou carotenoides inativos, que desempenham apenas atividade antioxidante ou corante (OLSON, 1999). Já Goodwin (1965) os classifica, quimicamente, em dois grupos: carotenoides hidrocarbonados, denominados carotenos; e carotenoides oxigenados, denominados xantofilas. Estes dois principais grupos podem ser estruturalmente divididos em sete outros grupos: hidrocarbonetos, alcoóis, cetonas, epóxidos, éteres, ácidos e ésteres.

Neste estudo, o grupo avaliado é o das cetonas, composto por carotenoides que apresentam grupos carbonilas ligados aos anéis iononas. São exemplos a equinenona (4-ceto- $\beta$ -caroteno), encontrada em invertebrados marinhos; a cantaxantina (4,4'-diceto- $\beta$ -caroteno), presente em cogumelos; e a astacina (3,3',4,4'-tetraceto- $\beta$ -caroteno), responsável pela cor da carcaça dos crustáceos (MORAIS, 2006).

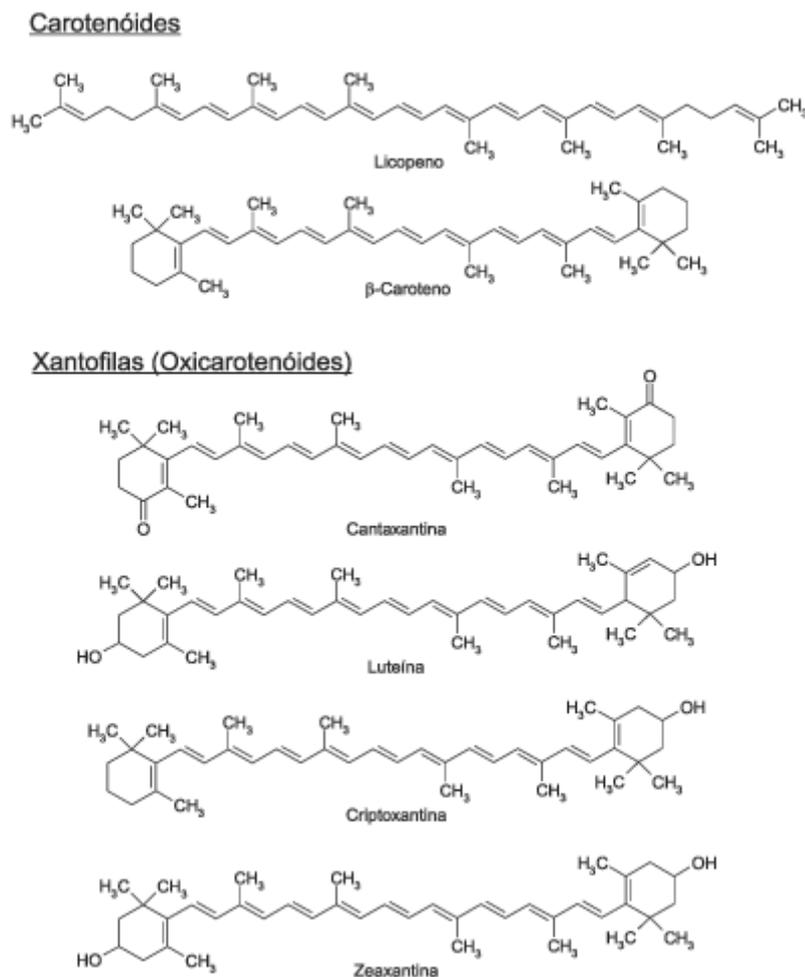


Figura 1. Estrutura simplificada de alguns carotenoides. Fonte: Cerqueira et al. (2007)

## 2.2 Absorção dos carotenoides

Os processos de absorção, transporte no plasma e metabolismo dos carotenoides têm padrões individuais. Os carotenoides presentes nos alimentos, ao serem ingeridos, são liberados no estômago pela ação mecânica do sistema digestivo, na forma de pequenas gotas de gordura. Após, são transformados em gotas menores pelos sais

biliares. Assim, os carotenoides são incorporados em micelas compostas por ácidos biliares, ácidos graxos livres, monoglicerídios e fosfolipídios, os quais foram absorvidos pelas células da mucosa duodenal por um mecanismo que envolve a difusão passiva. Todos os carotenoides, pró-vitamínicos ou não, são incorporados aos quilomícrons e transportados da mucosa intestinal para a corrente sanguínea pelo sistema linfático (Figura 02). Eles também podem ser transportados por outras lipoproteínas, como as que apresentam muito baixa densidade (VLDL) (PARKER, 1996).

### 2.3 Ação antioxidante dos carotenoides

Os ovos são constituídos de aproximadamente 11% de lipídios, localizados principalmente na gema (33 a 35%). Esses lipídios presentes na gema desempenham papel importante no desenvolvimento do embrião, sendo utilizados como fonte de energia, ácidos graxos e vitaminas lipossolúveis. Tais lipídios sofrem insaturações adicionais no fígado do embrião, no intuito de formar ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (PUFAs). Altas concentrações de PUFAs nas membranas celulares aumentam a susceptibilidade à degradação por peróxidos (FERREIRA et al., 2010).

A cantaxantina está entre os carotenoides que apresentam ação antioxidante. Ela protege as células de danos oxidativos provocados por radicais livres e por espécies reativas de oxigênio – EROs, como o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), que pode ser gerado no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, atacando lipídios, proteínas, carboidratos e o DNA (SHAMI & MOREIRA, 2004).

A astaxantina, presente na levedura basidiomicota róseo-alaranjada *Xanthophyllomyces dendrorhous*, e a cantaxantina, que é o pigmento presente nas plumas do flamingo, do guará maranhense e do cogumelo *Cantharellus cinnabarinus*, estão entre os carotenoides mais oxigenados. O consumo desses carotenoides está crescendo devido às atividades industriais de aquicultura (*fish farmnin*) e avicultura (FONTANA et al., 2000).

A reação de radicais livres (RL) com ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) inicia um processo em cadeia conhecido como peroxidação lipídica em sistemas vivos, alterando a estrutura das membranas celulares e dos aminoácidos, provocando mudanças nas atividades enzimáticas e atacando o DNA. Segundo Rocha (2011), o plasma seminal e os espermatozoides contêm enzimas e vitaminas antioxidantes que

protegem a membrana espermática, rica em PUFA, da peroxidação. Esta atividade enzimática antioxidante dos espermatozoides se torna menor com o envelhecimento dos galos. Dessa forma, tal fato explicaria a queda da fertilidade de matrizes pesadas após 40 semanas de idade, sendo mais pronunciada após 50 as semanas.

Além disso, tais enzimas e vitaminas antioxidantes que protegem a membrana espermática conferem uma proteção temporária, já que os espermatozoides, ao serem armazenados nas glândulas hospedeiras, passam a ser protegidos por um mecanismo enzimático complexo, no qual participam as vitaminas C e E. Aparentemente, esse mecanismo é menos eficiente em galinhas com idade avançada, o que também pode contribuir para o declínio da fertilidade (ROCHA, 2011).

Para observar os efeitos da suplementação de cantaxantina (Carophyll Red®) na dieta de matrizes com 30 semanas de idade sobre o sistema antioxidante do embrião e do pinto, Surai et al. (2003) utilizaram cinco dietas: controle, com menos de 2mg de carotenoides totais/kg de ração e sem cantaxantina e 3, 6, 12 ou 24 mg de cantaxantina/kg de ração. Os níveis de cantaxantina na gema do ovo, no fígado e no saco vitelino dos embriões com 16 dias e dos pintos com um dia e no fígado dos pintos com sete dias aumentaram de maneira crescente, de acordo com o aumento na suplementação das dietas das matrizes com Carophyll Red®.

Ainda segundo Surai et al. (2003), a cantaxantina mostrou efeito positivo sobre a concentração de vitamina E de três formas: 1) aumentou a assimilação de gamatocofeol da dieta e sua transferência para gema do ovo; 2) aumentou as concentrações de alfa-tocofeol nos tecidos e no plasma dos pintos com um dia de idade; e 3) possivelmente auxiliou na regeneração da vitamina E pela transferência de elétron dos carotenoides para o radical alfa-tocoferoxil.

Assim, a cantaxantina mostrou ação antioxidante durante o desenvolvimento embrionário, sequestrando RL e reduzindo assim espécies reativas disponíveis para reagir com a vitamina E. Dessa forma, a vitamina E não foi utilizada nessas reações, sendo economizada e seus níveis, conseqüentemente, aumentados. Os autores concluíram que os carotenoides podem modular o sistema antioxidante do embrião e pinto, ajudando a manter sua eficiência.

Trabalhando com dietas ricas em carotenoides para matrizes, Koutsos et al. (2003) verificaram influência na concentração desses carotenoides nos tecidos dos frangos até 28 dias. Segundo Karadas et al. (2005), a dieta da matriz enriquecida com carotenoides é o principal fator responsável por influenciar sua concentração no

fígado dos pintos, na primeira semana de vida, e, a partir dessa idade, a alimentação do pinto passa a influenciar tais níveis. Em decorrência das propriedades antioxidantes dos carotenoides e da sua alta incorporação pela progênie, os autores concluíram que o consumo de dietas ricas em carotenoides pela matriz pode aumentar a viabilidade da progênie.

#### **2.4 Carotenoides – Precursores de vitamina A?**

Cinquenta carotenoides apresentam atividade pró-vitamina A, sendo o mais importante precursor o  $\beta$ -caroteno (OLSON, 1999). Os demais são o  $\alpha$ -caroteno e o  $\beta$ -criptoxantina, pois apresentam pelo menos um anel ionona ao final de sua estrutura. A luteína, o licopeno e a cantaxantina apresentam pouca ou nenhuma atividade pró-vitamina A por não terem o anel ionona nas suas estruturas químicas.

Em relação ao papel dos carotenoides como substâncias pró-vitamina A, Surai et al. (2001) afirmaram que menos de 10% deles podem ser convertidos em vitamina A, sendo que nas aves somente o alfa e beta-carotenos e a criptoxantina, presentes nos alimentos naturais, são capazes de contribuir com o suprimento dessa vitamina. Dessa maneira, a cantaxantina não está incluída nesse grupo provitamínico.

Ainda, segundo os autores acima, uma porção dos carotenoides com atividade pró-vitamina A é convertida em vitamina A na mucosa intestinal e uma pequena parte escapa à conversão e entra na corrente sanguínea para ser depositada na gema ou na pele.

#### **2.5 Vitamina D**

As funções mais importantes da vitamina D são a regulação e a manutenção dos níveis plasmáticos de cálcio e fósforo, aumentando a captação intestinal desses nutrientes, minimizando assim a perda renal e estimulando a reabsorção óssea, quando necessário. Na célula muscular esquelética, a vitamina D atua no mecanismo clássico de ligação a um receptor nuclear e de ligação a um receptor de membrana, realizando ações que envolvem o transporte de cálcio, a síntese proteica e a velocidade de contração muscular. Existem várias evidências de que a vitamina D participa de dois aspectos

importantes da função neuromuscular: a força muscular e o equilíbrio (PEDROSA & CASTRO, 2005).

## **2.6 Absorção e metabolismo da vitamina D e seus metabólitos**

Classificada como vitamina lipossolúvel, a vitamina D pode ser sintetizada pelas plantas e pelos animais. Um esteroide das plantas, o ergosterol, pela incidência de raios solares, é convertido em ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>), sendo usualmente fonte de vitamina D das rações. O colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>) é produzido exclusivamente pelos animais pela conversão do 7-deidrocolesterol, derivado do colesterol ou esqualeno, que é sintetizado no fígado e está presente em grandes quantidades na pele, na parede intestinal e também em outros tecidos (ISLABÃO, 1982).

O ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>) possui propriedades muito limitadas ao ser usado em dietas como fator antiosteopenia nas aves (MACARI et al., 2002). Ainda, segundo os autores, a concentração de vitamina D na maioria dos ingredientes normalmente utilizados na formulação de rações para aves é relativamente baixa.

A vitamina D ativa é originada do colecalciferol formado na pele pela ação não enzimática a partir do precursor 7-deidrocolesterol, através dos raios solares ultravioletas. A partir daí, a vitamina D deve passar por duas hidroxilações em sequência, sendo uma na posição 25, ocorrida no fígado através da 25-hidrolase, e outra na posição 1, nos rins, através da 1- $\alpha$ -hidrolase. Dessa maneira, a vitamina está ativa (GONZALEZ & SILVA, 2006).

O colecalciferol normalmente é absorvido na porção final do duodeno, juntamente com lipídios e outras vitaminas e compostos lipossolúveis, pela ação conjunta de ácidos e sais biliares e das lipases. Na ave, o colecalciferol passa para a corrente sanguínea na forma de quilomícrons, que chega até o fígado (KLASING, 1998).

A vitamina D suplementada na ração está na forma de colecalciferol (Vitamina D<sub>3</sub>), portanto, após a absorção intestinal, precisa ser primeiramente conduzida ao fígado para hidroxilação, sendo transformada em 25-hidroxicolecalciferol. Em seguida, segue para o rim, onde é novamente hidroxilada, originando a 1-25-di-hidroxicolecalciferol, forma biologicamente ativa da vitamina D. A suplementação de 25-

hidroxicolecalciferol proporciona uma fonte de vitamina que pode ser mais rapidamente convertida na sua forma biologicamente ativa (FARIA et al., 2000).

O metabólito 25-(OH)-D<sub>3</sub> é um composto absorvido mais velozmente que os outros vitâmeros D (composto com mesma atividade biológica da vitamina), indicando que tenha, provavelmente, um mecanismo de absorção diferenciado. Essa diferenciação tem sido atribuída ao fato de que o 25-(OH)-D<sub>3</sub> parece utilizar, preferencialmente, o sistema porta e, em menor quantidade, a linfa (STAMP, 1974).

Usualmente, os metabólitos mais utilizados nas rações de frangos de corte são o colecalciferol (D<sub>3</sub>) e o 25-(OH)-D<sub>3</sub>, principalmente por causa da meia vida no organismo e dos custos, visto que o 25(OH)D<sub>3</sub> é a principal forma de armazenamento no organismo e tem uma meia vida de aproximadamente 2 a 3 semanas, enquanto o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> tem uma meia vida de 6 a 8 horas no organismo (CASTRO, 2011).

De fato, a 25-(OH)-D<sub>3</sub> apresenta taxa de absorção aproximadamente 20% maior que a vitamina D<sub>3</sub>, e o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> e o 1 $\alpha$ (OH)D<sub>3</sub> não necessitam de ativação renal (APPLEGATE & ANGEL, 2005).

Pela extrema importância no metabolismo, estão disponíveis para utilização na alimentação animal diversos metabólitos formados a partir da vitamina D. Estes metabólitos são acrescentados com o intuito de disponibilizar aos animais a vitamina na forma mais ativa, diminuindo os gastos com metabolização da vitamina D, aumentando, assim, sua eficiência no organismo e diminuindo gastos energéticos.

Diante do exposto, objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar o efeito da Cantaxantina e do 25-(OH)-D<sub>3</sub> sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte da linhagem Cobb, da 51<sup>a</sup> até 61<sup>a</sup> semana de produção.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R. Los metabolitos de la vitamina D son prometedores para uso en dietas avícolas. **Vademécum Avícola**, 2005.

CASTRO, L.C.G. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**. v.55, n.8, p. 566-575, 2011.

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

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v.30, n.2, p.441-449, 2007.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K.; SANTANA, A.E. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D<sub>3</sub> e relação sódio:cloro sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.467-475, 2000.

FERREIRA, P.B.; ROSA, A. P.; RIBEIRO, R.P.; FARINA, G.; GROS, R.C.; SORBARA, J.O.B. Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos reprodutivos de galos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS: Prêmio Lamas, 2010, Porto Alegre. **Anais...Porto Alegre: FACTA**, 2010. 1 CD-ROM.

FONTANA, J.D.; MENDES, S.V.; PERSIKE, D.S.; PASSOS, M. Carotenoides Cores Atraentes e Ação Biológica. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 03, n.13, p. 40-45, 2000.

GONZALEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

GOODWIN, T.W. **Chemistry and biochemistry of plant pigments**. Academic Press. 1965.

HAEGELE, A.D.; GILLETTE, C.; O'NEILL, C.; WOLFE, P.; HEIMENDINGER, J.; SEDLACEK, S.; THOMPSON, H.J. Plasma xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, v. 9, p.421-425, 2000.

ISLABÃO, N. **Vitaminas: seu metabolismo no homem e animais domésticos**. São Paulo: Nobel, 1982. 274 p.

KARADAS, F.; PAPPAS, A.C.; SURAI, P.F.; SPEAKE, B.K. Embryonic development within carotenoid-enriched eggs influences the post-hatch carotenoid status of the chicken. **Comparative Biochemistry and Physiology – Part B**, v. 141, p. 244-251, 2005.

KLASING, K.C. **Comparative avian nutrition**. Wallingford: CAB International, 1998. p. 350.

KOUTSOS, E.A.; CLIFFORD, A.J.; CALVERT, C.C.; KLASING, K.C. Maternal carotenoid status modifies the incorporation of dietary carotenoids into immune tissues of growing chickens (*Gallusgallus domesticus*). **Journal of Nutrition**, v. 133, p. 1132-1138, 2003.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aplicada a frango de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. 375p.

MARTIN RILLO, S.; MARTINEZ, E.; GARCIA, C.; DE ALBE, C. Bora semen evaluation in practice. **Reproduction Domestic Animal**, v. 31, n. 4, p. 519-526, 1996.

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

OLSON, J.A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v.49, n.1, supl. 1, p. 7-11, 1999.

PARKER, R. S. Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology – FASEB**, v. 10, n. 5, p. 542-551, 1996.

PEDROSA, M. A. C.; CASTRO, M. L. Papel da vitamina D na função neuromuscular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 49, n. 4, p. 495-502, 2005.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. 1ª edição; p. 157; SP; 2004.

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. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ROCHA, J.S.R.; BARBOSA, V.M.; LARA, L.J.C; BAIÃO, N.C; POMPEU, M.A.; MIRANDA, D.J.A. ROCHA, J.S.R., et al. Influência da cantaxantina e da idade sobre a fertilidade de matrizes pesadas. In: Conferência APINCO 2011 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2011, **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 66. Santos.

ROSA, A.P.; SCHER, A.; SORBARA, J.O.B.; BOEMO, L.S.; FORGIARINI, J.; LONDERO, A. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeder. **Poultry Science**, v. 9, n.3, p. 660-666, 2012.

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**. 1. ed. Campinas: FACTA, 2005. p. 76-143.

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

SAVAGLIA, F. Brasil, liderança mundial na avicultura. **Revista Nacional da Carne**, v.10, n.3, p. 10-14, 2009.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista Nutrição**. Campinas, v.17, n.2, p. 227-236, 2004.

STAMP, T. C. B. Intestinal absorption of 25-hydroxycholecalciferol. **The Lancet**, v.2, p. 121-123, 1974.

SURAI, P.F.; SPEAKE, B.K.; SPARKS, N.H.C. Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. 1. Absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. **Journal of Poultry Science**, v. 38, p. 1-27, 2001.

SURAI, A.P.; 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.

TORRES, C.A.; VIEIRA, S.L.; REIS, R.N.; FERREIRA, A.K.; SILVA, P.X.; FURTADO, F.V.F. Productive performance of broiler breeder hens fed 25-hydroxycholecalciferol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1286-1290, 2009.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura – UBABEF. **Relatório anual 2012**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>>. Acesso em: 10. ago. 2013.

## RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar dietas contendo Cantaxantina e 25-(OH)-D3 sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte da linhagem Cobb, de 53 até 61 semanas de idade. Foram utilizadas 36.000 fêmeas e 3.600 machos com 51 semanas de idade, reprodutores de corte Cobb. As aves foram alojadas em três aviários divididos em 4 boxes, totalizando 12 unidades experimentais, cada uma contendo 3.000 fêmeas e 300 machos. As aves foram submetidas aos seguintes tratamentos: Dieta controle (sem os aditivos em estudo) ou dieta com adição de 25-(OH)-D3 e Cantaxantina, pela inclusão do produto ROVIMIX® Maxichick, conforme recomendação do fornecedor. As variáveis analisadas foram: taxa de postura, aproveitamento de ovos, coloração das gemas, número de ovos incubáveis por ave, eclosão, eclodibilidade, fertilidade, mortalidade embrionária e número de pintos viáveis por ave. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dois tratamentos e seis repetições. Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis produção de ovos, aproveitamento de ovos e número de ovos incubáveis por ave alojada. A inclusão de Cantaxantina e de 25-(OH)-D3 na dieta reduziu a mortalidade embrionária e aumentou a pigmentação da gema dos ovos, o percentual de eclosão e o número de pintos viáveis produzidos por ave. Portanto, recomenda-se a utilização de 60 mg/kg de Maxichick na dieta de matrizes de corte da linhagem Cobb, de 53 a 61 semanas de idade, para melhorar importantes características reprodutivas que têm grande impacto econômico para as empresas avícolas.

*Palavras chave:* carotenoides, vitamina D, matrizes pesadas, eclosão, produção de ovos.

## **ABSTRACT**

The objective of this experiment was to evaluate diets containing canthaxanthin and 25-(OH)-D3 on productive and reproductive performance of broiler breeder flocks of Cobb of 53 to 61 weeks of age. Thirty thousand females and 3.600 males were used, with 51 weeks of age, the birds were housed in three aviaries divided into 4 boxes, totaling 12 units, each containing 3.000 females and 300 males. The birds were subjected to the following treatments: control diet (without additives under study) or diet with 25-(OH)-D3 and Canthaxanthin, through the inclusion of ROVIMIX Maxichick® product, as recommended by the supplier. The variables analyzed were egg production rate, take the eggs, colored gems, number per bird hatching, hatching, hatchability, fertility, embryonic mortality and number of viable chicks per hen eggs. The experimental design was a randomized block design with two treatments and six replications. There was no effect of treatments on egg production variables, take the eggs and number of hatching eggs per bird housed. The inclusion of Canthaxanthin and 25-(OH)-D3 in diet reduced embryonic mortality and increased the yolk color of eggs, the percentage of hatching and the number of viable chicks produced per bird. Therefore, the use of 60 mg/kg of diet Maxichick the cutting dies of Cobb line, 53 to 61 weeks of age, is recommended for improving important breeding characteristics which have significant economic impact on poultry farms.

*Keywords:* carotenoids, vitamin D, broiler breeders, hatching egg production.

## 1 INTRODUÇÃO

Para maximizar a rentabilidade da cadeia de matrizes de corte, é necessário produzir o maior número possível de ovos, com as melhores taxas de eclosão, para que tenhamos o maior número possível de descendentes viáveis. Tem-se observado, entretanto, uma queda nos parâmetros reprodutivos de matrizes de corte nos últimos anos, que poderia ser atribuída à falta de atenção ao macho reprodutor, em relação à seleção sobre parâmetros reprodutivos (CELEGHINI et al., 2001).

A inclusão de substâncias com propriedades antioxidantes na dieta de matrizes de corte auxilia o sistema de defesa enzimático a controlar os danos causados por radicais livres nas células (SURAI et al., 2003). Entre estas substâncias, estão os carotenoides, pois apresentam funções antioxidantes, pigmentantes, pró-vitamina e imunomoduladoras. Os carotenoides não são sintetizados pelas aves, portanto, devem ser ingeridos através da dieta (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

O plasma seminal e os espermatozoides contêm enzimas e vitaminas antioxidantes que protegem a membrana espermática, rica em PUFA, da peroxidação. Esta atividade enzimática antioxidante dos espermatozoides se torna menor com o envelhecimento dos galos. Os carotenoides desempenham importante papel antioxidante, pois removem radicais livres, absorvem e dissipam o excesso de energia destes e reciclam a vitamina E (ROCHA et al., 2011).

O efeito da cantaxantina sobre a fertilidade pode ser devido ao efeito antioxidante deste carotenoide tanto na galinha quanto no galo. A melhora da fertilidade, relacionada ao galo, pode ser devida a dois fatores: proteção antioxidante dos espermatozoides e aumento da quantidade de vitamina A. O aumento da fertilidade devido às galinhas pode ser decorrente da melhoria do mecanismo antioxidante das glândulas hospedeiras de espermatozoides proposto por Rutz et al.(2005).

A peroxidação dos lipídios da gema de ovos férteis armazenados resulta em redução da energia disponível para o desenvolvimento do embrião e formação de compostos tóxicos, que resultam em aumento da mortalidade embrionária e consequente

queda na eclodibilidade dos ovos. Os tecidos embrionários também apresentam altas concentrações de PUFA, portanto, também estão sujeitos à peroxidação (CHERIAN et al., 2007).

Também é possível a suplementação da vitamina D<sub>3</sub> na forma de seu metabólito 25-(OH)-D<sub>3</sub> (25-hidroxicolecalciferol), que pode estar relacionado com melhorias do crescimento esquelético das aves, taxa de postura, qualidade de casca e reprodução, já que esta vitamina está envolvida no metabolismo do cálcio e fósforo. O embrião também metaboliza a vitamina D<sub>3</sub> presente na gema do ovo, utilizando-a para a formação do seu esqueleto (ROSA et al., 2012; TORRES et al., 2009 ).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de dietas contendo Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol (25-OH-D<sub>3</sub>) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte da linhagem Cobb, de 51 a 63 semanas de idade.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Instalações**

O experimento foi conduzido na granja de matrizes e incubatório da BRF- Brasil Foods S/A, na cidade de Rio Verde, localizada na região sudoeste do estado de Goiás. O período experimental ocorreu nos meses de outubro de 2012 a janeiro de 2013, compreendendo o período produtivo de 51 até 61 semanas de idade das matrizes.

Foram utilizadas 36.000 fêmeas e 3.600 machos com 51 semanas de idade, reprodutores de corte Cobb. Os critérios utilizados para a seleção das fêmeas foram o peso corporal e o coeficiente de variação. Para os machos, a seleção foi baseada em características fenotípicas como o maior desenvolvimento de crista e barbela, apurcos corretos e peito definido.

As aves foram alojadas em três aviários divididos em 4 boxes, totalizando 12 parcelas experimentais, cada um contendo 3.000 fêmeas e 300 machos. Os aviários são de pressão negativa, com 220m de comprimento e 12m de largura, contendo telhado de isotelha, pad-cooling, sete exaustores, ninhos automáticos, comedouro automático tipo calha e bebedouro tipo nipple.

### **2.2 Tratamentos**

As aves foram submetidas aos seguintes tratamentos: Dieta controle (sem os aditivos em estudo) e dieta com adição de 25-(OH)-D3 e Cantaxantina, pela inclusão do produto ROVIMIX® MaxiChick, na dosagem de 60mg/kg, conforme recomendação do fornecedor (Cantaxantina com nível de inclusão de 6 mg/kg de ração e 25-(OH)-D3 com inclusão de 2.760.000 UI/kg de ração).

Neste estudo, foram adicionados a cantaxantina e o 25-(OH)-D3 juntos na dieta, pois estes dois aditivos estão associados no produto comercial ROVIMIX® MaxiChick, produzido pela empresa DSM Nutritional Products Ltd, disponível atualmente no mercado para ser utilizado na dieta de matrizes de corte.

Na fase pré-experimental, todas as aves foram submetidas às condições de manejo padrão e receberam dietas sem a adição dos produtos estudados. Na fase experimental (51-61 semanas), as condições de manejo e ambiente foram idênticas, diferenciando somente o tipo de dieta fornecida, com ou sem a inclusão dos aditivos.

As dietas utilizadas no período pré-experimental foram: Pré-Postura da 20<sup>a</sup> a 24<sup>a</sup> semana de idade e Postura I da 25<sup>a</sup> a 44<sup>a</sup> semana de idade. A dieta utilizada após a 44<sup>a</sup> semana e no período experimental, da 51<sup>a</sup> até a 61<sup>a</sup> semana de idade, foi a Postura II (Tabela 1). As exigências nutricionais e de energia foram determinadas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005), e o volume de ração fornecida diariamente foi determinado segundo o manual da linhagem COBB (2008).

Tabela 1 - Composição centesimal e perfil nutricional das dietas de fêmeas e machos.

<b>Ingredientes</b>	<b>Postura I</b>	<b>Postura II</b>
Milho	68,22	68,52
Farelo de soja	21,22	21,57
Farelo de Trigo	14,50	0,11
Fosfato Bicálcio	1,90	1,64
Calcário Calcítico	6,26	7,21
Sal comum	0,40	0,40
Premix Vit. e Mineral <sup>1</sup>	0,50	0,50
DL-metionina	0,004	0,004
<b>Composição Calculada</b>		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2860	2850
Proteína Bruta (%)	16,00	15,96
Arginina Total (%)	0,87	0,94
Lisina Total (%)	0,75	0,80
Metionina Total (%)	0,46	0,35
Metionina + Cisteína Total (%)	0,72	0,55
Treonina Total (%)	0,51	0,59
Triptofano Total (%)	0,17	0,17
Isoleucina Total (%)	0,68	0,63
Leucina Total (%)	1,48	1,46

Valina Total (%)	0,70	0,72
Histidina Total (%)	0,45	0,42
Fenilalanina Total (%)	0,79	0,77
Cálcio (%)	3,00	3,30
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,40

---

1 - Premix Mineral e Vitamínico: Níveis por Kg de produto: Vit. A 2.090.000 UI; Vit E 7,600mg; Vit D3 332,500 UI; Vit. K3 950mg; Ácido Nicotínico 8,500mg; Vit.B1 475mg; Vit. B12 1,900mg; Vit. B6 950mg; Ácido Fólico 237,5mg; Biotina 38mg; Colina 72.000mg; Ácido Pantotênico 3,800mg; Cobre 12.400mg; Ferro 12.000mg; Iodo 160mg; Manganês 14,000mg; Selênio 108mg e Zinco 14,000mg.

As dietas foram isonutritivas e isoenergéticas, compostas por ingredientes de origem vegetal, à base de milho, farelo de soja, fontes de cálcio e fósforo, aminoácido sintético e inclusão de premix vitamínico e mineral. Os aditivos estudados foram adicionados à dieta basal no respectivo tratamento, seguindo recomendações do fabricante.

O fornecimento da ração às aves foi feito diariamente às 5h da manhã, de forma controlada, sendo calculada de acordo com o número de fêmeas/box e a quantidade de ração em gramas a ser fornecida por semana, considerando as recomendações do manual da linhagem. Para os machos, as quantidades foram determinadas com base no peso corporal e energia metabolizável recomendadas pelo manual da linhagem (COBB, 2008). A água foi fornecida *ad libitum* durante todo o período experimental.

### 2.3 Variáveis avaliadas

As variáveis produtivas analisadas foram taxa de postura, percentual de aproveitamento de ovos, coloração das gemas e número de ovos incubáveis por ave alojada. Já as variáveis reprodutivas analisadas foram eclosão, eclodibilidade, fertilidade, mortalidade embrionária e número de pintos viáveis por ave alojada.

Para avaliar a taxa de postura, foi feita diariamente a coleta da produção de ovos, e o valor foi dividido pelo número de aves. Posteriormente, no final do período produtivo, foram calculados o número de ovos totais e o número de ovos incubáveis

produzidos por fêmea em cada tratamento. A qualidade de ovos foi analisada através do percentual de aproveitamento dos ovos produzidos.

A determinação da cor das gemas foi feita com o auxílio do leque colorimétrico da DSM<sup>®</sup>, considerando a coloração em escores de 1 a 15, sendo entre o amarelo opaco e o alaranjado intenso. Quanto maior o valor obtido no leque, maior o grau de pigmentação da gema. Para avaliar a coloração, foram avaliados semanalmente 100 ovos de cada tratamento.

Para avaliar as variáveis reprodutivas, foram incubados semanalmente 20.640 ovos de cada tratamento. Após contados os pintinhos nascidos, eles foram classificados de acordo com a qualidade de cicatrização umbilical, patas e bico. Semanalmente, foram analisados os resíduos de incubação para determinação dos percentuais de fertilidade, eclodibilidade e da fase de mortalidade embrionária.

Foram considerados pintos de primeira os que apresentarem umbigo cicatrizado, ausência de problemas locomotores e plumagem seca. No 21º dia, os ovos não eclodidos foram avaliados pela técnica de embriodiagnóstico para o estudo da fertilidade e mortalidade embrionária. Os percentuais de eclosão e fertilidade foram determinados em relação ao total de ovos incubados de cada repetição. Já os percentuais de eclodibilidade, mortalidade embrionária nos diferentes períodos assim como os percentuais de ovos bicados e contaminados foram calculados e expressos em relação ao número de ovos férteis incubados.

A taxa de postura foi calculada diariamente. Os ovos produzidos foram selecionados e classificados em ovos incubáveis e ovos não incubáveis. Os ovos incubáveis foram aqueles em perfeitas condições de incubação. Os ovos não incubáveis foram aqueles ovos com deformações de casca, casca fina, deposições irregulares de cálcio, compridos, arredondados, trincados, sujos, acima e abaixo do peso.

De acordo com a produção de ovos, posteriormente foram calculados o número de ovos totais e o número de ovos incubáveis por fêmea alojada em cada tratamento. O número de ovos incubáveis e o número de pintos nascidos por matriz alojada são dois indicadores de grande relevância na indústria avícola por definirem a produtividade de um lote e, conseqüentemente, a lucratividade do processo.

## 2.4 Modelo estatístico

O modelo estatístico aplicado tem por base a equação:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = Observações do tratamento  $i$  ( $i= 1, 2$ ) no bloco  $j$  ( $j=1,2, 3$ );

$\mu$  = Constante inerente a todas as observações;

$t_i$  = Efeito do tratamento  $i$ ;

$b_j$  = Efeito do bloco  $j$ ; e

$e_{ij}$  = Erro aleatório residual da observação  $Y_{ij}$ .

## 2.5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, sendo cada um dos três aviários considerado um bloco, com dois tratamentos, e seis repetições de 3.000 fêmeas e 300 machos cada. Para avaliação dos parâmetros reprodutivos, foram incubados semanalmente 20.640 ovos de cada tratamento, sendo seis repetições de 3440 ovos por tratamento. Para a análise de coloração das gemas, foram utilizados semanalmente 100 de cada tratamento. Para as análises estatísticas, foram consideradas as semanas 51 e 52 como período de adaptação das aves à dieta, portanto, elas não foram consideradas no momento da análise dos dados. Para a análise, os dados foram agrupados a cada três semanas, sendo de 53 a 55, 56 a 58 e 59 a 61 semanas. Posteriormente, os dados foram avaliados no período total de 53 a 61 semanas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010) para determinar as variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Desempenho Produtivo das Matrizes de Corte

A Tabela 02 mostra os dados referentes ao desempenho produtivo das matrizes. Com base nos dados, observa-se que não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis percentual de produção de ovos, percentual de aproveitamento de ovos e número de ovos incubáveis por ave alojada.

Tabela 02. Desempenho produtivo de matrizes de corte de 53 a 61 semanas, submetidas a dietas contendo cantaxantina e 25-(OH)-D3.

Tratamentos	Período Produtivo (Semanas)			
	53 - 55	56 - 58	59 - 61	53 - 61
Produção de Ovos (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	63,18	60,41	57,60	60,40
Controle	63,56	60,35	55,94	59,95
Pr > Fc	0,5567	0,8811	0,0643	0,6844
CV (%)	1,73	1,18	2,36	5,41
Aproveitamento de Ovos (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	98,25	97,92	97,75	97,98
Controle	98,20	97,90	97,64	97,91
Pr > Fc	0,6269	0,8185	0,0992	0,5183
CV (%)	0,18	0,15	0,11	0,29
Número de Ovos Incubáveis/Ave/Semana				
Maxichick <sup>1</sup>	4,35	4,14	3,94	4,14
Controle	4,37	4,14	3,82	4,11
Pr > Fc	0,6003	0,8598	0,0606	0,6712
CV (%)	1,77	1,19	2,42	5,61
Coloração das Gemas (Leque Colorimétrico)				
Maxichick <sup>1</sup>	14,50	13,83	14,83	14,39
Controle	8,83	8,17	7,83	8,28
Pr > Fc	0,0023	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV (%)	19,21	6,56	4,93	12,55

<sup>1</sup>Cantaxantina 10% + 25-(OH)-D3

Estes dados confirmam aqueles encontrados nos estudos de Rosa et al. (2009), que avaliaram a taxa de postura, o peso de ovos, o peso de albúmen, o peso de gema e a gravidade específica de matrizes de corte com 45 semanas de idade, submetidas a dietas experimentais com adição de 25-(OH)-D3 e cantaxantina. Estes autores concluíram que a inclusão dos aditivos nas dietas das matrizes não influenciou os parâmetros produtivos.

Do mesmo modo, Zhang et al. (2011) investigaram o efeito da cantaxantina em reprodutoras pesadas. As aves foram alimentadas com uma dieta basal e uma dieta basal suplementada com 6 mg de cantaxantina/kg durante 24 semanas. Os autores avaliaram a taxa de postura, o número de ovos produzidos por ave e o peso de ovos e também não observaram efeito da cantaxantina sobre estes parâmetros.

Em outro estudo, Santos (2011) avaliou o uso da cantaxantina (6 mg/kg) sobre o desempenho de matrizes de corte Cobb<sup>®</sup> entre 25 e 52 semanas de idade e verificou que a taxa de postura e o peso dos ovos não foram afetados pela adição de cantaxantina.

Também Garcia et al. (2002), em estudo com poedeiras leves alimentadas com dietas contendo 0, 12, 24, 36, 48 e 60 mg/kg de cantaxantina, concluíram que a inclusão de cantaxantina na dieta não influenciou os parâmetros produtivos, exceto a coloração das gemas.

Já Torres et al. (2009) avaliaram o desempenho de matrizes de corte da linhagem COBB 500 submetidas a dietas contendo 25-(OH)-D3, tendo concluído que não houve efeito da suplementação de 25-(OH)-D3 sobre a produção de ovos durante o período de 32 a 67 semanas. Porém a qualidade da casca dos ovos, mensurada por meio da gravidade específica, melhorou com a suplementação de 25-(OH)-D3 em reprodutoras com 60 semanas de idade.

No presente estudo, a adição de Cantaxantina e 25-(OH)-D3 também aumentou a coloração das gemas pela maior deposição do pigmento na gema do ovo (Tabela 02). Diferentemente de aves de postura comercial, em que o consumidor prefere a compra de ovos com mais coloração, para matrizes de reprodução, esta característica é pouco significativa. Porém esta deposição do carotenoide na gema pode trazer benefícios para as reprodutoras devido às propriedades antioxidantes destes pigmentos.

Sendo o 25-(OH)-D3 um metabólito intermediário da Vitamina D, esperava-se um melhor aporte desta vitamina, melhorando assim os níveis de Ca e P disponíveis para a ave e, conseqüentemente, maior disponibilidade destes minerais para a formação da casca do ovo, o que se refletiria em melhor aproveitamento destes ovos para

incubação. Já a cantaxantina com propriedades antioxidantes e imunomoduladoras que contribuem para que a ave consiga responder de forma mais eficaz a processos infecciosos, inflamatórios e situações de estresse, minimizando os efeitos destes processos sobre o desempenho produtivo. Porém os dados disponíveis na literatura e os dados obtidos neste trabalho mostram que, independentemente da utilização isolada ou combinada dos dois produtos, não houve influência sobre o desempenho produtivo.

### 3.2 Desempenho Reprodutivo das Matrizes de Corte

Foi observado efeito dos tratamentos sobre o percentual de eclosão e não foram observados efeitos dos tratamentos sobre a fertilidade e eclodibilidade dos ovos (Tabela 03). Para o percentual de eclosão, quando avaliado o período total, de 53 a 61 semanas de idade, a inclusão de Maxichick aumentou o percentual de eclosão em 2,59%.

Tabela 03. Desempenho reprodutivo de matrizes de corte de 53 a 61 semanas, submetidas a dietas contendo cantaxantina e 25-(OH)-D3.

Tratamentos	Período produtivo (Semanas)			
	53 - 55	56 - 58	59 - 61	53 - 61
Eclosão (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	86,63	85,40	86,82	86,28
Controle	82,49	85,21	84,59	84,10
Pr > Fc	0,0937	0,8786	0,2656	0,0315
CV (%)	4,45	2,49	3,76	3,42
Eclodibilidade (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	91,33	90,60	93,47	91,80
Controle	87,96	90,30	91,41	89,89
Pr > Fc	0,2511	0,8370	0,3175	0,1184
CV (%)	5,25	2,76	3,62	3,93
Fertilidade (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	94,77	94,32	92,38	93,82
Controle	93,93	93,25	92,60	93,26
Pr > Fc	0,4387	0,1510	0,6439	0,2961
CV (%)	1,89	1,24	0,88	1,69

<sup>1</sup>Cantaxantina 10% + 25-(OH)-D3

Em seus experimentos, Souza et al. (2008) e Scher et al. (2009a) adicionaram 6mg/kg de cantaxantina (60 g de Carophyll Red®/ton de ração) à dieta de matrizes e observaram redução do número de ovos inférteis e da mortalidade embrionária e melhora nas taxas de eclosão sobre ovos totais e ovos férteis incubados.

Rocha (2011) avaliou a influência da adição de cantaxantina (Carophyll Red®) à dieta das matrizes pesadas e do período de armazenamento dos ovos sobre a qualidade dos ovos, nutrientes da gema, fertilidade, rendimento de incubação e desenvolvimento do embrião. Os tratamentos foram definidos pela adição ou não de 6mg/kg de cantaxantina na dieta das matrizes em diferentes períodos de armazenamento dos ovos (três e sete dias). Os autores concluíram que a adição de cantaxantina à dieta de matrizes elevou as concentrações de cantaxantina e vitamina A e reduziu a quantidade de vitamina E na gema do ovo, melhorou a fertilidade, a eclosão e diminuiu a mortalidade embrionária a partir de 15 dias de incubação.

Ainda segundo Rocha (2011), o armazenamento dos ovos por sete dias prejudicou sua qualidade, promoveu oxidação de lipídios e vitaminas da gema, retardou o desenvolvimento embrionário, reduziu a eclosão e aumentou a mortalidade embrionária após 15 dias de incubação. A fertilidade do lote de matrizes pesadas se reduziu continuamente, e a adição de cantaxantina à dieta minimizou parcialmente os efeitos negativos da progressão da idade sobre a fertilidade.

Trabalhando somente com inclusão de cantaxantina, Ferreira et al. (2010) adicionaram 60mg/kg de Carophyll Red® (6mg/kg de cantaxantina) à dieta dos galos com 40 a 59 semanas de idade e verificaram aumento na motilidade, concentração espermática e redução nas alterações morfológicas dos espermatozoides quando comparado aos galos que não receberam o antioxidante na dieta. A pesquisadora atribuiu os efeitos à proteção antioxidante da cantaxantina dos ácidos graxos dos espermatozoides.

Rosa et al. (2010) alimentaram matrizes com 6mg/kg de cantaxantina (60 g de Carophyll Red®/ton de ração) e verificaram aumento de 1,08% na fertilidade, 3,0% na eclosão total e 2,4% na eclosão sobre ovos férteis quando comparado ao grupo de matrizes que não receberam cantaxantina na dieta. Esses autores ainda armazenaram os ovos por zero, quatro, oito e doze dias e observaram que as gemas dos ovos das matrizes alimentadas com cantaxantina apresentaram menores valores de TBARS, medido em MDA por miligramas de proteína nestes períodos, quando comparadas aos ovos das aves que receberam dieta sem cantaxantina.

Com relação à fertilidade, no presente estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, apesar de numericamente o percentual de fertilidade ter sido maior nas aves que receberam cantaxantina e 25-(OH)-D3 na dieta. Estes dados estão consonantes com aqueles encontrados por Zhang et al. (2011), que não observaram efeito da cantaxantina sobre a fertilidade e eclosão de ovos férteis de reprodutoras pesadas.

Neste mesmo estudo, os pintinhos que nasceram de ovos postos pelas galinhas reprodutoras alimentados com dieta com suplementação de cantaxantina mostraram maior pigmentação colorimétrica da pele e maior capacidade antioxidante do soro. Estes resultados suportam a hipótese de que a suplementação com cantaxantina na dieta materna aumenta a capacidade de proteção dos tecidos contra o estresse oxidativo, não tendo mostrado efeito sobre a fertilidade dos ovos.

Porém outros trabalhos mostram efeito da cantaxantina sobre a fertilidade dos ovos. Rocha et al. (2011) adicionaram 60mg/kg de Carophyll Red® (6mg/kg de cantaxantina) à dieta de galos Cobb de 46 a 60 semanas de idade e avaliaram a influência da cantaxantina e da idade sobre a fertilidade das aves. Os autores concluíram que, após 50 semanas de idade, a fertilidade do lote de matrizes pesadas se reduz continuamente, e a adição de cantaxantina à dieta minimiza os efeitos negativos da progressão da idade sobre a fertilidade.

Em outro estudo, Rosa et al. (2012) estudaram o efeito da utilização de cantaxantina sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de corte, tendo concluído que a adição de cantaxantina melhora a fertilidade e diminui a mortalidade embrionária, resultando em maior eclodibilidade. A cantaxantina também reduz a formação de TBARS durante as fases iniciais de incubação e em ovos armazenados. Porém os autores ressaltam que mais pesquisas são necessárias para esclarecer o funcionamento da cantaxantina para melhorar essa importante característica reprodutiva.

Da mesma forma como foi verificado nos estudos anteriores, o percentual de mortalidade embrionária foi influenciado pelos tratamentos no presente estudo (Tabela 04). Verificou-se que ovos oriundos de matrizes suplementadas com Cantaxantina e 25-(OH)-D3 apresentaram menores percentuais de mortalidade embrionária na fase inicial e na fase final de incubação. Scher et al. (2009b) utilizaram ovos e embriões provenientes de matrizes de corte da linhagem COBB 500® submetidas às dietas com adição de Cantaxantina e concluíram que a adição promoveu redução nos níveis de

oxidantes dos ovos armazenados nos diferentes períodos, tendo os embriões provenientes de matrizes suplementadas com Cantaxantina apresentado menor mortalidade, semelhantemente ao encontrado no presente estudo.

Tabela 04. Efeito da cantaxantina e do 25-(OH)-D3 sobre a mortalidade embrionária ocorrida nas diferentes fases de incubação.

Tratamentos	Período produtivo (Semanas)			
	53 – 55	56 - 58	59 - 61	53 – 61
ME 0-4 d <sup>2</sup> (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	1,98	2,18	2,51	2,23
Controle	4,50	3,17	2,58	3,42
Pr > Fc	0,0198	0,0094	0,9073	0,0078
CV (%)	21,03	8,59	17,02	20,25
ME 5-10 d <sup>3</sup> (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	1,19	1,12	0,79	1,04
Controle	1,06	0,79	1,06	0,97
Pr > Fc	0,7577	0,5783	0,4655	0,7885
CV (%)	29,01	46,86	29,35	33,24
ME 11-17 d <sup>4</sup> (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	0,99	0,86	0,99	0,95
Controle	0,60	0,86	0,93	0,79
Pr > Fc	0,0497	0,9976	0,8365	0,3881
CV (%)	17,05	32,33	25,47	27,61
ME 18-21 d <sup>4</sup> (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	2,25	2,58	2,12	2,31
Controle	4,96	3,57	3,51	4,01
Pr > Fc	0,0034	0,2203	0,0187	0,0002
CV (%)	14,39	17,74	13,23	17,32
Mortalidade Embrionária Total (%)				
Maxichick <sup>1</sup>	6,42	6,75	6,42	6,53
Controle	11,11	8,40	8,07	9,19
Pr > Fc	0,0083	0,0751	0,1725	0,0004
CV (%)	12,13	8,41	12,00	11,68

<sup>1</sup>Cantaxantina 10% + 25-(OH)-D3

<sup>2</sup>Mortalidade embrionária ocorrida entre 0 e 4 dias de incubação

<sup>3</sup>Mortalidade embrionária ocorrida entre 5 a 10 dias de incubação

<sup>4</sup>Mortalidade embrionária ocorrida entre 11 a 17 dias de incubação

<sup>5</sup>Mortalidade embrionária ocorrida entre 18 a 21 dias de incubação

A redução da mortalidade na fase de estocagem e na fase inicial de incubação está relacionada à redução da peroxidação lipídica dos componentes do ovo e do embrião (ROSA et al., 2012). Já nas fases finais da incubação, aumento do metabolismo do embrião implica maior consumo de oxigênio e maior oxidação de lipídios da gema para atender aos requisitos energéticos do embrião (LATOUR et al., 2000). Estes fatores, associados à alta concentração de PUFA dos tecidos embrionários, tornam o embrião mais susceptível à peroxidação. Desta forma, a adição de cantaxantina à dieta das matrizes pode aumentar a quantidade de antioxidantes na gema e, portanto, proteger os tecidos embrionários, resultando em menor mortalidade.

Torres et al. (2009) trabalharam com matrizes pesadas da linhagem Cobb e avaliaram o desempenho das reprodutoras suplementadas com 25-(OH)-D3, tendo verificado menor mortalidade dos embriões em reprodutoras com 67 semanas de idade, suplementadas com 25-(OH)-D3. Os autores sugerem que a diminuição da mortalidade embrionária poderia estar relacionada à maior disponibilidade de Vitamina D, beneficiando a homeostase do Ca e P e disponibilizando maior quantidade de Ca para formação do esqueleto do pintinho.

A Tabela 05 mostra o número de pintos produzidos por ave em uma semana. As matrizes de corte submetidas à dieta contendo cantaxantina e 25-(OH)-D3 produziram mais pintinhos apenas no período de 59 a 61 semanas, quando comparadas às aves que não receberam os aditivos na dieta.

Tabela 05. Efeito da cantaxantina e do 25-(OH)-D3 sobre o número de pintos viáveis produzidos por ave/semana.

Tratamentos	Período produtivo (Semanas)			
	53 - 55	56 - 58	59 - 61	53 - 61
	Número de pintos/Ave/Semana			
Maxichick <sup>1</sup>	3,76	3,54	3,42	3,57
Controle	3,60	3,52	3,23	3,45
Pr > Fc	0,1100	0,8459	0,0382	0,0928
CV (%)	4,14	2,99	3,90	5,85

<sup>1</sup>Cantaxantina 10% + 25-(OH)-D3

O número de pintos por ave alojada é o indicador mais utilizado na indústria avícola para determinar a produtividade de um lote de matrizes, já que o objetivo final de uma matriz reprodutora é gerar o máximo possível de descendentes com qualidade. Rostagno et al. (2007) comentaram em seu trabalho que na atualidade o nível de significância não precisa ser fixado somente em 5%, podendo variar para 7 ou 10%, dependendo da importância econômica da variável estudada, já que o ganho econômico delas é compensatório.

Analisando o número de pintos por ave alojada no período total neste trabalho, observa-se que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade, mas houve diferença a 10% de probabilidade ( $p= 0,0928$ ). Esta variável é um indicador zootécnico de alto impacto financeiro para o segmento avícola, e o efeito da cantaxantina e do 25-(OH)-D3 mesmo ao nível de 10% de probabilidade é interessante para as empresas do setor.

## **6 CONCLUSÃO**

O desempenho produtivo de matrizes de corte da linhagem Cobb não é afetado pela utilização de Cantaxantina e 25-(OH)-D3 na dieta.

A inclusão de Cantaxantina e 25-(OH)-D3 à dieta reduz a mortalidade embrionária e aumenta a pigmentação da gema dos ovos, o percentual de eclosão e o número de pintos viáveis produzidos por ave.

Recomenda-se a utilização de 60 mg/kg de Maxichick na dieta de matrizes de corte da linhagem Cobb, de 53 a 61 semanas de idade, para melhorar importantes características reprodutivas que têm grande impacto econômico para as empresas avícolas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R. Los metabolitos de la vitamina D son prometedores para uso en dietas avícolas. **Vademécum Avícola**, 2005.

CASTRO, L.C.G. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**. v.55, n.8, p. 566-575, 2011.

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

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v.30, n.2, p.441-449, 2007.

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.

COBB 500. **Guia de manejo de matrizes**. COBB-Vantress Brasil, 2008.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K.; SANTANA, A.E. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D<sub>3</sub> e relação sódio:cloro sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.467-475, 2000.

FERREIRA, D.F. **SISVAR – Sistema de Análise de Variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, P.B.; ROSA, A. P.; RIBEIRO, R.P.; FARINA, G.; GROS, R.C.; SORBARA, J.O.B. Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos reprodutivos de galos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS: Prêmio Lamas, 2010, Porto Alegre. **Anais...Porto Alegre: FACTA**, 2010. 1 CD-ROM.

FONTANA, J.D.; MENDES, S.V.; PERSIKE, D.S.; PASSOS, M. Carotenoides Cores Atraentes e Ação Biológica. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 03, n.13, p. 40-45, 2000.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, R.P.; SILVA, M.A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, p. 01-08, 2002.

GONZALEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

GOODWIN, T.W. **Chemistry and biochemistry of plant pigments**. Academic Press. 1965.

HAEGELE, A.D.; GILLETTE, C.; O'NEILL, C.; WOLFE, P.; HEIMENDINGER, J.; SEDLACEK, S.; THOMPSON, H.J. Plasma xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, v. 9, p.421-425, 2000.

ISLABÃO, N. **Vitaminas: seu metabolismo no homem e animais domésticos**. São Paulo: Nobel, 1982. 274 p.

KARADAS, F.; PAPPAS, A.C.; SURAI, P.F.; SPEAKE, B.K. Embryonic development within carotenoid-enriched eggs influences the post-hatch carotenoid status of the chicken. **Comparative Biochemistry and Physiology – Part B**, v. 141, p. 244-251, 2005.

KLASING, K.C. **Comparative avian nutrition**. Wallingford: CAB International, 1998. p. 350.

KOUTSOS, E.A.; CLIFFORD, A.J.; CALVERT, C.C.; KLASING, K.C. Maternal carotenoid status modifies the incorporation of dietary carotenoids into immune tissues of growing chickens (*Gallusgallus domesticus*). **Journal of Nutrition**, v. 133, p. 1132-1138, 2003.

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

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aplicada a frango de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. 375p.

MARTIN RILLO, S.; MARTINEZ, E.; GARCIA, C.; DE ALBE, C. Bora semen evaluation in practice. **Reproduction Domestic Animal**, v. 31, n. 4, p. 519-526, 1996.

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

OLSON, J.A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v.49, n.1, supl. 1, p. 7-11, 1999.

PARKER, R. S. Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology – FASEB**, v. 10, n. 5, p. 542-551, 1996.

PEDROSA, M. A. C.; CASTRO, M. L. Papel da vitamina D na função neuromuscular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 49, n. 4, p. 495-502, 2005.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. 1ª edição; p. 157; SP; 2004.

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. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ROCHA, J.S.R; BARBOSA, V.M.; LARA, L.J.C; BAIÃO, N.C; POMPEU, M.A.; MIRANDA, D.J.A. ROCHA, J.S.R. et al. Influência da cantaxantina e da idade sobre a fertilidade de matrizes pesadas. In: Conferência APINCO 2011 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2011, **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 66. Santos.

ROSA, A.P.; SCHER, A.; DUARTE, V.; BOEMO, L.; VIEIRA, T.N.N.; FERREIRA JR., J.A.G.; SORBARA, J.O.B. Supplementation of canthaxanthin to broiler breeders diet on broiler chick hatchery parameters and egg yolk TBARS. In: International Poultry Scientific Forum, 2010, Atlanta. **Abstracts...** Atlanta: Georgia World Congress Center, 2010, p. 39.

ROSA, A.P.; SCHER, A.; SORBARA, J.O.B.; BOEMO, L.S.; FORGIARINI, J.; LONDERO, A. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeder. **Poultry Science**, v. 9, n.3, p. 660-666, 2012.

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

ROSTAGNO, H.S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.K.; ALBINO, L.F.T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.295-304, 2007.

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**. 1. ed. Campinas: FACTA, 2005. p. 76-143.

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

SANTOS, C.B. **Uso de cantaxantina e/ou 25-hidroxicolecalciferol em dietas para matrizes de corte.** 2011. 53f. Dissertação (Mestrado em produção animal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SAVAGLIA, F. Brasil, liderança mundial na avicultura. **Revista Nacional da Carne**, v.10, n.3, p. 10-14, 2009.

SCHER, A.; ROSA, A.P.; SORBARA, J.O.B.; DUARTE, V.; BOEMO, L.; VIEIRA, T.N.N. Efeitos da adição de HyD e Carophyll Red à dieta de matrizes de corte sobre a incubação artificial. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009a, Porto Alegre. **Anais...do Prêmio Lamas da...** Campinas: Facta, 2009a. p. 36.

SCHER, A. ; ROSA, A. P. ; SORBARA, J.O.B. ; DIAZ, E. R. ; VIEIRA, T.N.N. ; DUARTE, V. . Gemas de ovos e soro sanguíneo de pintos provenientes de matrizes de corte suplementadas com Hy-D e Carophyll Red. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009b, **Anais...** Campinas. Anais Prêmio Lamas, 2009b.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista Nutrição**. Campinas, v.17, n.2, p. 227-236, 2004.

SOUZA, R.A.; SOUZA, P.A.; SOUZA, R.C.; NEVES, A.C.R.S. Efeito da utilização de Carophyll Red nos índices reprodutivos de matrizes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl. 10, p. 32, 2008.

STAMP, T. C. B. Intestinal absorption of 25-hydroxycholecalciferol. **The Lancet**, v.2, p. 121-123, 1974.

SURAI, P.F.; SPEAKE, B.K.; SPARKS, N.H.C. Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. 1. Absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. **Journal of Poultry Science**, v. 38, p. 1-27, 2001.

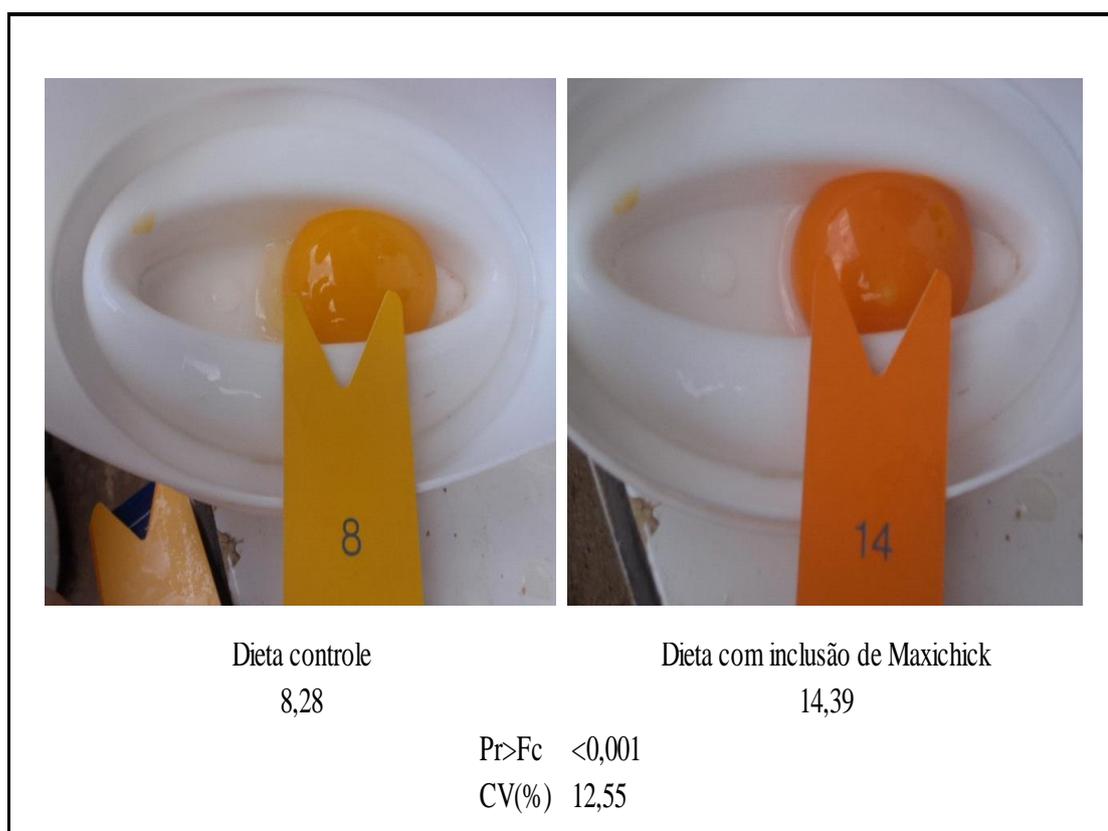
SURAI, A.P.; SURAI, P.F.; STEINBERG, W.; WAKEMAN, W.G.; SPEAKE, B.K.; SPARKS, N.H.C. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British Poultry Science**, v. 44, p. 612-619, 2003.

TORRES, C.A.; VIEIRA, S.L.; REIS, R.N.; FERREIRA, A.K.; SILVA, P.X.; FURTADO, F.V.F. Productive performance of broiler breeder hens fed 25-hydroxycholecalciferol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1286-1290, 2009.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura – UBABEF. **Relatório anual 2012**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>>. Acesso em: 10. ago. 2013.

ZHANG, W.; ZANGH, K.Y.; DING, X.M.; BAI, S.P.; HERNANDEZ, J.M.; YAO, B.; ZHU, Q. Influence of canthaxanthin on broiler breeder reproduction, chick quality, and performance. **Poultry Science**, v. 90, n. 7, p. 1516-1522, 2011.

## ANEXOS



Coloração média das gemas de ovos de matrizes de corte suplementadas com Maxichick.