



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**USO DE CANTAXANTINA E/OU 25-
HIDROXICOLECALCIFEROL EM DIETAS PARA
MATRIZES DE CORTE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Camila Borba Santos

**Santa Maria, RS, Brasil
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**USO DE CANTAXANTINA E/OU 25-
HIDROXICOLECALCIFEROL EM DIETAS PARA
MATRIZES DE CORTE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Camila Borba Santos

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**USO DE CANTAXANTINA E/OU 25-
HIDROXICOLECALCIFEROL EM DIETAS PARA
MATRIZES DE CORTE**

por

Camila Borba Santos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em
Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Alexandre Pires Rosa

Santa Maria, RS, Brasil

2011

S237u Santos, Camila Borba

Uso de cantaxantina e/ou 25-hidroxicolecalciferol em dietas para matrizes de corte / por Camila Borba Santos.– 2011.

52 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Alexandre Pires Rosa

Coorientador: Irineo Zanella

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2011

1. Avicultura 2. Cantaxantina 3. 25-hidroxicolecalciferol 4. Reprodutoras pesadas I. Rosa, Alexandre Pires II. Zanella, Irineo III. Título.

CDU 636.52/.58

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109
Biblioteca Central UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**


A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**USO DE CANTAXANTINA E/OU 25-HIDROXICOLECALCIFEROL EM
DIETAS PARA MATRIZES DE CORTE**


elaborada por
Camila Borba Santos

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

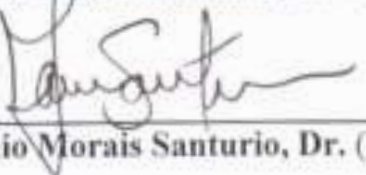
COMISSÃO EXAMINADORA



Alexandre Pires Rosa, Dr. (UFSM)
Presidente



Alice Eiko Murakami, Dr.^a. (UEM)



Janio Moraes Santurio, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 28 de fevereiro de 2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida;

Aos meus pais, Celso e Jussara, pela confiança e pelo apoio nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Cristian e Pâmela e ao meu namorado Diego pela compreensão e carinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Pires Rosa pela dedicação despendida ao meu aprendizado e por ter sido um grande amigo.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realizar a Graduação e o Mestrado em Zootecnia.

Ao LAVIC, pela estrutura cedida para a condução desse estudo.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A empresa *DSM Nutritional Products* pela disponibilização dos produtos e parceria na condução deste trabalho.

A todos os estagiários do LAVIC, que passaram pelo aviário de reprodução e pelo incubatório, pela união na superação dos desafios na condução do experimento;

Aos funcionários do LAVIC pelo apoio e amizade. E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação, muito obrigado!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

USO DE CANTAXANTINA E/OU 25-HIDROXICOLECALCIFEROL EM DIETAS PARA MATRIZES DE CORTE

AUTORA: CAMILA BORBA SANTOS

ORIENTADOR: ALEXANDRE PIRES ROSA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2011.

A necessidade de melhorar o desempenho reprodutivo de matrizes de corte contribuí para os conceitos de desenvolvimento e novos produtos na alimentação animal. Carophyll Red[®] tem na sua composição cantaxantina, a qual é estudada pela sua capacidade antioxidante 25 - (OH)D₃ (25-hidroxicolecalciferol), um intermediário entre a vitamina D₃ e da forma ativa da vitamina D. Esta, é aliada com o metabolismo e transferência de cálcio da casca para o embrião. HY-D[®] possui na sua composição 25 - (OH)D₃. Rovimix Maxichick[®] é a associação de cantaxantina e 25 - (OH)D₃. O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o uso da cantaxantina e / ou 25 - (OH)D₃ sobre o desempenho de matrizes de corte, Cobb[®] entre 25e 52 semanas de idade. As dietas foram compostas basicamente de ingredientes vegetais, tendo por base milho e farelo de soja. Foram utilizados quatro tratamentos: 1 - dieta controle (sem aditivos em estudo), 2 - dieta controle com adição de 25 - (OH) D₃, adicionando o produto HY-D[®], 3 - dieta controle com adição de cantaxantina (CX) através da inclusão do produto Carophyll Red[®], 4 - dieta com a associação dos princípios ativos (25 - (OH)D₃ + CX) com o uso de Rovimix[®] MaxiChick. Foram avaliados o peso corporal, taxa de postura, peso dos ovos, densidade específica de ovos, peso do albúmen, gema e casca e porcentagem de albúmen, gema e casca, coloração da gema e a peroxidação de lipídios da gema. Para avaliar a taxa de postura foram realizadas seis coletas diárias durante todo o período experimental. Todos os ovos de uma coleta por semana foram utilizados para análise dos outros parâmetros. Os diferentes tratamentos não afetaram a taxa postura no período (P=0,5148). A gravidade específica, pesos de gema, albúmen e casca de ovo também não foram afetados pelos tratamentos (P>0,05). Matrizes pesadas que receberam cantaxantina na dieta, apresentaram maior deposição de carotenóides na gema.

Palavras-chave: cantaxantina, 25-hidroxicolecalciferol, reprodutoras pesadas

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

CANTHAXANTHIN AND OR 25-HYDROXYCHOLECALCIFEROL USE IN DIETS FOR BROILER BREEDER HENS

AUTHOR: Camila Borba Santos
ADVISER: Dr. Alexandre Pires Rosa
Presentation Place and Date: Santa Maria, 28 February, 2011.

The need to improve the reproductive performance of broiler breeders have been contributed to development of new concepts and products in animal nutrition. Carophyll Red[®] has in your composition canthaxantin. Has been accepted that canthaxantin has high antioxidant capacity. The 25-(OH)D₃ (25-hydroxycholecalciferol), an intermediary between the vitamin D₃ and the active form of this vitamin D. This is allied with the metabolism and transfer of calcium from the shell to the embryo. HY-D[®] is a form of vitamin D, his composition. Rovimix[®] Maxichick is the association of canthaxanthin and 25-(OH)D₃. The experiment was conducted with the objective to evaluate the use of canthaxanthin and/or 25-hydroxycholecalciferol (25-(OH)D₃) on performance of broiler breeders. Its was used 264 females and 24 males COBB 500[®] broiler breeders with 25 to 52 weeks of age. The diets were composed basically of vegetable ingredients, based on corn and soybean meal. It was used four treatments: 1 - control diet, 2 - control diet with addition of 25-(OH)D₃, 3 - control diet with addition of canthaxanthin (CX), 4 - control diet with a combination of these two active ingredients (25-(OH)D₃ + CX). The parameters evaluated were body weight, laying rate, egg weight, specific gravity, weight of albumen, yolk and shell percentage, albumen, yolk and shell, yolk color and oxidation. To evaluate the laying rate were performed six daily collections during the experimental period. Eggs collect a day of week were used for all others analysis. The egg production rates were not affected by different treatments (P=0.5151). The egg, yolk and albumen weight's and specific gravity were not affected by treatments (P>0.05). Broiler breeders fed canthaxanthin in diet had highest deposition of carotenoids in the yolk.

Keywords: canthaxanthin, 25-hydroxycholecalciferol, breeder hens

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição da dieta postura I e II com adição dos produtos no respectivo tratamento.....	28
TABELA 2. Programa de alimentação fornecido às reprodutoras pesadas ao longo do ciclo de produção.....	29
TABELA 3. Peso corporal de machos e fêmeas no período experimental.....	33
TABELA 4. Viabilidade criatória das reprodutoras de corte em diferentes tratamentos de 25 a 52 semanas de idade.....	34
TABELA 5. Taxa de postura das reprodutoras pesadas em diferentes tratamentos de 25 a 52 semanas de idade.....	35
TABELA 6. Peso de ovo, percentual de componentes e coloração da gema de ovos incubáveis de matrizes Cobb na 28 ^a semana de idade e nos seguintes período experimentais.....	36

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Vista externa do aviário experimental.....	50
ANEXO B - Vista do interior do aviário experimental.....	50
ANEXO C - Pesagem total das aves.....	51
ANEXO D - Taxa de postura ao longo do ciclo de produção.....	51
ANEXO E - Coloração de gemas comparadas ao leque colorímetro DSM.....	52
ANEXO F - Análise de ovos e amostra de gemas para análise de TBARS.....	52

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE ANEXOS	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	13
2.1 Vitamina D	13
2.1.1 Vitamina D ₃ e seus metabólitos	14
2.1.2 Absorção e metabolismo da vitamina D ₃ e seus metabólitos	15
2.1.3 Efeito da vitamina D ₃ no desempenho de matrizes reprodutoras	17
2.2 Carotenóides	18
2.2.1 Absorção dos carotenóides	20
2.2.2 Ação antioxidante dos carotenóides	20
2.3 Análise da peroxidação lipídica	23
2.4 Pesquisas com associação dos aditivos em estudo	23
3 HIPÓTESES E OBJETIVOS	25
3.1 Hipóteses	25
3.2 Objetivos	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Local e Época	26
4.2 Instalações e Equipamentos	26
4.3 Animais	26
4.4 Fases e períodos	27
4.5 Tratamentos	27
4.6 Alimentação e preparo de dietas	28
4.7 Parâmetros mensurados	30
4.7.1 Peso corporal	30
4.7.2 Viabilidade criatória	30
4.7.3 Taxa de postura	31
4.7.4 Peso dos ovos e seus componentes e gravidade específica	31
4.7.5 Peróxidos lipídicos da gema	32
4.8 Delineamento experimental e análise estatística	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Desempenho produtivo de reprodutoras pesadas	33
5.2 Qualidade de ovos incubáveis	36
5.3 Peróxidos lipídicos da gema	38
6 CONCLUSÕES	40
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
8 ANEXOS	49

1 INTRODUÇÃO

Na indústria avícola, a eficiência reprodutiva de matrizes de corte é um ponto crítico, uma vez que determina o máximo de retorno econômico a partir do número e qualidade de ovos e pintos produzidos por ave alojada. Esta eficiência na reprodução das matrizes é determinada pela genética, nutrição, manejo e por fatores ambientais como instalações, programas de luz, que influenciam na capacidade de expressar o potencial reprodutivo.

A importância do plantel de matrizes, para o segmento avícola brasileiro, pode ser observada pelos índices zootécnicos do segmento, no qual o alojamento acumulado até setembro de 2009 foi de 33,269 milhões de matrizes pesadas e 570,300 mil de matrizes de postura de ovos de casca marrom e branca (AVISITE, 2010).

As exigências de energia e nutrientes requeridas pela ave para seu desenvolvimento corporal e reprodutivo devem ser supridas pela nutrição. A deficiência de nutrientes na dieta de aves reprodutoras pode causar efeitos catastróficos na produção de ovos e, posteriormente, na formação do embrião, visto que este não está em contato com a circulação materna, como ocorre em mamíferos. Assim, todos os nutrientes, incluindo vitaminas, necessários para o desenvolvimento embrionário devem estar presentes no momento da formação do ovo (MACARI et al., 2005).

O uso de aditivos alimentares, advindos da biotecnologia, é primordial, pois complementam a nutrição e podem aumentar a produtividade e/ou reduzir os custos das criações avícolas, cuja alimentação representa cerca de 70% do custo de produção (ARAUJO, 2005).

No metabolismo do cálcio e fósforo, a vitamina D tem grande importância. Esta vitamina pode ser sintetizada através da pele por irradiação solar em mamíferos, porém em aves este processo não é eficiente. Portanto, a suplementação de vitamina D₃ na dieta das aves é uma realidade.

Atualmente, é possível a suplementação da vitamina D₃ na forma de seu metabólito 25-(OH)D₃ (25-hidroxicolecalciferol), que pode estar relacionado com melhorias do crescimento esquelético das aves, produção de ovos, qualidade de casca e reprodução, já que esta vitamina está diretamente envolvida no metabolismo do cálcio e fósforo (SMITH et al. 2007). É importante enfatizar que a vitamina D₃ é transferida da matriz para o ovo na forma de seus metabólitos 25-(OH)D₃ e 1,25-(OH)₂D₃ (MACARI et al., 2005). O embrião também

metaboliza a vitamina D₃ presente na gema do ovo, utilizando-a para a formação do seu esqueleto (ROSA et al., 2009).

Entre outros aditivos que estão sendo estudados, estão os carotenóides, pois apresentam funções antioxidantes, pigmentantes de pró-vitamina e imunomoduladoras (WILLIAMS et al., 1998). Segundo Bendich; Olson (1989), os carotenóides não são sintetizados pelas aves, então devem ser ingeridos através da dieta, e a sua concentração na dieta está relacionada diretamente a sua concentração nos tecidos, associando-se principalmente aos lipídios dos tecidos e células de origem animal, incluindo membranas. Nas aves de postura é notável a pigmentação da gema dos ovos relacionada com a composição da dieta destes animais.

O ovo é conhecido como um dos alimentos mais completos, pois possui uma rica fonte de nutrientes, ou seja, um excelente balanço de gorduras, carboidratos, minerais e vitaminas, e principalmente proteínas. No entanto, é um meio ideal para crescimento de microrganismos patogênicos e por se tratar de um produto de origem animal, assim como a carne e seus derivados, é um alimento altamente perecível e que pode perder sua qualidade rapidamente (THERON et al., 2003). Sabe-se que esses alimentos sofrem várias reações enzimáticas durante seu armazenamento, entre as quais, a oxidação lipídica é um dos principais fatores que contribuem para a perda da qualidade.

A coloração da gema do ovo depende da quantidade depositada de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides). As fontes destes pigmentos podem ser naturais, como por exemplo, as do grupo do milho e do pimentão vermelho, entre outros; ou sintéticos, tais como a cantaxantina- 4,4'-diceto-β-caroteno (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo).

Desta forma, a procura por um aditivo que melhore a produção e a qualidade de ovos incubáveis é fundamental para um melhor rendimento no segmento avícola de matrizes de corte.

2 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

2.1 Vitamina D

Existem cerca de 25 formas ativas, mas apenas a vitamina D₂ e D₃ são quantitativamente relevantes. Estruturalmente, a vitamina D é semelhante a esteróides, pois apresenta um núcleo peridro-ciclopentanofenantreno. Este é composto por quatro anéis (ABCD) fundidos, porém o rompimento da ligação C9 com C10 no anel B desta estrutura é o responsável pela classificação da vitamina D como um seco-esteróide (composto que ocorreu a abertura de um anel) sendo, portanto, o diferencial entre hormônios esteróides e calciferóis (NORMAN, 1987).

As funções mais importantes da vitamina D são a regulação e a manutenção dos níveis plasmáticos de cálcio e fósforo, aumentando a captação intestinal destes nutrientes, minimizando a perda renal e estimulando a reabsorção óssea, quando necessário. Na célula muscular esquelética, a vitamina D atua através do 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 protéica e a velocidade de contração muscular. Existem várias evidências de que a vitamina D participa de dois aspectos importantes da função neuro-muscular, isto é, a força muscular e o equilíbrio. Especialmente no que se refere à célula muscular esquelética, sabe-se que a vitamina D age através de um receptor específico exercendo ações que envolvem desde a síntese protéica até a cinética de contração muscular (PEDROSA; CASTRO, 2005).

A vitamina D também pode ter influência em vários tecidos interagindo com genes que modificam a biologia arterial, especialmente em relação à elastogênese, angiogênese e imunomodulação. Níveis adequados de vitamina D são essenciais à saúde cardiovascular, enquanto que os níveis tóxicos podem ter efeitos deletérios à parede arterial (ZIAMBRA; DAGOGO-JACK, 1997).

2.1.1 Vitamina D₃ e seus metabólitos

Tanto a vitamina ergocalciferol (D₂) como o colecalciferol (D₃), ao se formarem são inativas, assim há a necessidade de ativá-las no fígado e no rim mediante a adição de grupos hidroxila, o que resulta na forma hormonal ativa predominante, ou seja, o 1,25-(OH)₂D₃ ou calcitriol (CHAMPE et al., 2006). Ambas vitaminas (D₂ e D₃) após absorção pela mucosa intestinal passam à corrente sanguínea ligados à proteína de transporte. Na forma do complexo proteína-vitamina D, estes princípios vitamínicos são transportados até o fígado.

No fígado a vitamina D₃ é hidroxilada no carbono 25 pela enzima 25-hidroxilase, dando origem ao 25-hidroxicolecalciferol [25-(OH)D₃] enquanto que o ergosterol evolui para 25-hidróxiergocalciferol [25-(OH)D₂]. Essa primeira hidroxilação enzimática é considerada inversamente proporcional à quantidade de pigmento da pele e diretamente proporcional à quantidade de exposição à luz solar. A regulação da hidroxilação é dependente do conteúdo hepático de 25-(OH)D₃, sendo assim considerada como uma forma de vitamina D de significativa importância, uma vez que sua presença no fígado reflete a respectiva reserva (BAYNES; DOMINICZAK, 2000). Embora mais de 30 metabólitos de vitamina D tenham sido descritos a 25-(OH)D₃, a 1,25-(OH)₂D₃ e a 24,25-(OH)D₃ são considerados os três metabólitos ativos (NORMAN, 1987).

Estes compostos mesmo em concentrações fisiológicas têm pouca atividade biológica, necessitando de uma segunda etapa metabólica para tornarem-se ativos, o metabólito 25-(OH)D₃ unido à proteína transportadora que tem alta afinidade e especificidade por esse metabólito, a transcalfiferina - uma alfa globulina também sintetizada pelo fígado - é transportado até os rins (GRUDTNER et al., 1997). Só uma mínima quantidade de 25-(OH)D₃ é encontrada livremente, uma vez que o maior percentual se combina à fração protéica para ser transportada até os rins, onde sofre a segunda hidroxilação, resultando no 1,25-(OH)₂D₃, e 1,25- diidroxiergocalciferol [1,25-(OH)₂D₂].

Soares et al. (1995), afirmam que em aves, a vit. D₂ apresenta um décimo da atividade da vit. D₃, o que segundo Hoy et al. (1988) é devido à maior afinidade das proteínas ligadoras de vit. D pela forma D₃ em relação à D₂. A forma ativa da vitamina D₃ apresenta, também, efeitos imunomoduladores que são observados sobre a população de linfócitos, macrófagos e células citotóxicas naturais (*natural killer*), como também sobre a produção e ação das citocinas (BERTOLINI; TZANNO-MARTINS, 2000).

2.1.2 Absorção e metabolismo da vitamina D₃ e seus metabólitos

A vitamina D suplementada na ração está na forma de colecalciferol (vit. D₃) e, portanto após a absorção intestinal precisa ser primeiramente conduzida ao fígado para hidroxilação sendo transformada em 25-hidroxicolecalciferol. Em seguida, segundo Faria (2000), 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. Por ser a 25-hidroxicolecalciferol uma molécula mais polar, ela é absorvida no intestino por difusão passiva tendo, portanto uma absorção mais eficiente que o colecalciferol que é absorvido por meio de micelas.

A vitamina D ingerida necessita ser mantida em suspensão no intestino delgado proximal, para ser absorvida. Por ser lipossolúvel, esta vitamina depende da formação de micelas que resultam da conjugação com os sais biliares para manter-se em suspensão no meio aquoso do lúmen intestinal. Após ser absorvida pela membrana dos enterócitos por difusão simples, é metabolizada e após é transportada através dos quilomícrons no sistema linfático. Após alcançar a corrente sanguínea é incorporada ao fígado, onde é hidroxilada no carbono 25, culminando com a formação da 25-(OH)D₃ (BIANCO et al., 1994). Entretanto, ressalta-se que a maior parte da 25-(OH)D₃ produzida é depositada no tecido adiposo, seu principal reservatório.

O metabólito 25-(OH)D₃ é um composto absorvido mais rapidamente que os outros vitâmeros D (composto com mesma atividade biológica da vitamina), indicando que tenha, possivelmente, um mecanismo de absorção diferenciado. Essa diferenciação tem sido atribuída ao fato de que o 25-(OH)D₃ parece utilizar, preferencialmente, o sistema porta e, em menor quantidade, a linfa (STAMP, 1974). Entretanto, outro estudo (DUELAND et al., 1983) sugere que toda forma de vitamina D é conduzida na linfa após a absorção, porém de maneira diferenciada, sendo a vit. D transportada pelos quilomícrons e o 25-(OH)D₃ por uma proteína transportadora de ligação própria, que tem uma acentuada afinidade por esse composto. De qualquer forma, sabe-se que o composto 25-(OH)D₃ é menos dependente de bile e mais bem absorvido que a vitamina D propriamente dita (VAN DEN BERG, 1997).

O 25-(OH)D₃ melhora a qualidade da casca dos ovos através do aumento na espessura da casca e pode melhorar o percentual de eclosão em dois a três pontos percentuais.

Ameenuddin et al. (1982) propõem que a $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$, isoladamente, não seria suficiente para sustentar o desenvolvimento embrionário, necessitando também da 25-(OH)D_3 , pelo fato de que esta última atravessa a membrana vitelínica de forma mais eficiente que o colecalciferol e a $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$.

O embrião também metaboliza a vitamina D presente na gema do ovo, utilizando-a para formação do seu esqueleto (ROSA et al., 2009). A importância da vitamina D está associada ao metabolismo do cálcio, e a transferência deste da casca para o embrião. Nem todos os metabólitos de vitamina D produzem respostas consistentes (SURAI et al, 2003).

Soares et al. (1978) estimaram que 25-(OH)D_3 é 2,5 a 4,5 vezes mais ativa que a vitamina D pura para pintos. A suplementação de 3 mcg/kg de $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$ ou $1\alpha\text{-(OH)D}_3$ satisfizeram as exigências de D_3 (EDWARDS et al., 1992). Embasado em vários estudos com $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$, Deluca (1974) registrou que este metabólito é um hormônio esteróide, sendo um composto metabolicamente ativo da vitamina D que apresenta atividade 10 vezes superior a da vitamina D_3 na prevenção e cura do raquitismo.

A absorção e excreção de colecalciferol e 25-(OH)D_3 é diferente. Bar et al. (1980) registraram que a absorção total de 25-(OH)D_3 foi significativamente superior (83,6%) a do colecalciferol (66,5%) em pintos.

Edwards et al. (1992), registraram que a vitamina D_3 sintetizada no animal, quando catalisada pela luz ultravioleta, é mais ativa do que a vitamina D_3 administrada oralmente na ração. Possivelmente a eficiência das reações de hidroxilação necessárias para converter colecalciferol para $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$ pode ser reduzido com o avançar da idade das poedeiras (ELAROUSSI et al., 1994).

Estudando frangos de corte e perus, Bar et al. (1980) observaram que a absorção de 25-(OH)D_3 é mais eficiente quando comparada com vitamina D_3 especialmente na porção inicial do jejuno. Também observaram a menor secreção do metabólito para a luz intestinal, indicando que há maior taxa de absorção, e que a 25-(OH)D_3 apresenta maior taxa de retenção pelo organismo.

Haussler; Rasmussen (1972), em experimento com aves, verificaram que os metabólitos $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$ e 25-(OH)D_3 foram, respectivamente, sete e quatro vezes mais efetivos em relação á vitamina D_3 em promover a reabsorção óssea. Isso complementa os estudos de McNutt; Haussler (1973), que observaram na melhora em ganho de peso de frangos de corte, os níveis plasmáticos de cálcio e aumento das cinzas dos ossos foram 1,3 – 2,2 vezes mais efetivos com a suplementação de 25-(OH)D_3 em relação à vit. D_3 .

2.1.3 Efeito da vitamina D₃ no desempenho de matrizes reprodutoras

Devido ao constante progresso genético que vem ocorrendo nas linhagens de conformação avícola destinada à produção de carne, cada vez torna-se mais importante a preocupação com avanços tecnológicos nas áreas de nutrição, manejo e sanidade. Essa exigência deve-se a grande pressão de seleção a que são submetidas às aves, para aumentar a produção de ovos incubáveis, melhorar a eficiência alimentar e ter uma maior persistência de postura.

A nutrição de reprodutoras pesadas deve atender as exigências da ave, alcançando um bom desempenho produtivo e, ainda, suprir as necessidades dos embriões e dos pintos neonatos, originados de seus ovos.

Estudos sobre os metabólitos da vitamina D₃ na dieta de reprodutoras, são motivos de pesquisa há muitos anos (ATENCIO et al., 2006; COHEN et al., 1978; MCLOUGHLIN; SOARES, 1978; STEVENS; BLAIR, 1987; TORRES et al, 2009).

Mc Loughlin; Soares (1978) observaram que a suplementação de 25-(OH)D₃ (600UI/kg) associado à farinha de ostra, como fonte de cálcio na dieta de galinhas *Leghorn* com 62 semanas de idade, melhorou a qualidade da casca dos ovos, comparados às aves que receberam 600UI/kg dieta e calcário. Os níveis de 300 ou 600UI de 25-(OH)D₃/ kg, combinado com farinha de ostra ou calcário aumentaram a produção de ovos. Os autores concluíram que a utilização deste metabólito de vit. D₃ torna mais eficiente a utilização do cálcio na dieta de poedeiras à medida que elas envelhecem.

Porém, poedeiras *Hyline W36* da 53^a a 65^a semana de idade não apresentaram melhora na qualidade de ovos ao consumir dietas suplementadas com 1,25-(OH)₂D₃ ou 1α(OH)D₃ em níveis crescentes associados a uma dieta de 2200UI/kg vit D₃. Num segundo momento, da 65^a a 75^a semana de idade das poedeiras, a dieta das aves foi suplementada com quatro níveis de vit. D₃ e três níveis de 1,25-(OH)₂D₃, aumentando a qualidade e a produção de ovos. Frost et al. (1990) concluíram que a suplementação de baixos níveis de 1,25-(OH)₂D₃ suporta a produção normal de ovos e que as aves de postura são capazes de obter este metabólito ativo por diversas fontes, desde que suplementadas em quantidades satisfatórias.

A queda na qualidade da casca de ovos poderá ser explicada pelo fato de que, ao avançar a idade, as aves têm menor capacidade em produzir o metabólito ativo da vit. D₃, o 1,25-(OH)₂D₃, devido a menor hidroxilação hepática do colecalciferol a formar o 25-(OH)D₃

(SOARES et al., 1995), e/ou menor hidroxilação renal deste para formar o 1,25-(OH)₂D₃ (STEVENS; BLAIR, 1987).

Mc Loughlin; Soares (1976) observaram na higienização e classificação de ovos, provenientes de matrizes que consumiram dietas suplementadas com 25-(OH)D₃, e concluíram que a adição do metabólito diminuiu as perdas por quebra e trincagem quando comparados a ovos provenientes de matrizes que consumiram dietas apenas com vit. D₃.

Estudos sobre a progênie de matrizes que consumiram dietas suplementadas com vitamina D₃, demonstraram melhor desempenho dos pintos após a eclosão (BETHKE et al., 1936), menor incidência de problemas locomotores da progênie (DRIVER et al., 2006) e maior peso de tibia ao final do ciclo de produção (FROST et al., 1990), comprovando a eficácia da estruturação óssea com a suplementação da vit. D₃.

Segundo Shen et al. (1981), a produção e qualidade dos ovos de poedeiras são as medidas sensitivas mais eficientes sobre o *status* da vit. D₃ no organismo. Os autores também observaram que sem a suplementação as aves apresentaram queda na postura e alteração na qualidade dos ovos, duas e quatro semanas, respectivamente, após iniciados o período sem a suplementação. Após o período de deficiência suplementaram as dietas com 500UI/kg e 125 UI/kg, o que normalizou a produção e a qualidade dos ovos. Observaram também que a adição do nível mais baixo, mostrou produção inferior comparadas às aves que receberam 500UI vit D₃/kg.

2.2 Carotenóides

Williams et al. (1998) conceituam os carotenóides, como moléculas orgânicas com funções antioxidantes, pigmentantes, pró-vitaminas e imunomoduladoras. Tais compostos participam ainda de funções vitais, fazendo parte de pigmentos estruturais importantes. Vários compostos de fórmulas estruturais isoméricas ou derivados de carotenóides têm a capacidade de serem convertidos em vitamina A. Os animais e o homem não são capazes de sintetizar esses pigmentos, mas são capazes de fazer algumas alterações fundamentais para formar a estrutura química.

Entre características químicas e biológicas dos carotenóides, encontra-se um sistema de duplas ligações conjugadas responsáveis pelo poder corante e, pela ação antioxidante.

Apesar disso esse sistema também é responsável pela instabilidade e conseqüente isomerização e oxidação das moléculas de carotenóides durante o processamento e a estocagem do alimento que o contém (RODRIGUES-AMAYA, 1999).

Quimicamente, os carotenóides são definidos como tetraterpenóides C₄₀ (hidrocarbonetos de ocorrência natural e seus derivados), ou seja, união de oito unidades isoprenóides (C₅) de cinco átomos de carbono, formando uma cadeia carbônica de quarenta átomos de carbono, exceto a crocetina e a bixina, que possuem menos de quarenta átomos de carbono em sua estrutura. A cadeia carbônica de alguns carotenóides ainda apresenta um ou dois anéis β -ionona nas extremidades (VILLELA, 1976).

Segundo Olson (1999), nutricionalmente, os carotenóides podem ser classificados como pró-vitâmicos (aqueles com atividade de pró- vitamina A) ou carotenóides inativos (aqueles que apresentam apenas atividade antioxidante ou corante). Já Goodwin (1965) classifica os carotenóides quimicamente, em dois grupos: carotenóides hidrocarbonados, denominados carotenos; e carotenóides oxigenados, denominados xantofilas. Estes dois principais grupos podem ser estruturalmente divididos em sete grupos (hidrocarbonetos, alcoóis, cetonas, epóxidos, éteres, ácidos e ésteres).

O grupo de interesse nesse estudo é o das cetonas. Este grupo é composto por carotenóides que possuem grupos carbonilas ligados aos anéis iononas. São exemplos: a equinenona (4-ceto- β -caroteno), encontrada em invertebrados marinhos; a cantaxantina (4,4'-diceto- β -caroteno), presente em cogumelos; a astacina (3,3',4,4'-tetraceto- β -caroteno) responsável pela cor da carcaça de crustáceos (MORAIS, 2006).

A cantaxantina está entre os carotenóides que apresentam alguma ação antioxidante. Os carotenóides protegem as células de danos oxidativos provocados por radicais livres e por espécies reativas de oxigênio – EROs constituem moléculas não radicalares derivadas do oxigênio, como peróxido de hidrogênio (H₂O₂) que podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana, atacando lipídios, proteínas, carboidratos e DNA (SHAMI; MOREIRA, 2004).

Carotenóides com propriedades antioxidantes são capazes de seqüestrar EROs, como o radical peroxil (ROO) e o oxigênio singlete (¹O₂) (FOOTE et al. 1970), estabilizando o elétron desemparelhado do radical por ressonância. A ordem crescente de capacidade de seqüestrar o ¹O₂ por parte dos carotenos e xantofilas é: licopeno, astaxantina ou cantaxantina, β -caroteno ou bixina, luteína e crocina (FONTANA et al. 2000).

Cinquenta carotenóides possuem atividade pró-vitamina A, sendo o mais importante precursor o β -caroteno (OLSON, 1987). Os outros são: α -caroteno e β -criptoxantina, pois apresentam pelo menos um anel ionona no final de sua estrutura. Enquanto isso, a luteína, o licopeno e a cantaxantina têm pouca ou nenhuma atividade pró-vitamina A, pois não apresentam o anel ionona nas suas estruturas químicas.

2.2.1 Absorção dos carotenóides

Cada carotenóide possui um padrão individual de absorção, transporte no plasma e metabolismo. Os lipídios dos alimentos que possuem carotenóides, ao serem ingeridos, são liberados pelo estômago através da ação mecânica do trato digestivo na forma de gotículas de gordura. Posteriormente, são emulsificados em gotas menores através de sais biliares. Então os carotenóides são incorporados em micelas compostas de ácidos biliares, ácidos graxos livres, monoglicerídeos e fosfolipídeos que serão absorvidos pelas células da mucosa duodenal por um mecanismo envolvendo a difusão passiva, mecanismo similar ao colesterol. Todos carotenóides, pró-vitamínicos ou não, são incorporados aos quilomícrons e transportados da mucosa intestinal para corrente sanguínea através do sistema linfático. Os carotenóides também podem ser transportados por outras lipoproteínas, como a lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) (PARKER, 1996).

Segundo Bendich; Olson (1989), os carotenóides são associados principalmente com os lipídios dos tecidos e células de origem animal, incluindo membranas. A gema é rica em lipídios, vitaminas lipossolúveis E e A, e também uma gama de carotenóides (GRIFFIN et al., 1984).

2.2.2 Ação antioxidante dos carotenóides

Os ovos de galinha possuem ao total na sua constituição aproximadamente 11% de lipídios, localizados principalmente na gema (33 a 35% de lipídios). Estes compostos

possuem um papel importante no desenvolvimento do embrião, servindo como fonte de energia, ácidos graxos e vitaminas lipossolúveis. Esses lipídios sofrem insaturações adicionais no fígado do embrião para formar ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (PUFAs). Altas concentrações de PUFAs nas membranas celulares aumentam a susceptibilidade à degradação por peróxidos (FERREIRA, 2010).

A gema do ovo é uma fonte rica de carotenóides, porém sua coloração depende da quantidade de xantofilas, absorvidas pela ave que se alimenta de milho ou ração (GARCIA et al., 2002).

A literatura tem sugerido, que os sistemas antioxidativos dos embriões se baseiam na interação de vários antioxidantes, e que os carotenóides são uma parte essencial nesses sistemas. Entre os carotenóides, a cantaxantina se caracteriza pela sua atividade antioxidante relativamente elevada. É facilmente transferida para a gema e distribuída para os tecidos do embrião (SURAI, 2003).

Segundo Surai; Speake (1998), o perfil de carotenóides presentes na gema do ovo é altamente dependente do tipo de carotenóides presentes na dieta que foi consumida pela matriz de postura. Mas outros fatores relacionados às galinhas poedeiras, também são importantes determinantes do perfil nutricional da gema, tais como, a eficiência de absorção dos diferentes carotenóides no intestino e na medida em que os carotenóides são convertidos em vitamina A na mucosa intestinal ou do fígado (HAMILTON, 1992).

Inúmeras experiências comprovam que um dos fatores influente na deposição de carotenóides é que haja disponibilidade de grupos funcionais que contenham oxigênio, como hidroxila, acetona, éster ou outros grupos, que apresente características polares.

Dentre os carotenóides mais intensamente oxigenados destacam-se 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*. O consumo desses carotenóides está crescendo devido as atividades industriais de aquicultura (*fish farmnin*) e avicultura (FONTANA et al., 2000).

Os carotenóides são eficientes na interação com oxigênio e são igualmente eficazes para neutralizar os radicais livres. No entanto, a atividade antioxidante é altamente dependente do tipo de carotenóide, da sua natureza, a quantidade de oxigênio do meio, e de interação com outros antioxidantes (ROCK et al., 1997; EDGE et al., 1997).

Por apresentarem propriedades antioxidantes, os carotenóides protegem as células de danos oxidativos provocados por radicais livres (são átomos ou moléculas altamente reativos,

contendo um ou mais elétrons desemparelhados nos orbitais externos, que formam um campo magnético e atraem qualquer composto próximo à sua órbita externa) e por espécies reativas de oxigênio (EROS).

A proteção antioxidante é fornecida pelos carotenóides acíclicos, que possuem nove ou mais duplas ligações conjugadas, são capazes de retirar do meio estruturas altamente reativas ao oxigênio (MCBRIDE, 1996).

Alguns estudos sugerem que carotenóides são capazes de funcionar eficazmente como antioxidantes durante a incubação, mesmo na presença de oxigênio atmosférico. Em experimentos com matrizes de corte alimentadas com dietas ricas em vit. E, foi possível concluir que os efeitos antioxidantes podem ser alcançados através de interações entre carotenóides e vitamina E (EDGE et al., 1997). O nível de vitamina E no fígado de pintos de um dia foi também significativamente elevado quando as matrizes receberam alta quantidade de carotenóides na dieta. Isto é reflexo das propriedades antioxidantes dos carotenóides, que impedem a depressão de níveis de vitamina E durante períodos de estresse oxidativo, como o processo de incubação (SURAI et al., 1999).

Conforme Meléndez-Martínez et al. (2004), os carotenóides α -caroteno, β -caroteno, e β -criptoxantina são os que possuem alta atividade pró-vitamina A, pois apresentam ao menos um anel ionona no final de sua estrutura. Enquanto isso, a luteína, o licopeno e a cantaxantina tem pouca ou nenhuma atividade pró-vitamina A, pois não apresentam o anel ionona nas suas estruturas químicas.

Angeles; Scheideler (1998), comparando duas dietas basais (glúten de milho e farelo de alfafa) com dois níveis de xantofilas (45 e 60 ppm) e duas fontes sintéticas (*carophyll* amarelo e *carophyll* vermelho) durante 8 semanas, observaram diferenças apenas na coloração das gemas sendo que o desempenho não foi influenciado pelo efeito dos tratamentos. Também Baião et al. (1996), avaliaram três fontes de pigmentos amarelos e duas fontes de pigmentos vermelhos, e observaram efeitos sobre a pigmentação das gemas e não sobre o desempenho.

Uma vez que os carotenóides não são sintetizados pelas aves, eles devem ser absorvidos da dieta, a concentração de carotenóides nos tecidos está relacionada com sua concentração na dieta. Durante o desenvolvimento dos óvulos, xantofilas são depositadas na gema de ovo (HINTON et al., 1974).

Segundo Garcia et al. (2002), a pigmentação resulta da deposição de xantofilas na gema do ovo. As fontes de pigmentos carotenóides podem ser naturais, como por exemplo, as

do grupo do milho e do pimentão vermelho, entre outros. Podem ser empregados também carotenóides sintéticos, tais como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo). A cantaxantina, que é o carotenóide responsável pela coloração vermelha dos flamingos e de outras espécies de aves, vem sendo muito utilizada na avicultura, buscando aumentar a coloração da carcaça de frangos de corte e da gema dos ovos de consumo.

2.3 Análise da peroxidação lipídica

O principal método utilizado, para avaliar a peroxidação lipídica, é a reação do malondialdeído (MDA) com o ácido tiobarbitúrico (TBA), formando um complexo colorido que pode ser quantificado por espectrofotometria ou por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), ambos com detecção visível (GROTTO et al., 2008).

O princípio de TBARS é baseado na reação de uma molécula MDA, um dos produtos finais da peroxidação lipídica, com duas moléculas de TBA em meio ácido e sob altas temperaturas, formando um complexo vermelho, que pode ser determinado por espectrofotometria. Valores de TBARS superiores foram relatados em ovos, com zero dia de armazenamento, provenientes de matrizes COBB 500® com 45 a 65 semanas de idades. As quais foram submetidas à dietas com adição de cantaxantina, 25-(OH)D₃, e a associação de cantaxantina com 25-(OH)D₃. No estudo, Scher et al. (2009b) observaram que a cantaxantina reduziu consideravelmente os níveis de TBARS destes ovos.

Donaldson et al. (1996) altos níveis de peróxidos lipídicos na membrana do saco vitelino dos ovos armazenados durante mais de duas semanas tem sido relatada a baixa eclodibilidade.

2.4 Pesquisas com associação dos aditivos em estudo

A associação da Cantaxantina (60 ppm) com 25-(OH)D₃ (69 µg/kg), em dietas para galos *Plymouth Rock White* da 40^a a 59^a semana de idade, melhorou a motilidade de

espermatozóides, aumentou a concentração de células espermáticas e diminuiu o número de alterações morfológica de espermatozóides (FERREIRA et al., 2010).

Nos estudos de Rosa et al. (2009), avaliaram a taxa de postura, o peso de ovos, o peso de albúmen, o peso de gema, a gravidade específica, e a coloração de gema, de matrizes de corte com 45 semanas de idade submetidas à dietas experimentais com adição de 25-(OH)D₃, cantaxantina, e 25-(OH)D₃ e cantaxantina. Concluíram que a inclusão de cantaxantina nas dietas das matrizes influenciou em maior pigmentação das gemas.

Scher et al. (2009a) avaliaram os efeitos de 25-(OH)D₃ (69 ppb de principio ativo), cantaxantina (60 ppm de principio ativo) e 25-(OH)D₃ mais cantaxantina, na dieta de matrizes de corte da linhagem COBB 500®, durante 20 incubações (uma por semana). E verificaram que as melhores taxa de eclosão, eclodibilidade e fertilidade, foram os obtidas por matrizes alimentadas com dietas contendo 25-(OH)D₃ e Cantaxantina, além disso os aditivos contribuíram para uma redução do percentual de mortalidade embrionária durante o período avaliado.

3 HIPÓTESES E OBJETIVOS

3.1 Hipóteses

A adição de 25-(OH)D₃ afetará o desempenho zootécnico de matrizes de corte e a qualidade dos ovos;

A adição de cantaxantina afetará o desempenho zootécnico de matrizes de corte e a qualidade dos ovos;

A associação dos aditivos estudados afetará o potencial produtivo de matrizes de corte.

O uso contínuo dos aditivos estudados durante a fase de produção afetará na qualidade de ovos e na produção de ovos ao final da fase de postura.

3.2 Objetivos

3.2.1 Geral

O estudo teve por objetivo avaliar o efeito acumulativo da cantaxantina e 25-(OH)D₃ sobre o desempenho de matrizes de corte da linhagem Cobb[®] em 28 semanas do período produtivo.

3.2.2 Específicos

- Avaliar a eficácia dos aditivos no período de produção de ovos das matrizes;
- Analisar a qualidade de ovos incubáveis;
- Estudar o poder antioxidante da cantaxantina em gema de ovo;
- Avaliar a associação dos aditivos no desempenho das reprodutoras de corte;

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e Época

O experimento foi conduzido no Laboratório de Avicultura – LAVIC do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na cidade de Santa Maria que está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul - Brasil. O período experimental estendeu-se nos meses de abril a outubro de 2010.

4.2 Instalações e Equipamentos

As aves foram alojadas em um aviário de reprodução experimental de 341m² com piso de alvenaria, cobertura com chapa de aço e núcleo isolante de EPS, laterais com mureta, tela e cortinas de cor azul (Anexo A). Sendo o aviário dividido em 32 boxes de 4,61m², dos quais foram utilizados para o presente estudo 24 boxes. Cada unidade experimental (box) foi composta de um bebedouro automático do tipo pendular, um comedouro tubular para as fêmeas, um comedouro tipo calha para os machos e seis ninhos para a postura dos ovos (Anexo B).

4.3 Animais

Foram utilizadas, 528 fêmeas (23 semanas de idade) e 48 machos (22 semanas de idade) reprodutores de corte Cobb[®] selecionadas de um lote de 704 fêmeas e 64 machos, provenientes de uma agroindústria avícola do RS para compor o plantel do LAVIC. Os critérios utilizados para a seleção das fêmeas foram o peso corporal (2568g) e o coeficiente de variação (1,98%). Para os machos a seleção foi baseada em características fenotípicas como o maior desenvolvimento de crista e barbela, aprumos corretos e peito definido. O peso corporal

foi semelhante entre a dupla da repetição para que não houvesse disputa territorial entre os galos.

Na 25^a semana de idade, as aves foram alojadas em seus respectivos tratamentos segundo o peso corporal do lote para o início do experimento. O programa de luz fornecido foi contínuo, iniciou na 26^a semana de idade das aves com 13 horas de luz, aumentando 15 minutos a cada 15 dias, na 52^a semana de idades as aves receberam 16 horas e 30 minutos de luz. O manejo de luz foi realizado considerando as recomendações do manual da linhagem.

4.4 Fases e períodos

4.4.1 Fase pré experimental

A fase pré-experimental compreendeu a 23^a e 24^a semana de idade das matrizes, sendo este período de 22 de março a 04 de abril de 2010.

4.4.2 Fase experimental

A fase experimental compreendeu da 25^a até 52^a semana de idade das aves, no período de 05 de abril a 17 de outubro de 2010.

4.5 Tratamentos

As aves foram submetidas aos tratamentos que consistiram em: 1- Dieta controle (sem os aditivos em estudo); 2- Dieta controle com adição de 25-(OH)D₃ através da inclusão do produto HyD^{®1}; 3- Dieta controle com adição de cantaxantina (CX) através da inclusão do produto Carophyll Red^{®2}; 4- dieta controle com associação destes dois princípios ativos

¹ HyD[®] - *DSM Nutritional Products Ltd*, São Paulo, SP/Brasil.

² Carophyll Red[®] 10% - *DSM Nutritional Products Ltd*, São Paulo, SP/Brasil.

(25(OH)D₃+CX) no produto ROVIMIX[®] MaxiChick³. A quantidade utilizada dos produtos nos tratamentos, foi a recomendada pelo fabricante.

4.6 Alimentação e preparo de dietas

Na fase pré-experimental todas as aves foram submetidas às condições de manejo padrão e receberam dieta pré-postura, sem a adição dos produtos estudados.

As dietas utilizadas no período experimental foram Postura I - 25^a a 40^a semana de idade e Postura II - 41^a a 52^a semana de idade (Tabela 1). As exigências nutricionais e de energia foram determinadas segundo as recomendações do manual da linhagem Cobb (2008) e de Rostagno et al. (2005).

TABELA 1. Composição da dieta postura I e II com adição dos produtos no respectivo tratamento

INGREDIENTES (%)	Postura I	Postura II
Milho,grãos	68,220	68,520
Farelo de Soja (46% de PB)	21,220	21,570
Farelo de Trigo	14,500	0,110
Fosfato Bicálcico	1,900	1,640
Calcário	6,260	7,210
Sal Comum	0,400	0,400
Premix Vitamínico e Mineral ¹	0,500	0,500
DL-Metionina	0,004	0,004
Tratamentos		
<i>Controle</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
<i>HY-D^{®2}</i>	<i>0,025</i>	<i>0,025</i>
<i>Carophyll Red^{®3}</i>	<i>0,006</i>	<i>0,006</i>
<i>Maxchick^{®4}</i>	<i>0,100</i>	<i>0,100</i>
Composição Calculada:		
Proteína Bruta (%)	16,000	15,960
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2860	2850
Cálcio (%)	3,000	3,300
Fósforo Disponível (%)	0,450	0,400

¹Premix 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 3,800mcg; Vit. B₂ 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.

²25-OHD₃ 11.040.000 UI/kg

³Cantaxantina 10%

⁴Cantaxantina (6.000 mg/kg) + 25-OHD₃ (2.760.000 UI/kg)

³ ROVIMIX[®] MaxiChick - DSM Nutritional Products Ltd, São Paulo, SP/Brasil.

As dietas foram isonutritivas, compostas por ingredientes de origem vegetal, a 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 a dieta basal no respectivo tratamento, seguindo recomendações do fabricante.

Toda ração foi produzida na fábrica de rações do LAVIC. Foram utilizados misturador tipo Y com capacidade para 15kg (mistura de milho com premix), misturador vertical com capacidade para 500kg (mistura da ração basal), misturador horizontal com capacidade de 300kg (mistura do aditivo com a ração basal), balança com capacidade para 100kg e divisão de 0,02kg. Para a pesagem de premix e aminoácidos foi utilizada balança de precisão com capacidade de 3kg e divisão de 1g. Outra balança de precisão com capacidade para 0,5kg com divisão de 0,0001g para a pesagem dos aditivos em estudo foi utilizada. O preparo das dietas foi realizada a cada 15 dias na quantidade de 300 kg/tratamento.

O fornecimento da ração às aves realizou-se diariamente pela manhã às 8h 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 (Anexo C).

Na Tabela 2 encontra-se o programa de alimentação oferecido às matrizes ao longo do período experimental. Para os machos, as quantidades foram determinadas com base no peso corporal e energia metabolizável recomendada pelo manual da linhagem (COBB, 2008). A água foi fornecida *ad libitum* durante todo o período experimental.

TABELA 2. Programa de alimentação fornecido às reprodutoras pesadas ao longo do ciclo de produção

Idade (semanas)	Ração (g/ave/dia)	Idade (semanas)	Ração (g/ave/dia)
25	126,00	39	161,00
26	130,00	40	161,00
27	134,00	41	160,00
28	140,00	42	160,00
29	146,00	43	159,00
30	152,00	44	159,00
31	158,00	45	158,00
32	164,00	46	158,00
33	164,00	47	157,00
34	164,00	48	157,00
35	163,00	49	156,00
36	163,00	50	156,00
37	162,00	51	156,00
38	162,00	52	155,00

4.7 Parâmetros mensurados

Para avaliar os dados referentes a qualidade dos ovos, considerou-se a idade das fêmeas matrizes para subdividir a fase experimental em sete períodos de estudo, que foram: PI: 25^a a 28^a; PII: 29^a a 32^a de; PIII: 33^a a 36^a; PIV: 37^a a 40^a; PV: 41^o a 44^a; PVI: 45^a a 48^a e; PVII: 49^a a 52^a semana de idade. Os resultados foram expressos na média de cada período.

4.7.1 Peso corporal

Para mensurar o peso corporal das reprodutoras, realizou-se pesagens de 100% das aves pesadas a cada 28 dias. As aves foram pesadas sempre no período da manhã ainda em jejum com o uso de balança com capacidade para 100kg e precisão de 10g. Fez-se uso de caixas próprias para conter aves, foram pesadas 11 fêmeas por caixa e posteriormente os machos de cada box.

Para o controle do peso corporal, semanalmente, intercalando as semanas que foram realizadas as pesagens de 100% das aves, realizou-se pesagens amostrais de 50% das fêmeas e 100% dos machos de cada repetição em balança do tipo analógica, suspendendo as aves pelas asas (Anexo C).

4.7.2 Viabilidade criatória

Determinado pelo percentual de aves vivas de cada repetição ao final do experimento.

$$VC (\%) = \frac{\text{Número de aves na 52ª semana}}{\text{Número de aves na 25ª semana}} \times 100$$

4.7.3 Taxa de postura

Todos os ovos produzidos da 25^a até a 52^a semana foram coletados seis vezes ao dia e identificados a grafite, a cada coleta, com o número da repetição na qual foram produzidos. A taxa de postura de cada repetição foi calculada semanalmente através da fórmula:

$$\text{TP (\%)} = \frac{\text{Número de ovos produzidos}}{\text{Número médio de aves na semana}} \times 100$$

4.7.4 Peso dos ovos e seus componentes e gravidade específica

O período de análise dos ovos teve início na 28^a semana de idade das aves, o que corresponde a última semana do período I (PI), portanto os resultados foram expressos na 28^a semana e nos períodos seguintes (II, III, IV, V, VI e VII).

Os ovos produzidos em um dia específico de cada semana experimental, foram classificados em ovos considerados incubáveis, ou seja, ovos sem anomalias no formato, trincas, excessos de sujidades e provenientes de ninho, para as pesagens e avaliação da densidade específica. Em cada repetição, os ovos foram pesados em balança de precisão de 1g e em seguida imersos em soluções salinas com densidades de 1,065; 1,070; 1,075; 1,080; 1,085; 1,090 e 1,095 g/m³, para analisar a densidade de acordo com a técnica de Hamilton (1982). No dia seguinte foram separados três ovos de cada repetição dentro de uma faixa de 2,5% do peso médio do ovo para a pesagem das gemas, claras e casca realizadas em balança de precisão (0,0001g). E a coloração da gema foi aferida com leque colorímetro DSM[®] em escore de 1 a 15 (ANEXO E e F).

4.7.5 Peróxidos lipídicos da gema

Os ovos foram coletados sempre na sexta-feira, no período da manhã da 32^a, 34^a, 36^a, 40^a, 44^a, 48^a e 52^a semana de idade das matrizes. Os ovos foram identificados, depois selecionados para a coleta de um *pool* de três gemas de ovos frescos de cada repetição. As gemas foram armazenadas em potes vedados e logo em seguida encaminhadas ao Laboratório de Química da UFSM. Onde utilizou-se a técnica de TBARS segundo a metodologia de Ohkawa et al. (1979) modificada, para o estudo de gemas de ovos.

Por espectrofotometria – TBARS

A um volume de 200 µL de plasma foram adicionados 1100 µL de H₃PO₄ 1,4%, 20 µL de BHT (diluído em etanol) e 500 µL de TBA 0,6%. As amostras foram incubadas por 45 min a 90 °C. Posteriormente, 200 µL de SDS 8,7% foram adicionados às amostras as quais foram homogeneizadas, centrifugadas a 3000 g por 10 min e lidas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 532 nm.

4.8 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições de 22 fêmeas e 2 machos cada.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância e quando encontradas diferenças entre as médias dos tratamentos. Estas, comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Esses procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do *software* SAS (2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho produtivo de reprodutoras pesadas

Não houve efeito dos tratamentos sobre a variável peso corporal de machos e fêmeas reprodutores de corte ao longo do ciclo de produção (Tabela 3). Esses resultados corroboram com os estudados de Pérez-Vendrell et al. (2001), que observaram nenhuma diferença significativa no peso de frangos de corte quando xantofilas amarelo como zeaxantina e / ou cantaxantina foram adicionados às dietas. Nos estudos de Torres et al. (2009), utilizando diferentes fontes de vitamina D₃ em matrizes de corte, os resultados para peso corporal foram semelhantes aos encontrados neste estudo.

TABELA 3. Peso corporal de machos e fêmeas no período experimental

Semanas	Controle	25-(OH)D ₃	CX	25-(OH)D ₃ + CX	P
24	3345	3307	3298	3232	0,7690
27	3753	3767	3605	3635	0,5115
31	4098	4003	3917	3985	0,6802
35	4328	4363	4118	4250	0,3953
39	4543	4447	4282	4440	0,5293
43	4612	4469	4312	4408	0,4978
47	4605	4422	4300	4505	0,3470
51	4662	4348	4247	4602	0,1589
<i>Média</i>	4243	4141	4010	4132	0,4861
Fêmea - Peso corporal (g)					
25	2751	2749	2757	2757	0,9140
28	3158	3128	3142	3163	0,5923
32	3308	3257	3292	3295	0,7082
36	3397	3335	3389	3393	0,5630
40	3468	3407	3463	3471	0,6385
44	3548	3479	3442	3514	0,3542
48	3524	3535	3546	3546	0,9916
52	3522	3511	3555	3582	0,8245
<i>Média</i>	3335	3300	3323	3340	0,6983

Grashorn; Steinberg (2002), estudando a transferência da cantaxantina dos alimentos para os ovos, não observaram efeitos sobre o desempenho e o consumo de ração das aves

entre os tratamentos. Garcia et al. (2002), usaram diferentes concentrações (0, 12, 24, 36, 48 e 60 ppm) de cantaxantina na dieta de poedeiras comerciais durante 56 dias e não observaram efeitos sobre os parâmetros produtivos.

Hossain et al. (1998) em pesquisa com matrizes de corte suplementadas com 25, 50, 75 e 100 mg/kg de vit. E, um outro composto de ação antioxidante, observaram que não houve diferença ($P > 0,05$) no percentual de produção de ovos durante as 30 semanas do período experimental. O peso corporal e a viabilidade também não foram influenciados pelos tratamentos. A viabilidade criatória das reprodutoras neste trabalho, também não sofreu influência dos diferentes tratamentos (Tabela 4), pois a mortalidade ocorreu normalmente no período experimental.

TABELA 4. Viabilidade criatória das reprodutoras de corte em diferentes tratamentos de 25 a 52 semanas de idade

Tratamentos	Viabilidade criatória (%)
Controle	96,97
25-(OH)D₃	100,00
CX	99,24
25-(OH)D₃ + CX	95,45
CV (%)	3,31
P_≤	0,0900

A taxa de postura está apresentada na Tabela 5. Na segunda semana de utilização dos produtos (26ª semana de idade das matrizes) o tratamento CX mostrou menor taxa de postura, porém, esta semana não deverá ser considerada, visto que, marca o início da produção de ovos, a qual ainda é desuniforme entre as aves e pelas matrizes terem sido selecionadas apenas pelo peso corporal para iniciar o experimento e não pela taxa de postura. Resultados semelhantes são encontrados em estudos com poedeiras comerciais. Neste estudo, as aves do tratamento CX tiveram menor produção de ovos na 35ª semana de idade comparado a produção das aves do tratamento controle.

Na média do período experimental, os tratamentos não mostraram efeito sobre a taxa de postura ($P = 0,5148$). Embora, no Anexo D exista um elevado pico de produção (88,20%) e aparentemente uma persistência na taxa de postura das matrizes de corte do tratamento 25(OH)D₃. Isso pode ocorrer pelo fato de que as galinhas no final do ciclo de produção

apresentam menor eficiência de conversão hepática de vitamina D₃ em seu metabólito 25-(OH)D₃ (SOARES et al. 1995), porém neste experimento a presença deste metabólito na dieta das reprodutoras pesadas não causou efeito significativo na produção de ovos. Estes resultados estão de acordo com os obtidos pelos pesquisadores Roland; Harms (1976), Abdulrahim et al. (1978), Cohen et al. (1978), Hamilton (1980) e Torres et al. (2009).

TABELA 5. Taxa de postura das reprodutoras pesadas em diferentes tratamentos de 25 a 52 semanas de idade

Semanas	Taxa de postura (%)				P
	Controle	25-(OH)D3	CX	25-(OH)D3 + CX	
25	0,11	0,11	0,00	0,00	0,5823
26	5,09ab	7,90a	7,79a	3,03b	0,0106
27	26,62	32,79	29,98	25,11	0,2772
28	49,89	54,44	55,30	57,36	0,3469
29	74,88	76,73	72,62	75,54	0,4843
30	78,22	78,57	75,65	79,22	0,4553
31	82,23	84,09	81,17	81,39	0,5828
32	85,37	83,12	83,12	84,63	0,8242
33	83,01ab	88,20a	81,06b	82,47b	0,0106
34	84,94	85,82	81,93	82,58	0,1898
35	82,09a	79,22ab	74,89b	78,28ab	0,0122
36	83,55	83,44	78,79	79,42	0,0918
37	82,64	81,17	78,68	80,36	0,3844
38	80,03	80,52	81,28	76,89	0,3443
39	76,03	77,81	76,19	76,28	0,8411
40	70,90	75,33	73,38	73,22	0,3945
41	72,73	70,89	71,32	72,47	0,8610
42	67,72	71,75	70,67	72,56	0,1945
43	66,67	68,18	66,30	69,34	0,7271
44	65,25	64,83	64,69	70,56	0,1353
45	67,90	67,10	66,83	68,16	0,9539
46	66,27	66,33	66,76	67,51	0,9748
47	63,34	68,07	62,95	65,16	0,3189
48	59,13	64,29	61,83	61,52	0,4953
49	63,63	68,40	64,34	62,20	0,3155
50	60,77	63,20	61,41	61,74	0,8414
51	59,41	62,45	60,52	61,05	0,8095
52	55,81	61,04	57,26	58,38	0,5033
Média	64,80	66,64	64,52	65,23	0,5148

* Médias seguidas com mesma letra na horizontal não diferam entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.2 Qualidade de ovos incubáveis

Em relação à qualidade dos ovos incubáveis, foram avaliados parâmetros como peso médio dos ovos, percentagem de albúmen, casca e gema (Tabela 8). Na 28ª semana de idade e nos demais períodos experimentais não foram observados efeitos dos produtos ministrados via dieta sobre estes parâmetros. Porém, na Tabela 6 observa-se que em todos os períodos avaliados a pigmentação da gema foi alterada ($P < 0,0001$), sendo que as aves que consumiram dietas com cantaxantina (CX e 25-(OH)D₃+CX), produziram ovos com a pigmentação da gema mais intensa que os tratamentos Controle e 25-(OH)D₃. Hossain et al. (1998) pesquisando fontes de antioxidantes em matrizes pesadas, observaram que não houve diferença no peso do ovo e no percentual de seus componentes.

TABELA 6. Peso de ovo, percentual de componentes e coloração da gema de ovos incubáveis de matrizes Cobb na 28ª semana de idade e nos seguintes períodos experimentais

Tratamentos	Peso ovo (g)	Albúmen (%)	Casca (%)	Gema (%)	Cor da gema
28 semanas					
Controle	56,48	58,92	13,69	27,31	7b
25-(OH)D ₃	55,74	59,90	13,43	26,49	7b
CX	57,03	59,34	13,39	27,03	14a
25-(OH)D ₃ + CX	56,37	59,63	13,41	26,73	14a
<i>P</i>	0,5250	0,7804	0,8425	0,7257	0,0001
Período II					
Controle	60,95	60,16	13,18	26,55	8b
25-(OH)D ₃	59,86	59,84	13,44	26,33	8b
CX	60,93	59,52	13,29	26,81	15a
25-(OH)D ₃ + CX	60,91	59,82	13,28	26,76	15a
<i>P</i>	0,1195	0,5199	0,3223	0,6233	0,0001
Período III					
Controle	64,97	60,01	12,60	26,45	9b
25-(OH)D ₃	64,37	59,49	12,72	27,63	9b
CX	64,68	59,86	12,45	27,14	15a
25-(OH)D ₃ + CX	65,01	59,77	12,64	27,53	15a
<i>P</i>	0,6969	0,7217	0,6837	0,1445	0,0001

(continuação...)

(...continuação)

TABELA 6. Peso de ovo, percentual de componentes e coloração da gema de ovos incubáveis de matrizes Cobb na 28ª semana de idade e nos seguintes períodos experimentais

Tratamentos	Peso ovo (g)	Albúmen (%)	Casca (%)	Gema (%)	Cor da gema
Período IV					
Controle	67,05	58,75	12,73	28,86	9b
25-(OH)D ₃	66,28	58,92	12,68	28,82	9b
CX	66,95	59,45	12,62	28,49	15a
25-(OH)D ₃ + CX	67,09	58,81	12,70	29,08	15a
<i>P</i>	0,5351	0,3070	0,9187	0,5263	0,0001
Período V					
Controle	69,64	58,62	13,03	29,20	9b
25-(OH)D ₃	68,66	58,44	13,24	29,43	9b
CX	69,20	58,79	13,00	29,28	15a
25-(OH)D ₃ + CX	69,00	58,51	13,05	29,37	15a
<i>P</i>	0,2839	0,6324	0,3397	0,8823	0,0001
Período VI					
Controle	70,50	56,89	12,68	29,69	9b
25-(OH)D ₃	69,41	57,95	12,63	30,32	9b
CX	70,05	57,32	12,35	30,29	15a
25-(OH)D ₃ + CX	70,08	56,94	12,78	29,77	15a
<i>P</i>	0,4041	0,4875	0,5669	0,3234	0,0001
Período VII					
Controle	72,01	57,68	12,47	30,17	9b
25-(OH)D ₃	71,48	57,14	12,46	30,44	9b
CX	71,78	57,53	12,20	30,07	15a
25-(OH)D ₃ + CX	70,99	57,59	12,45	29,76	15a
<i>P</i>	0,5306	0,8278	0,2949	0,3195	0,0001

* Médias seguidas com mesma letra na vertical não diferam entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Grashorn; Steinberg (2002) a taxa de deposição de cantaxantina é de 40% da dieta da matriz para a gema do ovo, independentemente do nível de suplementação alimentar e essa transferência também ocorre com outros antioxidantes. Surai et al. (1997) observaram que a suplementação de vitamina E pode aumentar as concentrações desta vitamina na gema do ovo, bem como, em tecidos embrionários; resultados semelhantes foram relatados para luteína (SURAI; SPARKS, 2001; LEESON; CASTON, 2004).

Outro parâmetro analisado para avaliar a qualidade dos ovos foi a densidade específica, que mostrou diferença ($P=0,0049$) no período IV apenas entre os tratamentos controle e CX,

porém esta diferença não se repetiu em outros períodos. Torres et al. (2009) encontraram diferença na densidade dos ovos na 40ª semana de idade das reprodutoras pesadas, em virtude dos níveis 25-(OH)D₃ estudados.

5.3 Peróxidos lipídicos da gema

Os níveis de peroxidação de lipídios da gema encontram-se na Figura 1. Essas análises apresentaram ampla variabilidade nos períodos realizados, entretanto não apresentaram em nenhuma das idades analisadas diferença entre os tratamentos. Assim, conclui-se que a cantaxantina presente nos tratamentos CX e 25-(OH)D₃+CX não contribuiu para melhorar a qualidade dos ovos em relação aos peróxidos lipídicos da gema. Estes resultados discordaram dos encontrados por Scher et al.(2009b), que analisaram este meso parâmetro em ovos de aves que consumiram cantaxantina na dieta entre 45 e 65 semanas de idade. Palozza et al. (1996) demonstraram que a cantaxantina é um antioxidante mais poderoso do que β-caroteno, in vitro, o oposto dos estudos de Woodall et al. (1997) que relataram que a atividade antioxidante desta xantofila foi menor do que outros carotenóides.

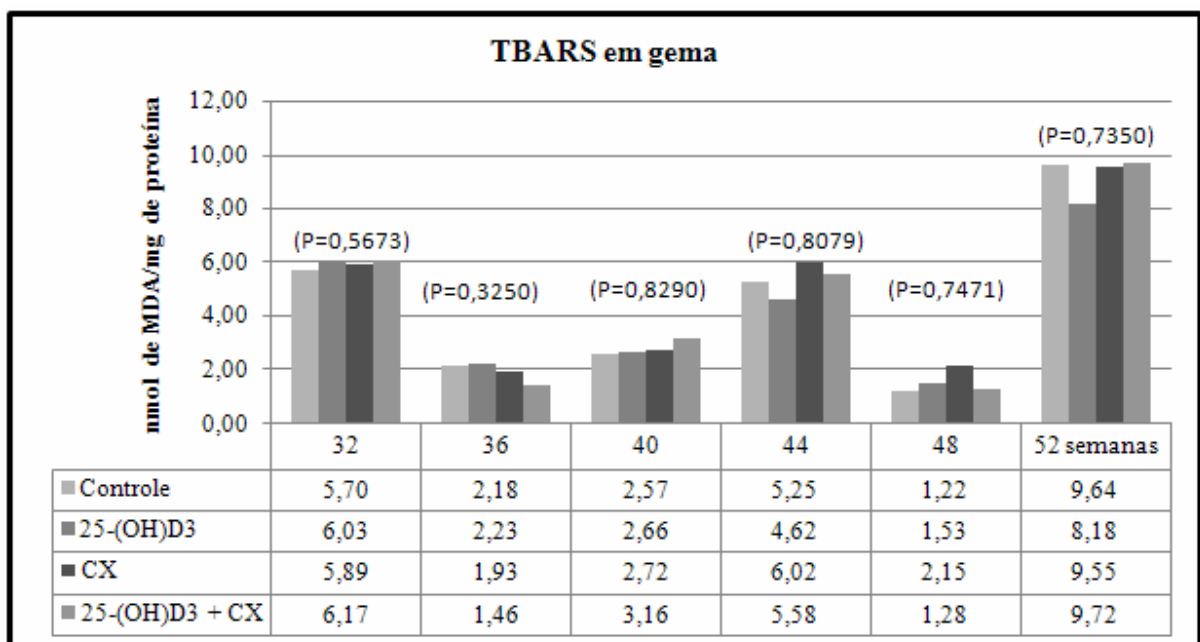


FIGURA 1. Níveis de TBARS (nmol de MDA / mg de proteína) em gema de ovos de matrizes de corte Cobb em diferentes idades na fase experimental

Além disso, a comparação destes resultados é difícil porque a eficiência da cantaxantina como antioxidante tem sido estudada em carne de frango ou em ovos para fins de consumo, os quais não podem ter altos níveis de cantaxantina, pois esta concentração deixaria a gema muito vermelha não sendo aceita pelo consumidor. A concentração utilizada neste estudo foi de 6mg/kg, o recomendado pelo fabricante. Se tratando de ovos incubáveis, seria interessante novos estudos com níveis superiores de cantaxantina para obter melhores resultados no parâmetro peroxidação de gema.

Uma possível explicação poderia ser que, embora cantaxantina tenha sido depositada na gema, a quantidade do princípio ativo presente no ovo não é suficiente para exercer sua atividade antioxidante. Mayne; Parker (1989) relataram uma redução na oxidação de lipídios no fígado de frangos de corte utilizando doses de cantaxantina na dieta de frangos, quase 100 vezes maior daqueles utilizados nesse estudo. Essa redução de lipídios oxidados foi associada com uma maior concentração de α -tocoferol no fígado dos frangos de corte suplementados com cantaxantina. Para este experimento, não foram estudados os níveis de α -tocoferol em ovos.

6 CONCLUSÕES

A inclusão de cantaxantina na dieta de matrizes de corte COBB 500 no período de 25 a 52 semanas de idade, influenciou na produção de ovos com maior pigmentação na gema, consequentemente com maior deposição de carotenóides.

O uso de 25-(OH)D₃ na dieta das aves propiciou maior pico de produção de ovos na 33ª semana de idade comparado às aves que consumiram cantaxantina na dieta.

Peso corporal das aves e os parâmetros avaliados sobre a qualidade dos ovos incubáveis não foram influenciados pelos diferentes tratamentos.

Os tratamentos não influenciaram no nível de peroxidação das gemas no período analisado medido pelo método de TBARS em espectrofotometria.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULRAHIM, S.M.; PATEL; MCGINNIS, M.B. Effects of vitamin D₃ e D₃ metabolites on production parameters and hatchability of eggs. **Poultry Science**, Sarvov, Illions, v. 58, p. 858-863, 1978.

ANGELES, M.; SCHEIDELER, S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. PSA98. Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. (August 2-5), In: **Official Journal of the Poultry Science Association**, v. 77, p. 1-18, 1998.

AMEENUDDIN, S. et al. 24-hydroxylation of 25-hydroxyvitamin D₃: is it required for embryonic development in chicks? **Poultry Science**, v.217, p.451-452, 1982.

ARAUJO, D. M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangos e poedeiras**. 2005. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2005.

ATENCIO, A. et al. The vitamin requirement of broiler breeders. **Poultry Science**, Sarvov, Illions, v. 85, p. 674-692, 2006.

AVISITE, Disponível em: <www.avisite.com.br>. Acesso em: 20 dez. 2010.

BAIÃO, N. C. et al. Influence of type and source of xanthophylls and level of use on yolk pigmentation. Poultry Science Association 85th Annual Meeting. (July 8-12) In: **Official Journal of the Poultry Science Association**, Louisville, Kentucky, p. 1-84, 1996.

BAYNES, J.; DOMINICZAK, M. H. Homesotasia da glucose e metabolismo energético. **Bioquímica Médica**. São Paulo: Manole, 2000. p. 243-266

BAR, A. et al. Absorption and excretion of cholecalciferol and of 25-hydroxycholecalciferol and metabolites in bird. **Journal Nutrition**, Rehovot, Israel, v. 110, p. 1930-1934, 1980.

BENDICH, A.; OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology** – FASEB, 1989. v. 3, p. 1927-1932. Disponível em: <<http://www.faseb.org>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

BERTOLINI, D. L.; TZANNO-MARTINS, C. Revisão: efeitos imunomoduladores da vitamina D. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 22, n. 3, p. 157- 161, 2000.

BETHKE, R.M.; et al. Effect of different sources of vitamin D on the laying bird II. Storage of vitamin D in the egg and chick and mineral composition of the mature embryo. **Poultry Science**, Sarvov, Illions, v. 15, p. 336-344, 1936.

BIANCO, S. M.; PINHEIROS, P. C. M. S.; CORREAS, M. G. Raquitismo: uma visão ortopédica. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 29, n. 11/12, p. 851-854, 1994.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Bioquímica ilustrada. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006. 533 p.

COBB 500. Guia de manejo de matrizes. COBB-Vantres Brasil, 2008.

COHEN, A. et al. Calcium absorption, calcium-binding protein, and egg shell quality in laying hens fed hydroxylated vitamin D derivatives. **Poultry Science**, Sarvov, Illions, v. 57, p. 1097-1099, 1978.

DELUCA, H. F. Vitamin D: the vitamin and the hormone. **Federation Proceedings**, v.33, p. 211-2219, 1974.

DONALDSON, K. BESWICK, P.H. y GILMOUR, P.S., Free radical activity associated with the surface of particles: a unifying factor in determining biological activity, **Toxicology Letters**. v. 88, n. 1-3, p. 293-298, 1996.

DRIVER, J. P. et al. The effect oh maternal dietary vitamin D₃ supplementations on performance and tibial dyschondroplasia of broiler chicks. **Poultry Science**, Athens, Georgia, v. 85, p. 39-47, 2006.

DUELAND, S. P.; HELGERUD, J. L.; DREVON, C. A. Absorption, distribution, and transport of vitamin D₃ and 25-hydroxyvitamin D₃ in the rat. [American Journal of Physiology](#), v. 245, p. 463-467, 1983.

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

EDWARDS, H. M.; ELLIOT, M. A.; SOONCHAREENYING, S. Effect of dietary calcium on tibial dyschondroplasia. Interaction with light, cholecalciferol, 1,25-dihydroxycholecalciferol, protein, and synthetic zeolite. **Poultry Science**, v. 71, n. 12, p. 2041-55, 1992.

ELAROUSSI, M. A. et al. Calcium Homeostasis in the laying Hen. Age and Dietary Calcium Effects. **Poultry Science**, v. 73, p. 1581-1589, 1994.

FARIA, D.E. et al. Influência de diferentes níveis de energia, vitaminas D₃ e relação sódio:cloro C sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.467-475, 2000.

FOOTE, C. S. CHANG, Y. C.; DENNY, R. W. Chemistry of singlet oxygen X carotenoid quenching parallels biological protection. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 92, p.5216-5218, 1970.

FERREIRA, P.B. **Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos reprodutivos de galos**. 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em produção animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FERREIRA, P.B. et al. 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. et al. Carotenóides Cors Atraentes e Ação Biológica. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, nº13, p. 40-45, março/abril 2000. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio13/caroteno.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2011.

FROST, T.J.; ROLAND, D.A.; UNTAWALE, G.G. Influence of vitamin D₃, 1 α -hidroxivitamin D₃ and 1,25-Dihidroxivitamin D₃ on egg shell quality, tibia strength and various production parameters in commercial laying hens. **Poultry Science**, Sarvoy, Illions, v. 69, p.2008-2016, 1990.

GARCIA, E. A. et al. 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, 2002.

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

GRASHORN M. A.; STEINBERG W. Deposition rates of canthaxanthin in egg yolks. **Arch. Geflügelk**. 2002, 66 (6), 258 – 262.

GRIFFIN, H. D.; PERRY, M. M.; GILBERT, A. B. Yolk formation. In: _____. **Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl**. London, UK: Academic Press, 1984. v. 5, p. 345-380.

GROTTO, D. et al. Avaliação da estabilidade do marcador plasmático do estresse oxidativo – Malondialdeído. **Química Nova**. v. 31, n. 2, p. 275-279. 2008.

GRUDTNER, V. S.; WEINGRILL, P.; FERNANDES, A. L. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 37, n. 3, p.143-151, 1997.

HALMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p.2022, 1982.

HAMILTON, P. B. The use of high-performance liquid chromatography for studying pigmentation. **Poultry Science**, v. 71, p. 718-724, 1992.

HAMILTON, R.M.G. The effects of dietary phosphorus, vitamin D₃, and 25-hydroxyvitamin D₃ levels on feed intake, productive performance, and egg and shell quality in two strains of force-molted White Leghorns. **Poultry Science**, Sarvovoy, Illinois, v.59, p. 598-604, 1980.

HAUSSLER, M. R.; RASMUSSEN, H. The metabolism of vitamin D₃ in the chick. **Journal Biology Chemistry**, Bethesda, Massachusetts, v. 247, p. 2328-2335, 1972.

HINTON, C. F.; FRY, J. L.; HARMS, R. H. Influence of xanthophyll-free pullet grower diet on subsequent egg yolk pigmentation. **Poultry Science**, v. 53, p. 223-226, 1974.

HOY, D. A.; RAMBERG, C. F.; HORST, R. L. Evidence that discrimination against ergocalciferol by the chick is the result of enhanced metabolic clearance rates for its mono and dihydroxylated metabolites. **Journal of Nutrition**, v. 18, p. 633-63, 1988.

HOSSAIN S.M. et al. Influence of dietary Vitamin E level on egg production of broiler breeders, and on the growth and immune response of progeny in comparison with the progeny from eggs injected with Vitamin E. **Animal Feed Science and Technology**. v.73, p. 307-317, 1998.

LEESON S.; CASTON L. Enrichment of eggs with lutein. **Poultry Science**, v. 83, p.1709-712, 2004.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MALHEIROS, R.D. Endocrinologia de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. p. 57-70, 421p.

MAYNE, S.T.; PARKER, R.S. Antioxidant activity of dietary canthaxanthin. **Nutrition and Cancer**. v.12, p.225–236, 1989.

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

McLOUGHLIN, C.P.; SOARES, J.H.Jr. A study of the effects of 25-hydroxycholecalciferol and calcium source on egg shell quality. **Poultry Science**, Sarvov, Illions, v.55, p. 1400-1410, 1976.

McNUTT, K. W.; HAUSSLER, M. R. Nutritional effectiness of 1,25-dihydroxy cholecalciferol in preventing rickets in chicks. **Journal Nutrition**, Tucson, Arizona, v. 103, p. 681-689, 1973.

MELÉNDZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenóides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 54, n. 2, p. 149-155, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.org.ve>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

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.

NORMAN, A. Studies on the vitamin D endocrine system in the avian. **Journal of Nutrition**, Riverside, California, v. 117, p. 797-807, 1987.

OHKAWA H.; OHISHI N.; YAGI K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reation. **Analytical Biochemistry**. v. 95, p. 351-358, 1979.

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

_____. Recomendated dietary intakes (RDI) of vitamin A in humans. *American Journal Clinical Nutrition*, v.45, p. 704-716, 1987. Disponível em: <www.ajcn.org>. Acesso em: 08 jan. 2011.

PALOZZA P. et al. Effect of beta-carotene and canthaxanthin on tert-butyl hydroperoxide-induced lipid peroxidation in murine normal and tumor thymocytes. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.325, p.145-151, 1996.

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. Disponível em: <<http://www.fasebj.org>>. Acesso em: 16 dez. 2010.

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

PÉREZ-VENDRELL, A. M. et al. Influence of Source and Ratio of Xanthophyll Pigments on Broiler Chicken Pigmentation and Performance. **Poultry Science**. v.80, p.320–326, 2001.

ROCK C. L. et al.. 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**. ILSI Press, Washington, p. 37-51, 1999.

ROLAND, Sr., D.A.; HARMS, R.H. The lack of response of 25-hydroxy-vitamin D₃ on egg shell quality or other criteria in laying hens. **Poultry Science**, Sarvoy, Illinois, v.55, p. 1983-1985, 1976.

ROSA A.P. et al. Carophyll Red[®] e HyD[®] no desempenho produtivo e características de ovos de matrizes de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS: Prêmio Lamas, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009. 1 CD-ROM

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves suínos**. 2ed. Viçosa, MG, 2005.186p.

SAS Institute. **SAS Users guide**: Statistics. Version 8. Carry, NC, 2000.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. Revista Nutrição, Campinas, vol. 17, nº 2, p. 227-236, abr./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em : 04 jan. 2011.

SMITH, C.; MARKS, A. D.; LIEBERMAN, M. **Bioquímica médica básica de marks: uma abordagem clinica.** 2. ed. Porto Alegre. Artmed, 2007. 990 p.

SHEN, H. et al. Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D3. **Poultry Science**, Sarvoy, Illinois, v.60, p. 1485-1490, 1981.

SCHER, A. et al. Efeitos da adição de HyD[®] e Carophyll Red[®] á dieta de matrizes de corte sobre a incubação artificial. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS: Prêmio Lamas, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009a. 1 CD-ROM.

_____ et al. Gemas de ovos e soro sanguíneo de pintos provenientes de Matrizes de corte suplementadas com HyD[®] e Carophyll Red[®]. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS: Prêmio Lamas, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, 2009b. 1 CD-ROM.

SOARES, J. H.; SWERDEL, M. R.; BOSSARD, E. H. Phosphorus availability. 1. the effect of chick age and vitamin d metabolites on the availability of phosphorus in defluorinated phosphate. **Poultry Science**. v. 57, p.1305-1312, 1978.

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

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

STEVENS, V.I.; BLAIR, R. Anti-rachitic effects in poults of vitamin D₃, 25-hydroxyvitamin D₃, and 1-alpha- hydroxyvitamin D₃ when fed with levels of available phosphorus. **Nutrition Reports International**, Saskatoon, Canada, v. 35, p. 755-764, 1987.

SURAI P.F. et al. The relationship between the a-tocopherol content of the yolk and its accumulation in the tissues of the newly hatched chick. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 1/ v.75, p.212-216, 1997.

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

SURAI P.F; SPARKS N.H.C. Comparative evaluation of the effect 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.

THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J.F.R. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. **Food Research International**, v. 36, p. 969-975, 2003.

TORRES C. A. et al. Productive performance of broiler breeder hens fed 25-hydroxycholecalciferol. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.7, p. 1286-1290, 2009.

VAN DEN BERG, H. Bioavailability of vitamin D. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 51, n. 1, p. 76-79, 1997.

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, J. W. Jr. Factors influencing the uptake and absorption of carotenoids. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. p. 106-108, 1998.

WOODALL A.A.; BRITTON G. JACKSON M.J.; Carotenoids and protection of phospholipids in solution or in liposomes against oxidation by peroxy radicals: relationship between carotenoid structure and protective ability. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1336, p.575-586, 1997.

ZIAMBRAS, K.; DAGOGO-JACK, S. Reversible muscle weakness in patients with vitamin D deficiency. **West Journal of Medicine**, v. 167, n. 6, p. 435-439, 1997.

8 ANEXOS



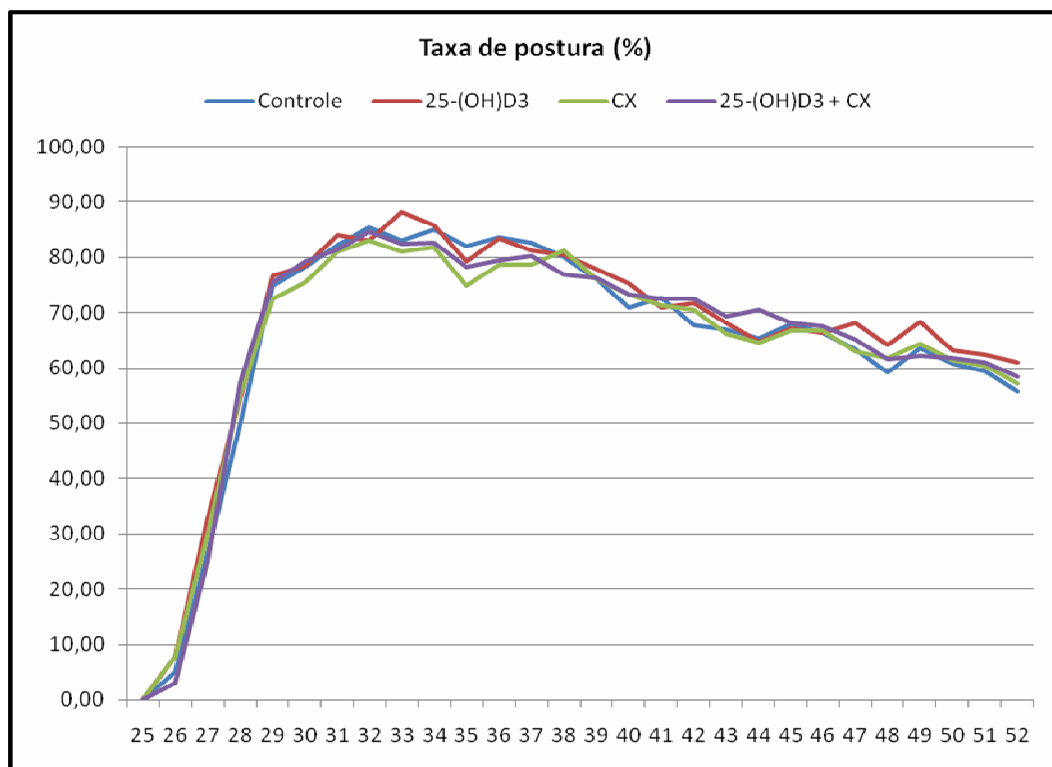
Anexo A- Vista externa do aviário experimental.



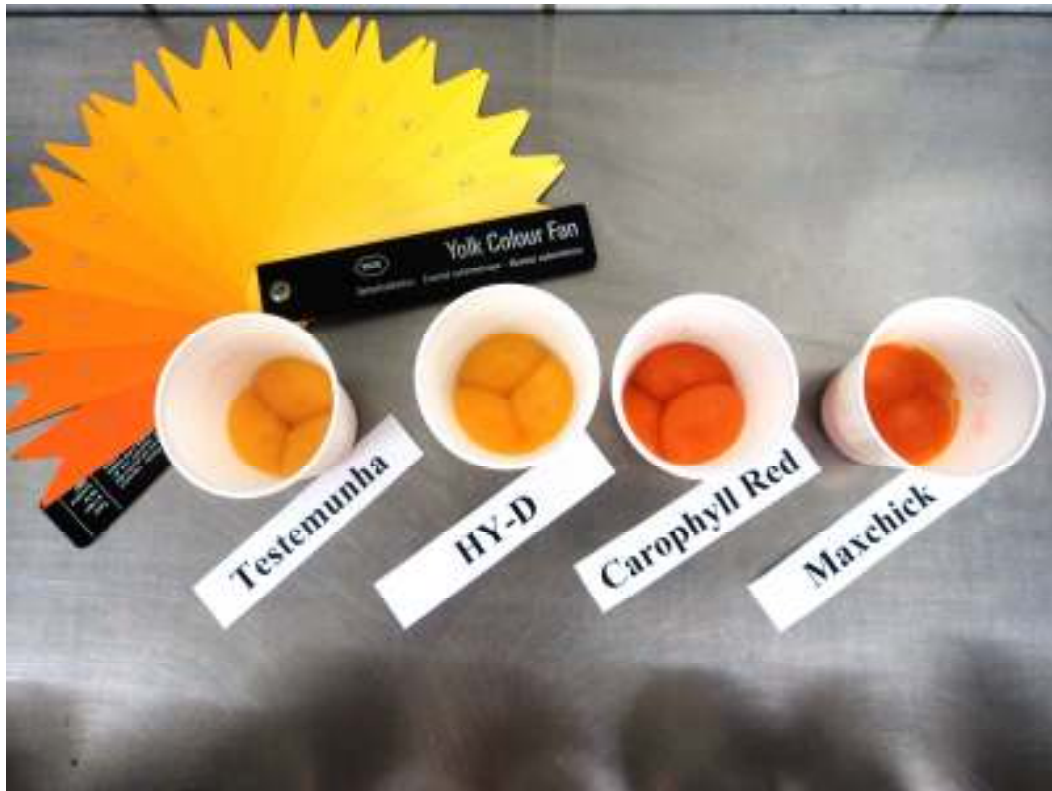
Anexo B - Vista do interior do aviário experimental.



Anexo C - Pesagem total das aves.



Anexo D - Taxa de postura ao longo do ciclo de produção



Anexo E – Coloração de gemas comparadas ao leque colorímetro DSM. Os tratamentos correspondem ao nome do produto que foi adicionado a dieta das matrizes.



Anexo F - Análise de ovos e amostra de gemas para análise de TBARS.