

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM
VITAMINAS A, D e E SOBRE O DESEMPENHO E
QUALIDADE DOS OVOS**

Rafael Henrique Marques
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM
VITAMINAS A, D e E SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE
DOS OVOS**

Rafael Henrique Marques

Orientadora: Prof. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Sandra Aidar de Queiroz

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010

M298s Marques, Rafael Henrique
Suplementação de ração de codornas com vitaminas A, D e E sobre o desempenho e qualidade dos ovos / Rafael Henrique Marques. -- Jaboticabal, 2010
viii, 100 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientadora: Vera Maria Barbosa de Moraes

Banca examinadora: Otto Mack Junqueira, Antonio Carlos de Laurentiz

Bibliografia

1. Codornas-colecalciferol. 2. Codornas-ovos 3. Codornas-retinol-tocoferol. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.594

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINAS A, D e E SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS.

AUTOR: RAFAEL HENRIQUE MARQUES

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. SANDRA AIDAR DE QUEIROZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. SANDRA AIDAR DE QUEIROZ

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Data da realização: 23 de fevereiro de 2010.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rafael Henrique Marques – nascido em Rio Claro – SP, em 07 de abril de 1979. Em março de 2003 iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo-o em julho de 2007. Fez estágio no setor de avicultura desde março de 2003. Em Março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP. Em Fevereiro de 2010 submeteu sua Dissertação de Mestrado à banca examinadora.

*"É melhor tentar e falhar,
que preocupar-se e ver a vida passar;
é melhor tentar, ainda que em vão,
que sentar-se fazendo nada até o final.
Eu prefiro na chuva caminhar,
que em dias tristes em casa me esconder.
Prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver ..."*

Martin Luther King

DEDICO

À Deus,

Por todos os momentos de minha vida, pela saúde e paz no meu caminho.

OFEREÇO

Aos meus pais,

José João e Sônia, por sempre estarem presentes, acreditando em mim, me encorajando nas horas difíceis, ao apoio e compreensão.

Aos meus irmãos,

Ricardo e Renata, pelo companheirismo, amizade e incentivo.

A minha namorada,

Josiane Roccon, por todo amor, compreensão e carinho, por estar sempre ao meu lado, apoiando e acreditando em mim.

Eu te amo muito!

AGRADECIMENTOS

À Professora Vera, pela orientação e amizade durante todo o período da graduação e pós-graduação.

À Professora Sandra, pela co-orientação e apoio durante a qualificação e defesa da dissertação.

À Fapesp pelo auxílio financeiro e como bolsista que tornou possível a realização desta pesquisa.

Ao amigo de trabalho, de graduação, de pós-graduação e de cervejada Rodrigo Antonio Gravena, pela amizade durante este período.

Aos amigos Fabricio Hirota Hada, Janaina Della Torre Silva, Josiane Roccon e Juliana Picarelli, pela colaboração e ajuda na condução do experimento.

Ao Senhor Osvaldo Esperança Rocha pela doação das codornas utilizadas nos experimentos.

Aos amigos de república Amoribunda, Rodrigo, Gabriel, Guilherme, Gustavo, Paulo, Henrique, Rafael e a nossa querida empregada, secretária Dona Cleuza pela companhia e amizade durante esses anos de convivência.

Aos funcionários do Aviário Experimental, Robson, Izildo e Vicente, e da Fábrica de Ração, Sandra e Sr. Osvaldo, Elinho pelo auxílio durante o experimento.

À banca examinadora composta pelos professores: Dr. Antonio Carlos de Laurentiz e Dr. Otto Mack Junqueira.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste experimento.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
Introdução	1
Vitamina A.....	3
Vitamina D.....	6
Vitamina E.....	7
Ovos enriquecidos com vitaminas.....	9
Referências.....	12
CAPÍTULO 2 – SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINA A	
RESUMO.....	23
Introdução	24
Material e Métodos.....	26
Resultados e discussão	30
Conclusões	42
Referências.....	43
CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINA D	
RESUMO.....	48
Introdução	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e discussão	55
Conclusões	66
Referências.....	67
CAPÍTULO 4 – SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINA E	
RESUMO.....	73
Introdução	74
Material e Métodos.....	76

Resultados e discussão80

Conclusões94

Referências.....94

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....100

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	Página
Figura 1. Estrutura química das principais formas da vitamina A.....	4
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Cromatograma do padrão de retinol (100µg por 50 µL).....	29
Figura 2. Tendência da concentração de retinol na gema (µg/g) em função da suplementação de vitamina A (UI/kg) na ração de codornas japonesas.....	36
CAPÍTULO 3	
Figura 1. Cromatograma do padrão de colecalciferol (100µg por 50 µL).	54
Figura 2. Tendência do consumo de ração em função da suplementação de vitamina D (UI/kg) na ração de codornas japonesas.....	58
Figura 3. Tendência da concentração de colecalciferol na gema (µg/g) em função da suplementação de vitamina D (UI/kg) na ração de codornas japonesas.....	62
CAPÍTULO 4	
Figura 1. Cromatograma do padrão de tocoferol (100µg por 50 µL).....	79
Figura 2. Tendência da concentração de tocoferol (mg/g) em função da suplementação de vitamina E (UI/kg) na ração de codornas japonesas.....	85

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.....	27
Tabela 2. Valores médios para consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar (kg e dz de ovos), peso dos ovos (PO) e porcentagem de postura (%P) de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).....	31
Tabela 3. Valores médios para Unidade Haugh, Índice gema, porcentagem de gema e de albúmen de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).....	33
Tabela 4. Valores médios para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca, peso de casca de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).....	34
Tabela 5. Valores médios para concentração de vitamina A na gema de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).....	35
Tabela 6. Médias de índice gema (IG), porcentagem de gema (%A), porcentagem de albúmen, (%A), unidade Haugh (UH), peso específico (PE), concentração da vitamina A (CVA) e porcentagem de perda de peso (%PP) de ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina A na dieta.....	39
Tabela 7. Médias da concentração de vitamina A para níveis de vitamina e período de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina A na dieta.....	40
Tabela 8. Médias da porcentagem de perda de peso dos ovos para níveis de vitamina A e período de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina A na dieta.....	41
Tabela 9. Médias da concentração da vitamina para níveis de vitamina e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à	

suplementação de vitamina A na dieta.....	41
---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.....	52
Tabela 2. Valores médios para consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar (kg e dz de ovos), peso dos ovos (PO) e porcentagem de postura (%P) de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).....	56
Tabela 3. Valores médios para Unidade Haugh, Índice gema, porcentagem de gema e de albúmen de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).....	59
Tabela 4. Valores médios para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca, peso de casca de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).....	59
Tabela 5. Valores médios para concentração de vitamina D na gema de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).....	61
Tabela 6. Médias de índice gema (IG), porcentagem de gema (%A), porcentagem de albúmen, (%A), Unidade Haugh (UH), peso específico (PE) e porcentagem de perda de peso (%PP) de ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina A na dieta.....	65
Tabela 7. Médias da porcentagem de perda de peso para níveis de vitamina D e período de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina D na dieta.....	66

CAPÍTULO 4

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves na fase de postura.....	77
Tabela 2. Valores médios para consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar (kg e dz de ovos), peso dos ovos (PO) e porcentagem de postura (%P) de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).....	81

Tabela 3.	Valores médios para Unidade Haugh, Índice gema, porcentagem de gema e de albúmen de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).....	82
Tabela 4.	Valores médios para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca, peso de casca de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).....	83
Tabela 5.	Valores médios obtidos para concentração de vitamina E na gema de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).....	84
Tabela 6.	Médias de índice gema (IG), porcentagem de gema (%A), porcentagem de albúmen, (%A), Unidade Haugh (UH), peso específico (PE), concentração da vitamina E (CVE) e porcentagem de perda de peso (%PP) de ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.....	89
Tabela 7.	Médias da unidade Haugh para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.....	90
Tabela 8.	Médias do peso específico para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.....	91
Tabela 9.	Médias para concentração da vitamina E para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.....	92
Tabela 10.	Médias do peso específico para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.....	92
Tabela 11.	Médias da concentração da vitamina E para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.....	93

SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINAS A, D e E SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS

RESUMO – Objetivou-se verificar o desempenho, concentração das vitaminas na gema e qualidade dos ovos armazenados em diferentes períodos e condições, quando codornas japonesas foram submetidas a suplementações acima das exigências de vitaminas A, D e E na dieta. Foram utilizadas 192 codornas, com 6 repetições e 8 aves por parcela, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliadas características de desempenho, concentração das vitaminas, qualidade interna e externa dos ovos frescos e armazenados. O método utilizado para quantificar as vitaminas na gema foi a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. A suplementação das vitaminas não proporcionou melhora no desempenho produtivo e na qualidade interna e externa dos ovos, com exceção da suplementação de vitamina D que proporcionou aumento no consumo. Quanto ao armazenamento dos ovos, pode-se concluir que a suplementação de ambas as vitaminas não influenciou estatisticamente as características estudadas. Em relação ao período de armazenamento, os resultados mostraram que a qualidade dos ovos não se alterou até os 30 primeiros dias de armazenamento. A condição de armazenamento influenciou todos os parâmetros estudados, mostrando que em temperatura refrigerada os ovos apresentaram melhor estado de conservação. Quanto à incorporação das vitaminas na gema dos ovos, verificou-se aumento de 536,27% de vitamina A para o nível de 30000 UI/kg, 13,43% de vitamina D para o nível de 1500 UI/kg e 479,05% de vitamina E para o nível de 600 UI/kg, sugerindo que o valor nutricional dos ovos, relacionado à vitamina, pode ser aumentado pela suplementação na dieta das codornas.

Palavras-chave: armazenamento, colecalciferol, retinol, tocoferol

SUPPLEMENTATION OF FEED QUAIL WITH VITAMINS A, D AND E ON THE PERFORMANCE AND QUALITY OF EGGS

SUMMARY - The objective of this study was to evaluate the performance, concentration of vitamins and yolk quality of eggs stored at different times and conditions when Japanese quail were subjected to A, D and E vitamins supplementation above the diets requirements. One hundred and ninety two laying quails were used, with 6 replicates of 8 birds per unit distributed in a completely randomized design. We evaluated the performance characteristics, concentration of vitamins in the yolk, internal quality (Haugh unit, yolk index, percentage of yolk and albumen), external quality (specific weight, shell thickness, shell percent) of fresh and stored eggs. Supplementation of vitamins did not improve the performance and the internal and external quality of eggs, except for supplementation of vitamin D that provided an increase in consumption. Supplementation of both vitamins did not influence statistically the characteristics studied for stored eggs. The results showed that egg quality has not changed over the first 30 days of storage. The storage temperature influenced all traits studied and the under refrigeration than those stored in environment temperature had better quality. The incorporation of vitamins into the egg yolk could be verified. There was an increase of 536.27% of vitamin A to the level of 30000 IU / kg, 13.43% of vitamin D to the level of 1500 IU / kg and 479.05% of vitamin E to the level of 600 IU / kg, suggesting that the nutritional value of eggs, related to the vitamins may be increased by supplementation in the diet of quails.

Keywords: cholecalciferol, retinol, storage, tocopherol

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

Os ovos são constituídos de vários nutrientes como proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. Eles também contêm outras substâncias com funções biológicas e, por apresentarem todos os aminoácidos essenciais, a proteína do ovo é usada como padrão para se avaliar a qualidade nutricional de outros produtos alimentares. De acordo com MILLWARD (2004), a proteína do ovo é altamente biodisponível e da mais alta qualidade nutricional comparada com todos os outros alimentos.

Além de apresentar excelentes características nutricionais, o ovo é um alimento barato e acessível, mas a população brasileira não despertou ainda para este fato. O preço de uma caixa de 30 dúzias de ovos é de R\$ 44,00 (Avisite, 18/05/2009), isso equivale R\$ 1,46 a dúzia ou ainda R\$ 0,12 centavos a unidade. O resultado da Pesquisa de Orçamento Familiar realizada pelo IBGE entre 2002 e 2003, revelou que, naquele período, a família brasileira, considerando uma média de 3,62 pessoas, gastava mensalmente R\$ 3,84 com a aquisição de ovos, valor que correspondia a 1,44% de todas as despesas efetuadas com a alimentação no domicílio. Os gastos com ovos absorviam 0,11% (R\$ 2,17) e 0,54% (R\$ 4,58) da renda mensal familiar, considerando as classes de rendimento de até R\$ 400,00 a mais de R\$ 4.000,00, respectivamente (IBGE, 2007).

No “ranking” mundial de consumo de ovos, o Brasil ocupa o sexagésimo oitavo posto, ficando atrás de pelo menos outros dez países latino-americanos, entre eles Paraguai, Uruguai, Chile, Argentina e Colômbia. O consumo do produto apontado pela FAO (2007) é de 19,57 g per capita diárias, correspondente a volume anual de 7,14 kg per capita ou cerca de 141 unidades/ano, considerando a unidade de 55 gramas, mesmo volume apontado pela UBA para 2007. Já a população de países como Dinamarca, Holanda e Japão consomem 61,9; 52,58 e 52,25 gramas de ovos por dia, respectivamente.

Segundo o IBGE, no Brasil temos de 10 a 15% da população subnutrida e a taxa de mortalidade infantil chega a 23,30% (IBGE, 2009). De acordo com BETTO (2004), fome e desnutrição formam um círculo vicioso, produzindo efeitos cumulativos e irreversíveis, como a dificuldade de assimilação de conhecimento pelas crianças raquíticas ou mal alimentadas, diminuição da imunidade, retardamento mental, cegueira e morte precoce, ou seja, de cada mil crianças nascidas vivas no Brasil, cerca de 32 morrem antes de completar um ano de vida. Ao todo, morrem mais de 150 mil crianças por ano. Portanto, é de fundamental importância a tentativa de reverter este quadro.

De acordo com PITA et al. (2004), o consumidor vem se tornando cada vez mais consciente quanto à importância da relação entre dieta e saúde, o que tem estimulado os pesquisadores e a indústria de alimentos a desenvolverem produtos enriquecidos com nutrientes capazes de produzir efeitos benéficos à saúde.

Nos países desenvolvidos, os ovos comercializados nos supermercados são enriquecidos com outras substâncias, como vitaminas, e pesquisas evidenciaram como a adição de vitamina A poderia reduzir os riscos da degeneração macular (MULDER, 2006). A vitamina E é importante pelas suas propriedades antioxidantes, ajudando a prevenir o câncer e doenças do coração. GREGORY III (2001) demonstrou a relação inversa entre o "status" nutricional do ácido fólico e o risco de várias formas de doenças vasculares, certos tipos de câncer e a ocorrência de má formação do tubo neural em embriões. PEDROSA & CASTRO (2005) relataram que a vitamina D, através de suas ações no intestino, rins, ossos, é um pró-hormônio fundamental para a homeostase do cálcio e para o desenvolvimento do esqueleto saudável.

Aliado a todos os aspectos positivos de desempenho e aos baixos investimentos, a criação de codornas tem despertado grande interesse de produtores, empresas e pesquisadores (MURAKAMI & GARCIA, 2007), fato este que pode ser comprovado pelos dados apresentados pelo IBGE (2009), em que o efetivo de cabeças de codornas no Brasil em 1995 era de, aproximadamente, três milhões e em 2009 este número saltou para oito milhões.

O ovo de codorna é mais atrativo ao consumidor do que o de poedeira comercial devido ao sabor e à coloração da casca (SALMA et al., 2007) e, principalmente, pela

facilidade de ingestão, pois de uma só vez se consegue mastigar a gema e o albúmen, sem que seja necessário o fracionamento, causando o “esfarelamento” dos constituintes dos ovos.

As vitaminas são encontradas nos alimentos naturais em concentrações muito pequenas, porém essenciais para o crescimento normal do organismo e saúde. Devido à ausência de vitaminas na dieta ou no caso de não serem absorvidas no intestino, provoca no indivíduo um estado de carência que se traduz por um quadro de patologia específico (BALLA, 1998). Neste sentido torna-se importante o enriquecimento de ovos com vitaminas, resultando em um alimento de melhor qualidade nutricional para o consumo humano.

Vitamina A

De acordo com COWARD (1927), a vitamina A, conhecida pela designação de retinol, é instável aos processos oxidativos e a temperaturas acima de 34° C. Essa vitamina é um álcool primário, polietilênico e lipossolúvel, apresentando grande capacidade reativa, sendo a primeira vitamina a ser identificada (PENTEADO, 2003).

A vitamina A, um álcool isoprenóide lipossolúvel e insaturado amarelo claro cristalino, é composta em sua estrutura de um anel β -ionona hidrofóbico e uma cadeia lateral isoprenóide conjugada. As diferentes formas de vitamina A encontradas nos tecidos animais são retinol, retinaldeído, ácido retinóico e ésteres de retinil (Figura 1). Foi chamada de retinol em referência a sua função específica na retina do olho (CHAGAS et al., 2003; EL BEITUNE et al., 2004; DEBIER & LARONDELE, 2005).

KRAUSE et al. (1998), realizando estudo com a população pobre da Guatemala, demonstraram que a fortificação de alimentos foi um instrumento útil para contribuir no aumento geral da ingestão de vitamina A naquela população. A eliminação da deficiência da vitamina A como problema de saúde pública é uma estratégia primordial para melhorar a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento das crianças (MILAGRES et al., 2007).

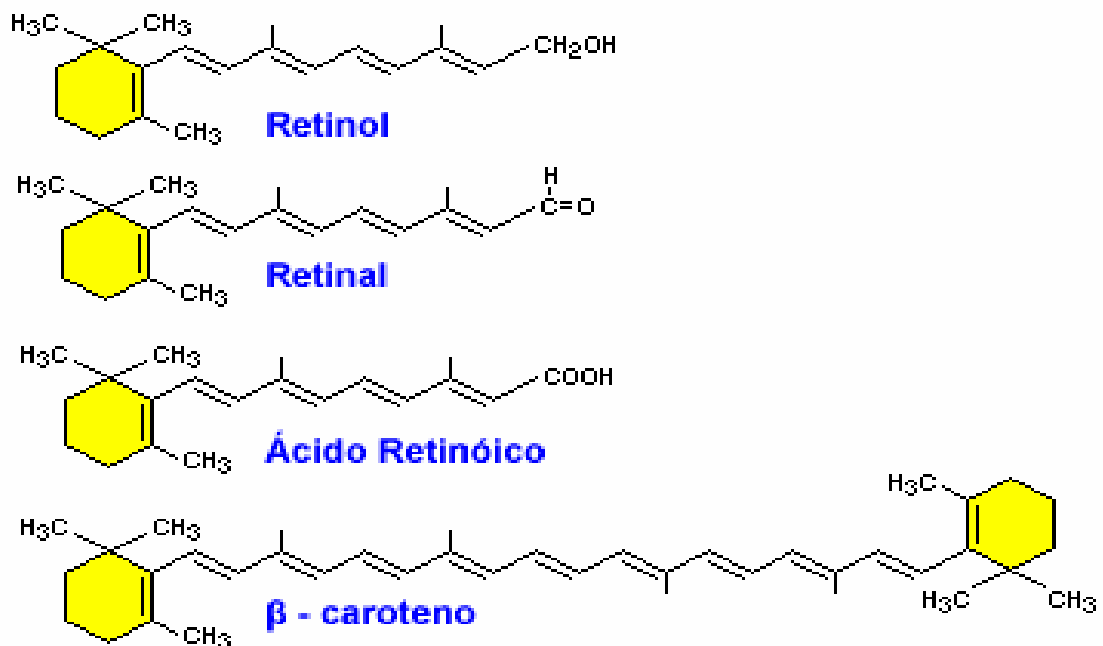


Figura 1. Estrutura química das principais formas da vitamina A

Fonte: BOWEN et al. (2000).

RONCADA et al. (1978), descreveram a vitamina A como sendo a mais estudada das vitaminas, já que sua deficiência prolongada causa grave doença carencial, a hipovitaminose A. Se não tratada a tempo, a hipovitaminose A acarreta uma síndrome ocular, a xeroftalmia, a qual poderá conduzir a um quadro de cegueira irreversível.

O estudo realizado por UNDERWOOD (1998) revelou que mais de 100 milhões de crianças na fase pré-escolar apresentam os sintomas da deficiência de vitamina A e é a causa mais freqüente de problemas na visão em crianças de países em desenvolvimento.

BEATÓN et al. (1993) publicaram uma meta-análise de oito estudos realizados na Ásia e África em crianças na fase pré-escolar que receberam suplementos de vitamina A. Estes autores chegaram à conclusão que a administração de vitamina A reduziu a mortalidade em, aproximadamente, 23% e em dois destes estudos, esta taxa

foi de quase 50% e que os programas de suplementação com vitamina A a cada quatro a seis meses são efetivos.

BEITUNE et al. (2007) realizaram uma interessante revisão sobre a vitamina A e mostraram que a história desta vitamina está intimamente relacionada às suas aplicações clínicas, principalmente ao controle da cegueira noturna. Segundo FRANCO (1998), esta afecção foi descrita pela primeira vez no Egito cerca de 1500 a.C. Somente a partir do século XIX, surgiram os primeiros relatos associando algumas alterações oculares com a deficiência dietética. A descoberta da vitamina A ocorreu quase que simultaneamente em 1913 por dois grupos independentes de pesquisadores das Universidades de Wisconsin e Yale.

Segundo PRADO et al. (1995), em vários países a deficiência de vitamina A ainda está associada ao desmame precoce, consumo inadequado de alimentos fontes dessa vitamina e à pobreza, levando a um inadequado consumo desse nutriente.

Com respeito à vitamina A, nos países da América Latina não é freqüente a manifestação da forma clínica severa da deficiência desta vitamina, todavia, a forma subclínica é capaz de provocar transtornos na integridade do tecido epitelial, do sistema imune e contribuir no aumento da morbidade e, principalmente, nos problemas relacionados ao sistema da visão (SOMMER et al., 1984, MORA et al., 1998 e LEAL et al., 2007).

Os carotenóides atuam como precursores da vitamina A, realizando a conversão para retinol na parede do intestino (SURAI, 2002). Os retinóis, e alguns dos precursores carotenóides, são encontrados nos ovos de aves, mais especificamente na gema, em concentrações elevadas e são considerados essenciais ao desenvolvimento embrionário (BOILY et al., 2003). Do conteúdo de vitamina A analisado em ovos frescos de poedeiras, 80% estava na forma de retinol (KARADAS et al., 2006). QUADRO et al. (2003) mostraram que todos os precursores da vitamina A devem ser obtidos através da dieta na forma de retinol, ésteres de retinil ou carotenóides, pois as aves são incapazes de sintetizar esta vitamina.

O nível de vitamina A é significativamente alterada no ovo pelo aumento desta vitamina na dieta de poedeiras (NABER, 1979). Suplementando-se de duas a três

vezes mais os níveis recomendado pelo NRC, consegue-se transferir de 60 a 80% destes valores para o ovo (NABER & SQUIRES, 1993). MENDONÇA Jr. et al. (2002) observaram aumento progressivo na incorporação de retinol na gema dos ovos quando a vitamina A for suplementada na dieta basal de poedeiras.

COŞKUN et al. (1998), suplementando galinhas poedeiras durante 72 semanas com diferentes níveis de vitamina A (0, 4.000, 12.000 e 24.000 UI de vitamina A/kg dieta), não observaram mudança significativa na produção de ovos.

WATANABE (1999) descreveu mudança do perfil vitamínico do ovo mediante a suplementação da dieta com níveis de vitaminas acima daqueles recomendados para máximo desempenho, podendo resultar em um alimento de melhor qualidade para o consumo humano.

Vitamina D

A vitamina D é de extrema importância na formação normal dos ossos e ovos. A deficiência, quando prolongada e severa, pode levar à osteomalácia em adultos e ao raquitismo em crianças. A vitamina D pode ser suprida através da dieta ou produzida pela pele por meio da ação dos raios solares.

Em revisão feita por PEDROSA & CASTRO (2005), foi demonstrado que a vitamina D, através de suas ações no intestino, rins, ossos e glândulas paratireóides, é um pró-hormônio fundamental para a homeostase do cálcio e para o desenvolvimento de um esqueleto saudável. BOLLAND et al. (1983) sugeriram que a $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ seria a responsável pela estimulação do transporte ativo de cálcio para o interior do retículo endoplasmático pelo cálcio ATPase e que a atividade desta enzima seria regulada pela fosforilação de proteínas na membrana do retículo estimulada pela $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$.

O colecaliferol (vitamina D_3) é a única forma química de vitamina D que atua como precursor nutricional do metabólito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, forma ativa, atuando no metabolismo do cálcio e do fósforo e na formação e fortalecimento de ossos, patas e cascas dos ovos (SCOTT et al., 1982).

A vitamina D, mediante suas ações sobre a regulação do transporte de cálcio (CURRY et al., 1974; BOLLAND et al., 1983), síntese protéica (BIRGE & HADDAD, 1975; POITON et al., 1979) e cinética da contração (BIANCO & LAZARETTI-CASTRO, 1999; GLERUP et al., 2000) é importante para manutenção da massa, da força e da velocidade de contração do músculo esquelético.

Os níveis sugeridos de vitamina D para poedeiras variam de 300 a 2.500 UI/kg de ração (NRC, 1994; LESSON & SUMMERS, 1997,2001; FEEDSTUFFS, 1998; ROSTAGNO et al., 2005).

Em experimento realizado por HERNÁNDEZ et al. (2001) suplementando a dieta de galinhas de primeiro e segundo ciclos de produção com 25(OH)D₃ (metabólito da vitamina D), postularam uma melhora na espessura da casca dos ovos, mostrando a importância da vitamina D no metabolismo e na absorção do cálcio e do fósforo.

O ovo, entre poucos alimentos naturais, é uma fonte potente de vitamina D para humanos. Pesquisas têm indicado que a vitamina D₃ (colicalciferol), contida no ovo, pode ser muitas vezes aumentada pela suplementação desta na dieta de poedeiras (MATTILA et al., 1999 e 2004). A suplementação de vitamina D₃ na dieta, não alterou a composição de ácidos graxos ou as propriedades sensoriais e funcionais dos ovos (MATTILA et al., 2003).

Vitamina E

A vitamina E é necessária ao organismo e exerce várias funções como atividade antioxidante, manutenção das membranas das células, manutenção das células vermelhas e nervos, efeito antiinflamatório e estímulo da resposta imune (AUSTRALIAN EGG, 2005).

De acordo com BATISTA et al. (2007), a vitamina E apresenta efeitos positivos, tanto para a qualidade nutricional dos alimentos quanto para a saúde humana, sendo a sua utilização na indústria alimentícia como antioxidante natural uma estratégia eficaz para o aumento da ingestão desse micronutriente.

WEBER (2001) descreveu a vitamina E como um grupo de componentes lipossolúveis importantes para a reprodução, crescimento, integridade das células e tecidos e prevenção de doenças. Os animais não sintetizam a vitamina E, e são, portanto, dependentes de fontes dietéticas para suprir suas exigências.

O enriquecimento de ovos com ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) e vitaminas tem despertado grande interesse da indústria avícola, favorecendo o aparecimento no mercado brasileiro de algumas marcas comerciais que visam conquistar parcela da população preocupada em ingerir dietas mais saudáveis (PITA et al., 2004).

A suplementação de vitamina E ajuda na estabilidade oxidativa das células, bem como melhora as propriedades sensoriais dos alimentos de origem animal (WENK et al., 2000). O requerimento de vitamina E para poedeiras comerciais e outras aves está estabelecido pelo NRC (1994), porém, tem sido proposto que os níveis de antioxidantes, como a vitamina E, da dieta devem variar de acordo com a susceptibilidade da oxidação dos tecidos ou produtos de origem animal (WANG et al., 1996).

A vitamina E é o principal componente antioxidante transportado na corrente sanguínea pela fase lipídica das partículas lipoprotéicas. Junto com o beta-caroteno e outros antioxidantes naturais, chamados ubiquinonas, a vitamina E protege os lipídios da peroxidação. A ingestão de vitamina E em quantidades acima das recomendações pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares, melhorar a condição imune e modular os processos degenerativos importantes associados ao envelhecimento em humanos (SOUZA et al., 2003).

Segundo FARIA & JUNQUEIRA (2000), a absorção da vitamina E ocorre no intestino delgado onde é rapidamente hidrolisada da sua forma esterificada pela lipase. A biliar é necessária para a sua absorção, pois atua na formação das micelas. A vitamina E então é incorporada em protomicrons, que são transportados ao fígado. Subsequentemente se ligam às proteínas de baixa densidade sendo, então, transportadas para todos os tecidos.

A vitamina E, por ser um composto lipossolúvel e compor as membranas celulares, é considerada um antioxidante natural e, portanto capaz de impedir a deterioração lipídica, impedindo a formação de hidroperóxidos (BUCKLEY et al., 1995). Devido à sua capacidade antioxidante, além dos benefícios para a saúde, a vitamina E tem ações benéficas sobre o alimento, minimizando a formação de radicais livres (BATISTA et al., 2007).

Reforçando sua importância, BIANCHI & ANTUNES (1999) mostraram que a vitamina E é um componente dos óleos vegetais, sendo encontrada na natureza em quatro formas diferentes α , β , γ e δ -tocoferol, sendo o α -tocoferol a forma antioxidante amplamente distribuída nos tecidos e no plasma. A vitamina E encontra-se em grande quantidade nos lipídeos, e evidências recentes sugerem que essa vitamina impede ou minimiza os danos provocados pelos radicais livres associados com doenças como câncer, artrite e catarata e o envelhecimento. A vitamina E tem a capacidade de impedir a propagação das reações em cadeia induzidas pelos radicais livres nas membranas biológicas. Os danos oxidativos podem ser inibidos pela ação antioxidante dessa vitamina, juntamente com a glutathione, a vitamina C e os carotenóides, constituindo um dos principais mecanismos da defesa endógena do organismo.

GROBAS et al. (2002) mostraram relação linear positiva entre a suplementação de dl- α -acetato de tocoferil e a concentração de α -tocoferol na gema de ovos de poedeiras.

Segundo BATISTA et al. (2007), embora a deficiência de vitamina E não seja um problema de saúde pública, a ingestão de doses maiores que a estabelecida pela atual recomendação, tem conduzido a efeitos benéficos contra doenças causadas pelo estresse oxidativo, o que sugere que a fortificação dos alimentos pode contribuir para a ingestão adequada de vitamina E.

Ovos enriquecidos com vitaminas

Segundo ZANCUL (2004), a fortificação de alimentos é um procedimento muito eficaz para prevenir a deficiência de vários micronutrientes, entre eles a deficiência

nutricional da vitamina A. Com a tecnologia existente atualmente, é possível fazer a fortificação de alimentos industrializados e, futuramente, a biofortificação das sementes com vitamina A e ferro sem a alteração das propriedades dos alimentos.

SQUIRES & NABER (1993) verificaram aumento no teor de retinol na gema de ovos de galinhas suplementadas com uma, duas ou quatro vezes os níveis de vitamina A recomendados pelo NRC. Os mesmos autores sugeriram uma eficiência de 80% de transferência de vitamina A da ração para o ovo em dietas com 8.000 UI de vitamina A/kg, ou seja, de 244 UI de vitamina A depositada no ovo.

Em experimentos semelhantes, MENDONÇA Jr. et al. (2002) e MORI et al. (2003) suplementando dietas de galinhas Hy-Line, verificaram aumento de 53,3% e 50,6% de retinol na gema de galinhas quando suplementadas com 30.000 UI e 25.000 UI de vitamina A/kg, respectivamente. Do mesmo modo, KARADAS et al. (2006) relataram aumento na concentração da vitamina A na gema de ovos de codornas pela suplementação de três fontes de caroteno.

Em estudo com adição de vitamina A na ração sobre as concentrações de retinol e tocoferol no plasma e na gema do ovo de galinhas, WATANABE (1999) verificou elevação progressiva nos teores de retinol na gema de ovos com a suplementação de acetato retinil à dieta basal, com percentuais de incremento que variaram de 8,63% (5.000UI de vitamina A/kg) a 50,56% (25.000 UI de vitamina A/kg).

RAMALHO (2007), estudando o efeito da suplementação com retinol palmitato em codornas japonesas, encontrou incremento progressivo na incorporação de retinol na gema do ovo em resposta à suplementação, atingindo valores 384% superiores aos dos tratamentos controle.

Suplementando a dieta de poedeiras com níveis crescentes de D₂ e D₃ (6.000 e 15.000UI/kg), MATTILA et al. (2004) verificaram que o grupo de poedeiras que recebeu dieta com D₃, apresentou enriquecimento da gema dos ovos que variou de 9,1-13,6 com 6000 UI e de 25,3-33,7 µg de colecalciferol/100 g de gema, para aves suplementadas com 15.000 UI/kg.

Investigando o efeito da suplementação e a rapidez da transferência do colecalciferol da dieta de poedeiras para a gema dos ovos, MATTILA et al. (2003)

verificaram que o enriquecimento da gema dos ovos alcançou os maiores valores após 8-13 dias da suplementação, sendo que após 112 dias de suplementação a concentração de colecalciferol diminuiu gradualmente.

BÖLÜKBASI et al. (2007) verificaram que a suplementação de vitamina E provocou aumento na deposição de α -tocoferol na gema de ovos de poedeiras expostas a estresse térmico, inibindo a reação em cadeia da peroxidação na gema.

Suplementando dieta de poedeiras com níveis crescentes de vitamina E (0, 200, 400 e 600 mg/kg), MORI et al. (2003) observaram aumento na concentração de α -tocoferol na gema de 10,9 μ g/g (dieta controle) para 160,6; 264,1 e 383,2 μ g/g, respectivamente.

Verificando a influencia de altos níveis de vitamina E (0; 100; 1000; 10000 e 20000 mg de dl- α -acetato de tocoferol/kg) na dieta de poedeiras durante 10 semanas, SÜNDER & FLACHOWSKY (2001) observaram aumento proporcional de tocoferol na gema com a inclusão da vitamina E na dieta.

Em experimento com adição de ácidos graxos e vitamina E na dieta de poedeiras da linhagem Babcock, PITA et al. (2004) obtiveram correlação positiva entre a quantidade de vitamina E ingerida e a concentração de alfa-tocoferol incorporado à gema do ovo ($R^2=0,9613$).

Estudando o efeito da suplementação da vitamina E (0, 200, 400, 600 e 800 mg de acetato de dl- α -tocoferil/kg) no enriquecimento de ovos de poedeiras Hy-Line com 33 semanas, ALMEIDA (2001) encontrou elevação progressiva e significativa das concentrações de tocoferol na gema do ovo com percentuais de incremento que variaram de 298% (T200) a 972% (T800).

Avaliando o efeito de dois níveis de proteína bruta (14 e 16%) e dois níveis de vitamina E (25 e 250 mg/kg) na dieta de matrizes de frangos de corte sobre a concentração de α -tocoferol na gema, BARRETO et al. (1999) verificaram aumento na concentração de alfa-tocoferol de seis vezes, independente do nível de proteína bruta na dieta.

GALOBART et al. (2002) observaram que a concentração de α -tocoferol na gema aumentou após o quarto dia de suplementação de vitamina E (200 mg/kg) e os

valores alcançaram o pico no 14º dia (168 µg/g de gema), reduzindo de 10-12 % deste valor até 19º dia.

Suplementando a dieta de poedeiras com oito níveis de vitamina E (0, 20, 40, 80, 160, 320, 640 e 1280 UI/kg), GROBAS et al. (2002) demonstraram que a concentração de α -tocoferol na gema dos ovos aumentou linearmente conforme a inclusão de vitamina E na dieta.

Analisando a desnutrição nas populações de baixa renda, excelente valor nutricional dos ovos, crescente demanda por ovos de codornas e a possibilidade de aumentar as concentrações destas vitaminas nos ovos, idealizou-se este estudo com o intuito de que parte da população menos favorecida e que apresente determinadas deficiências nutricionais tenha a possibilidade de melhorar a sua qualidade de vida com o consumo destes ovos e não com a finalidade de recomendar o seu uso para pequenos e grandes produtores no sentido de aumentar a sua renda com a venda destes ovos.

Objetivos do estudo

Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da suplementação de ração de codornas com vitaminas A, D e E sobre a concentração destas vitaminas na gema, na tentativa de melhorar o nível nutricional dos ovos, assim como verificar o efeito desta suplementação no desempenho e qualidade interna e externas dos ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento.

Referências

ALMEIDA, C.R.M. **Influência da vitamina E alimentar no enriquecimento de ovos de galinhas**. 2001. 60f. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2001.

AUSTRALIAN EGG CORPORATION LIMITED. Food & Nutrition Australian Ltd, October, v.3, p.7, 2005.

AVISITE. O Portal da Avicultura na internet. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/>> Acesso em: 18 de maio. 2009.

BALLA, J. **Vitaminas – Consideraciones Generales**. 1998. Disponível em <www.cspp.com.br>. Acesso em: 10 de fev. 2008.

BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; GONÇALVES, T.M. Níveis de proteína e de vitamina E para matrizes de frango de corte. 1. Efeito sobre o desempenho das matrizes, composição do ovo e desempenho da progênie. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.2, p.183-192, 1999.

BATISTA, E.S.; COSTA, A.G.V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.20, p. 525-535, 2007.

BETTO, F. **Cartilha da Mobilização Social da Fome Zero**. 2004. Disponível em: <www.fomezero.gov.br/.../Cartilha%20Fome%20Zero%202004%20-%20final.pdf>. Acesso em 26 de set. de 2009.

BEATÓN, G. H.; MARTORELL, R.; ARONSON, K. J.; EDMONSTON, B.; McCABE, G.; ROSS, A. C. & HARVEY, B., 1993. **Effectiveness of vitamin A supplementation in the control of young child morbidity and mortality in developing countries**. Toronto, International Nutrition Program, 1993. p.162.

BEITUNE, P.; DUARTE, G.; MORAIS, E.N.; QUIANTANA, S.M.; VANNUCCHI, H. Deficiência da vitamina A e associações clínicas: revisão. *Archivos Latinoamericanos de*

Nutrición, v.53, n.4. Disponível em: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2003-4/deficiencia_vitamina.asp>. Acesso em 09 de nov. 2007.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.12, p.123-130, 1999.

BIANCO, A.C.; LAZARETTI-CASTRO, M. Fisiologia do metabolismo osteomineral. In: Aires MM, editor. **Fisiologia** . 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999 . p. 870-874.

BIRGE, S.J.; HADDAD, J.G. 25 Hydroxicholecalciferol stimulation of muscle metabolism. **The Journal of Clinical Investigation**. v. 56, p. 1100-1107, 1975.

BOILY, M.H., NDAYIBAGIRA, A., SPEAR, P.A. Retinoid metabolism (LRAT, REH) in the yolk-sac membrane of Japanese quail eggs and effects of mono-*ortho*-PCBs. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v.134, p.11–23, 2003.

BOLLAND, R., BOLAND, A.R., RITZ, E., HASSELBACH, W. Effect of 1,25-dihydroxicholecalciferol on sarcoplasmic reticulum calcium transport in strontium fed rats. **Calcified Tissue International**, New York, v.35, p.190-195, 1983.

BÖLÜKBASI, S.C.; ERHAN, M.K.; KELES, M.S.; KOÇYIĞIT. Effect of dietary vitamin E on the performance, plasma and egg yolk vitamin E levels and lipid oxidation of egg in heat stressed layers. **Journal of Applied Biological Sciences**, v.1 (3), p.19-13, 2007.

BOWEN, R.A.; AUSTGEN, L.; ROUGE, M. **Retinol**, 2000. “Disponível em!”: <http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/misc_topics/vitamina.gif>. Acesso em: 25 de set. 2009.

BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A.; GRAY, J.I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.3122-3130, 1995.

CHAGAS, M.H.C.; FLORES, H.; SIQUEIRA CAMPOS, F.A.C.; SANTANA, R.A.; LINS, E.C.B. Teratogenia da vitamina A. **Revista Brasileira de Saúde Materna Infantil**, Recife, v.3(3), p.247-252, 2003.

COŞKUN, F.; INAL, F.; CELIK, I.; ERGANIŞ, O.; TİFTİK, A.M.; KURTOĞLU, F.; KUYUCUOĞLU, Y.; OK, Ü. Effects of dietary levels of vitamin A on the egg yield and immune responses of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.77, p.542-546, 1998.

COWARD, K.H. Influence of light and heat on formation of vitamin A in plant tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v.72, p.781-799, 1927.

CURRY O.B., BASTEN J.F., FRANCIS M.J.O., SMITH R: Calcium uptake by sarcoplasmic reticulum muscle from vitamin D-deficient rabbits. **Nature**, London, v.249, p.83–84, 1974.

DEBIER, C.; LARONDELLE, Y. Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring, **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.93, p.153-174, 2005.

EL BEITUNE, P.; DUARTE, G.; QUINTANA, S.M.; FIGUEIRÓ FILHO, E.A; VANNUCHI, H. Hipovitaminose A: cofator clínico deletério para o homem. **Medicina de Ribeirão Preto**, Ribeirão Preto, v.36, p.5-15, 2004.

FAO – Food and Agriculture Organization. “Disponível em”: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em 26 de out. 2007.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M. Enfermidades nutricionais. In: BERCHIERI Jr, A., MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000. p.429-448.

FRANCO, G. **Tabela de composição dos alimentos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 1998. p.9-15.

FEEDSTUFFS. **Reference Issue**, 1998. p.70.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C.; CORTINAS, L.; BAUCCELLS, M.D.; CODONY, R. Accumulation of α -tocopherol in eggs enriched with ω 3 and ω 6 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p. 1873-1876, 2002.

GLERUP, H.; MIKKELSEN, K.; POULSEN, L. Hipovitaminosis D myopathy without biochemical signs o osteomalacic bone involvement. **Calcified Tissue International**, New York, v.66, p. 419-424, 2000.

GREGORY III, J.F. Bioavailability of nutrients and other bioactive components from dietary supplements. Case study: Folate bioavailability. **The Journal of Nutrition**, v.131, p.1376S-1382S, 2001.

GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; BOTE, C.L.; DE BLAS, C.; MATEOS, G.G. Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk α -tocopherol concentration. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p.376-381, 2002.

HERNÁNDEZ, M.G., LÓPEZ. R.M., GONZÁLEZ. E.A., RAMÍREZ. E.S. Mejoramiento de la calidad del cáscaron con 25 hidroxicolecalciferol [$25(\text{OH})\text{D}_3$] en dietas de gallinas de primero y segundo ciclos. **Revista Científica da América Latina e Caribe, Espanha e Portugal**, v. 32, n.3, p. 167-173, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Sistema IBGE de recuperação automática. “Disponível em”: <[http:// www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/)> Acesso em 07 de nov. 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Sistema IBGE de recuperação automática. “Disponível em”: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1272&id_pagina=1> Acesso em 07 de dez. 2009.

KARADAS, F., SURAI, P.F., SPARKS, N.H.C., GRAMMENIDIS, E. Effects of maternal dietary supplementation with three sources of carotenoids on the retinyl esters of egg yolk and developing quail. **Comparative Biochemistry and Physiology – A**, Oxford, v.140, p.430-435, 2006.

KRAUSE, V.M.; DELISLE, H.; SOLOMONS, N.W. Fortified foods contribute one half of recommended vitamin A intake in poor urban Guatemalan toddlers. **The Journal of Nutrition**, v.128, p.860-864, 1998.

LEAL, J.Y.; CASTEJÓN, H.V.; ROMERO, T.; ORTEGA, P.; GÓMEZ, G.; AMAYA, D.; ESTÉVEZ, J. Valores séricos de interleucina-10, interferon-gamma y vitamina A en adolescentes femeninas. **Investigacion Clinica**, Maracaibo, v.8, p.317-326, 2007.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: Universtity Books, 1997. 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott’s nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 59p.

MATTILA, P.; LEHIKONEN, K.; KIISKINEN, T.; PIIRONEN, V. Cholecalciferol and 25-Hydroxycholecalciferol Content of Chicken Egg Yolk As Affected by the Cholecalciferol

Content of Feed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.47, p.4089-4092, 1999.

MATTILA, P.; ROKKA, T.; KONKO, K.; VALAJA, J.; ROSSOW, L.; RYHANEN, E.L. Effect of cholecalciferol-enriched hen feed on egg quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.51, p.283-287, 2003.

MATTILA, P.; VALAJA, J.; ROSSOW, L.; VENALAINEN, E.; TUPASELA, T. Effect of vitamin D₂ and D₃- enriched diets on egg vitamin D content, production, and bird condition during an entire production period. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 433-440, 2004.

MENDONÇA Jr., C.X., ALMEIDA, C.R.M., MORI, A.V., WATANABE, C. Effect of dietary vitamin A on egg yolk retinol and tocopherol levels. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 11, p.373-378, 2002.

MILAGRES, R.C.R.M.; NUNES, L.C.; SANT'ANA, H.M.P. A deficiência de vitamina A em crianças no Brasil e no mundo. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.12, n.5, p.1253-1266, 2007.

MILLWARD, D.J. Macronutrient intakes as determinants of dietary protein and amino acid adequacy. **The Journal of Nutrition**, v.134, p.1588S-1596S, 2004.

MORA, J.O.; GUERI, M.; MORA, O.L. Vitamin A deficiency in Latin America and the Caribbean: An overview. **Revista Panamericana del Salud Pública/Pan American Journal of Public Health**, Washington, v. 4, p.176-186, 1998.

MORI, A.V.; MENDONÇA Jr., C.X.; ALMEIDA, C.R.M.; PITA, M.C.G. Supplementing hens diets with vitamins A and E affects egg yolk retinol and α -tocopherol levels. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.12, p.106-114, 2003.

MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M. Pontos críticos na criação de codornas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA, IV, 2007, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 2007, p. 41-53.

MULDER, R. Eggs: a new way to take your medicine. **World Poultry**, v.22, p.26-27, 2006.

NABER, E.C. The effect of nutrition on the composition of the egg. **Poultry Science**, Champaign ,v.58, p. 518-528, 1979.

NABER, EC., SQUIRES, M.W. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: Diet to egg transfer and commercial flock survey. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1046-1053, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy Press, 9.rev.ed., 1994, 155p.

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

PENTEADO, M.D.V.C. **Vitaminas**: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos. Barueri (SP): Manole, 2003.

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; NAKAOKA, L.M.; MENDONÇA JR, C.X. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de α -tocoferol na gema do ovo. **Brasilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41 (1), p.25-31, 2004.

PRADO, M.S.; ASSIS, A.M.O.; MARTINS, M.C.; CONCEIÇÃO, M.E.; ARAÚJO, M.P. Hipovitaminose A em crianças de áreas rurais do semi-árido baiano. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n.4, p. 295-300, 1995.

POINTON, J.J.; FRANCIS, M.J.; SMITH, R. Effect of vitamin D deficiency on sarcoplasmic reticulum function and troponin C concentration of rabbit skeletal muscle. **Clinical Science**, London, v. 57, p. 257-263, 1979.

QUADRO, L., HAMBERGER, L., COLANTUONI, V., GOTTESMAN, M.E. BLANER, W.S. Understanding the physiological role of retinol-binding protein in vitamin A metabolism using transgenic and knockout mouse model. **Molecular Aspects of Medicine**, Elmsford, v.24, p.421-430, 2003.

RAMALHO, H.M.M. **Efeito da suplementação com retinol palmitato em codornas (*Coturnix coturnix japonica*) nos níveis de retinol na gema dos ovos**. 2007. 90f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Natal, RN.

RONCADA, M.J.; WILSON, D.; NUNES, M.F.; OKANI, E.T. Hipovitaminose A em filhos de migrantes nacionais em trânsito pela cidade de São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.12, p.345-350, 1978.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SALMA, U.; MIAH, A.G.; MAKI, T.; TJSUJII, H. Effect of dietary *Rhodobacter capsulatus* on cholesterol concentration and fatty acid composition in japanese quail (*Coturnix coturnix*) egg. **The Journal of Poultry Science**, v.44, p.375-382, 2007.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.D.; YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken**. Ithaca: M.L. Scott & Associates. 1982. p.562.

SOMMER, A.; KATZ, J.; TAMRVROTJ, J. Increased risk of respiratory disease and diarrhea in children with pre-existing mild vitamin A deficiency. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v.40, p.1090-1095, 1984.

SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.H.; MAIA, G.A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SQUIRES, M.W.; NABER, E.C. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: vitamin A study. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.154-164, 1993.

SÜNDER, A.; FLACHOWSKY, G. Influence of high vitamin E dosagens on retinol and carotinoid concentration in body tissues and eggs of laying hens. **Archives of Animal Nutrition**, Montreux, v.55, p.43-52, 2001.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**, Nottingham University Press, Nottingham, 2002, p.65.

UBA – União Brasileira de Avicultura. “Disponível em”: <<http://www.uba.org.br/>> Acesso 18 de jan. 2007.

UNDERWOOD, B.A. Micronutrient malnutrition: is it being eliminated? **Nutrition-today**, Baltimore, v. 33, p.121-129, 1998.

WANG, Y.H.; LEIBHOLZ, J.; BRYDEN, W.L.; FRASER, D.R. Lipid-peroxidation status as an index to evaluate the influence of dietary fats on vitamin E requirements of young pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.75, p.81-95, 1996.

WATANABE, C. **Efeito da adição de vitamina A à ração sobre as concentrações de retinol e tocoferol no plasma e na gema de ovo de galinhas**. 1999. 78f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 1999.

WEBER, G. Vitamina E na nutrição das aves: a chave para ótima saúde aviária e produtos de qualidade superior. In: **Simpósio de nutrição animal**; 2001; Campinas, São Paulo e Chapecó, Santa Catarina. Brasil, p.15-30.

WENK, C.; LEONHARDT, M.; SCHEEDER, M.R.L. Monogastric nutrition and potential for improving muscle quality. In: **Antioxidants in muscle foods: Nutritional Strategies to Improve Quality**. New York. p.199-228, 2000.

ZANCUL, M.S. Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A. **Revista Medicina**, Ribeirão Preto, v.37, p.45-50, 2004.

CAPÍTULO 2 – SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINA A

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho, a concentração da vitamina A na gema e a qualidade interna e externa dos ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento, quando codornas japonesas foram submetidas a suplementações acima das exigências de vitamina A na dieta. Foram utilizadas 192 codornas na fase de postura, com 70 dias de idade, com 6 repetições e 8 aves por parcela, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: controle; 10.000; 20.000 e 30.000 UI de vitamina A/kg de ração. Foram avaliadas as características de desempenho, concentração de retinol na gema, qualidade interna (unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e de albúmen), qualidade externa (peso específico, espessura da casca, porcentagem de casca) de ovos frescos e armazenados. O método utilizado para quantificar o retinol na gema foi a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Os resultados revelaram que não houve diferenças significativas no desempenho e na qualidade interna e externa dos ovos. Quanto à concentração de retinol na gema, a suplementação ocasionou aumento linear, atingindo valores 536,27% superiores aos valores do controle para o nível de 30.000 UI de vitamina A/kg, sugerindo que o valor nutricional dos ovos, relacionado à vitamina A, pode ser aumentado pela suplementação da dieta das codornas. Em relação ao armazenamento dos ovos, os resultados revelaram que a qualidade dos ovos não se alterou até os 30 primeiros dias de armazenamento em temperatura ambiente, sendo que a refrigeração pode prolongar esse período de armazenamento.

Palavras-Chave: armazenamento, desempenho, qualidade, retinol

Introdução

A vitamina A ocorre fisiologicamente nas formas de álcool (retinol), aldeído (retinal), ácido (ácido retinóico) e éster (éster de retinil), sendo encontrada exclusivamente em produtos de origem animal, como por exemplo, em fígado, ovos ou leite, e em produtos suplementados (BASU & DICKERSON, 1996). As formas precursoras da vitamina A são os carotenóides, que possuem atividade biológica da vitamina após serem convertidas em retinol nas células intestinais. Tais pigmentos são encontrados nos vegetais de coloração verde-escuro ou amarelo-alaranjados e frutas, sendo naquelas plantas mais escuras associadas com níveis mais elevados da pró-vitamina A.

De acordo com COWARD (1927), a vitamina A, conhecida pela designação de retinol, é instável aos processos oxidativos e a temperaturas acima de 34° C. Essa vitamina é um álcool primário, polietilênico e lipossolúvel, apresentando grande capacidade reativa, sendo a primeira vitamina a ser identificada (PENTEADO, 2003).

A recomendação de vitamina A para poedeiras é de 4000UI/kg de dieta tanto para a obtenção de melhores índices de produção de ovos quanto para a máxima eclodibilidade (NRC, 1994). Entretanto, pode ser fornecida em doses elevadas, pois é pouco tóxica, dependendo da forma metabólica da vitamina. O retinol e seus ésteres apresentam baixa toxicidade em níveis de 1 a 1,5 milhões de unidades internacionais por kg de ração. Isso significa que seu nível tóxico é de 500 vezes superior à dose ótima (RUTZ, 2002).

O nível de vitamina A pode ser significativamente alterado no ovo pelo aumento desta vitamina na dieta de poedeiras (NABER, 1979). Segundo JOSHI et al. (1973), a vitamina A na gema do ovo está presente, principalmente, como retinol e em menor quantidade como ésteres de retinil.

Suplementando-se de duas a três vezes acima dos níveis recomendado pelo NRC, consegue-se transferir de 60 a 80% destes valores para o ovo (NABER & SQUIRES, 1993). MENDONÇA Jr. et al. (2002) observaram aumento progressivo na

incorporação de retinol na gema dos ovos quando a vitamina A foi suplementada na dieta basal de poedeiras.

Nas aves, a gema do ovo parece ter necessidades especiais em relação a vitamina A, desempenhando uma função de armazenagem para o desenvolvimento da ave, não apenas durante a incubação, mas também nos primeiros estágios da vida da ave (BÁRDOZ, 1989).

De acordo com SOUZA & VILAS BOAS (2002), a deficiência prolongada de vitamina A pode causar uma grave doença carencial em humanos, a hipovitaminose A, que pode, por sua vez, acarretar xerofthalmia e cegueira. Embora possa ser prevenida, a hipovitaminose A ainda é um problema de saúde pública em vários países em desenvolvimento (RAMALHO et al., 2002).

Segundo WATANABE (1999), a possibilidade de se oferecer ovos com teores de vitamina A acima dos valores normais, vem a ser mais uma alternativa para melhorar a imagem desse produto, colocando à disposição do consumidor um alimento suplementado.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito da suplementação da vitamina A na dieta de codornas sobre o desempenho, concentração de retinol na gema dos ovos e a qualidade interna e externa dos ovos frescos e armazenados durante 10, 20 e 30 dias.

Material e Métodos

Experimento 1 - Desempenho, concentração de retinol na gema e qualidade interna e externa de ovos de codornas submetidas à suplementação com níveis acima das exigências de vitamina A na dieta

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP – Jaboticabal (SP), em galpão convencional para codornas.

Foram utilizadas 192 codornas debicadas, com 70 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado e submetidas a quatro tratamentos (controle, 10.000, 20.000 e 30.000 UI de vitamina A/kg de ração), com seis repetições e oito aves por parcela. As aves do grupo controle receberam dieta basal com os níveis normais de vitamina A recomendado para atender às necessidades das aves (Tabela 1) seguindo as tabelas de composição de ingredientes de ROSTAGNO et al. (2005) e as exigências nutricionais, de acordo com o proposto por MURAKAMI (1991) e NRC (1994). Esta dieta basal foi suplementada com níveis de vitamina A acima das exigências anteriormente mencionados, constituindo, assim, os tratamentos. A vitamina A utilizada no experimento foi fornecida pela empresa M.Cassab Comércio e Indústria Ltda.

As aves foram alojadas em gaiolas de 32 x 36 x 28cm dispostas em degraus que ficavam a 70cm do piso do galpão. Os bebedouros foram do tipo *nipple* e a ração foi fornecida duas vezes ao dia (manhã e tarde), em comedouro contínuo de chapa galvanizada. Para não misturar as diferentes rações experimentais, utilizou-se placas de madeira que limitavam o comedouro à respectiva parcela.

Quando as aves atingiram 50% de produção, 70 dias de idade, deu-se início ao primeiro ciclo de postura e a partir dessa data a cada 14 dias estabeleceu-se um novo ciclo, totalizando quatro ciclos. Ao término de cada ciclo foi realizada a pesagem das sobras da ração e dos ovos de cada repetição.

Foram analisadas as características de desempenho: consumo diário de ração, conversão alimentar (consumo/dz e kg de ovos), peso dos ovos, porcentagem de

postura, bem como a qualidade interna (unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema e de albúmen), externa (peso específico, porcentagem de casca, espessura e peso de casca) e a quantificação da vitamina A na gema dos ovos.

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração fornecida às aves na fase de postura.

Ingredientes	%
Milho	63,507
Farelo de soja	27,622
Fosfato bicálcico	2,602
Calcário calcítico	4,864
Sal comum	0,400
DL-metionina (98%)	0,169
L-lisina (78%)	0,336
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,500
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína Bruta, (%)	18
Energia Metabolizável, (kcal/kg)	2800
Cálcio, (%)	2,50
Fósforo disponível, (%)	0,55
Metionina+Cistina total, (%)	0,76
Lisina total, (%)	1,30

¹Suplemento Vitamínico e Mineral – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,31mg; Biotina, 0,12mg; Colina, 300mg; Niacina, 12,37mg; Pantotenato de cálcio, 3,56mg; Vit. A, 7812,5 UI; Vit. B₁, 1,85mg; Vit. B₁₂, 25mcg; Vit. B₂, 4,25mg; Vit. B₆, 1,23mg; Vit. D₃, 3125 UI; Vit. E, 15,62mg; Vit. K, 1,22mg; Cobre, 9,37mg; Iodo, 0,63mg; Manganês, 57,18mg; Selênio, 0,28mg; Zinco, 72,28mg; Antioxidante, 0,5mg;

Características avaliadas:

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula descrita por CARD & NESHEIM (1966): $UH = 100 \cdot \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas, com auxílio de um micrômetro de mesa da marca AMES – S6428.

Índice gema: foi avaliada com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Professional, sendo que a relação entre as duas medidas forneceu o índice gema, ou seja, $IG=AG/LG$.

Relação gema/ovo, albúmen/ovo e casca/ovo: após os ovos serem quebrados, tomou-se os pesos das gemas e das cascas, após serem secas. O peso do albúmen foi calculado pela diferença entre o peso do ovo e estes dois constituintes do ovo, ou seja, a gema e a casca. A relação entre os constituintes do ovo foi calculada utilizando o peso do ovo inteiro como quociente.

Peso específico: foi realizado com todos os ovos íntegros produzidos no último dia de cada período, por imersão dos ovos em baldes com diferentes soluções salinas, cujas densidades variaram de 1,050 a 1,085 com intervalos de 0,005.

Espessura de casca: foram avaliadas três medidas na região equatorial para que se fosse feita a média da espessura de casca, com auxílio do micrômetro da marca Mitutoyo, de 0,001 mm de precisão.

Após o final do quarto ciclo, ou seja, após 56 dias do início do experimento, três ovos de cada repetição foram coletados aleatoriamente. Os ovos foram pesados, assim como o mesmo procedimento foi realizado com o albúmen e a gema, separadamente. Após a pesagem, as três gemas de cada repetição foram misturadas, formando um *pool* de gema, e posteriormente foram congeladas e analisadas no Laboratório do Departamento de Tecnologia da FCAV-UNESP de Jaboticabal.

Quantificação da vitamina A na gema: a determinação das concentrações de retinol na gema dos ovos foi obtida por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE/HPLC). Para tal foi utilizado o detector: UV-Visível (modelo SPD-M10Avp, SHIMADZU, 284 nm, coluna HRC-ODS (4,6mm x 25 cm), fase reversa. Fase móvel com gradiente Metanol: água (98:2 por 4,5 minutos), fluxo 1,0 mL/minuto, sendo realizada em duplicata e estimada em $\mu\text{g/g}$ da amostra.

A extração da vitamina A na gema foi realizada segundo a metodologia de CHERIAN et al. (1996) com algumas modificações.

Para identificação dos compostos analisados, foram comparados os tempos de retenção dos picos da amostra com a do padrão (Figura 1)

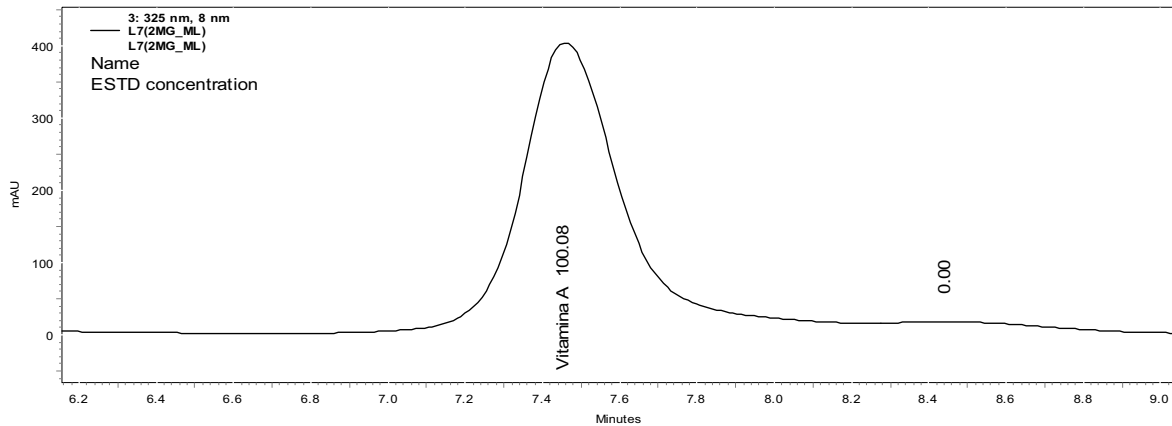


Figura 1. Cromatograma do padrão de retinol (100µg por 50 µL).

As análises estatísticas dos resultados foram realizadas pelo procedimento de regressão polinomial empregando-se o programa SAS[®] (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA) e os dados foram submetidos à avaliação de homogeneidade, e os valores “outliers” identificados foram retirados. Em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Experimento 2 - Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos e a quantificação da vitamina A durante o armazenamento

Dois grupos de três ovos de cada repetição, totalizando 432 ovos, foram armazenados durante 0, 10, 20 e 30 dias, sendo um grupo armazenado em refrigerador (4°C) e outro grupo armazenado em temperatura ambiente (28±2°C). A coleta desses foi feita nos quatro últimos dias do experimento, para reduzir alguma possível influência na quantificação da vitamina na gema dos ovos em diferentes idades das aves. Ao final do período de armazenamento, foram realizadas as análises de qualidade interna e externa e a quantificação da vitamina A nas gemas dos ovos, de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

Perda de peso: Os ovos foram pesados individualmente no primeiro dia e armazenados em diferentes períodos e ambientes. No dia das análises foram pesados novamente e calculou-se o percentual de perda de peso durante o armazenamento.

Para a análise estatística dos dados referente à qualidade dos ovos armazenados em diferentes períodos e ambientes e para a quantificação da vitamina A na gema desses ovos, utilizou-se um esquema fatorial 4 x 4 x 2 (controle, 10.000, 20.000 e 30.000 UI de vitamina A/kg de ração), 4 períodos de armazenamento (zero, 10, 20 e 30 dias), duas condições de armazenamento (temperatura ambiente e refrigerada). Quando as pressuposições de normalidades foram violadas, as análises das características da concentração de vitamina A e a porcentagem de perda de peso foram realizadas nos valores transformados ($y^{0,89942}$ e $y^{0,71805}$, respectivamente) e foram apresentadas as médias dos valores não transformados. Em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As análises dos dados se limitaram até a interação dupla dos resultados obtidos.

Resultados e discussão

Experimento 1

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos para as características de desempenho. Observa-se que não houve diferença estatística para os valores de consumo diário de ração, conversão alimentar (CA/kg e dz de ovos), peso dos ovos e porcentagem de postura de codornas durante o período experimental.

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias de consumo diário de ração, concordando com os resultados obtidos por COŞKUN et al. (1998) que não relataram diferenças no consumo de ração de galinhas suplementadas com 4.000, 12.000 e 24.000 UI de vitamina A/kg.

Do mesmo modo, LIN et al. (2002) e MENDONÇA Jr. et al (2002) também não verificaram diferenças quanto ao consumo de ração de galinhas suplementadas com vitamina A.

Entretanto, MORI et al. (2003) encontraram aumento no consumo de ração quando galinhas foram suplementadas com 30.000 UI de vitamina A/kg.

A suplementação de vitamina A na ração não proporcionou melhora na conversão alimentar (kg e dz de ovos), concordando com os achados de MENDONÇA Jr. et al (2002) e MORI et al. (2003) quando da suplementação de vitamina A na dieta de poedeiras.

Tabela 2. Valores médios para o consumo diário de ração (CDR), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (%P) e conversão alimentar (CA/kg e dz de ovos) de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).

Vitamina A	CDR(g)	PO (g)	%P	CA/kg	CA/dz
Controle	27,11	11,10	89,36	2,68	0,358
10000 UI	27,28	10,94	90,52	2,68	0,351
20000 UI	27,58	11,14	89,55	2,70	0,360
30000 UI	27,61	11,10	88,44	2,76	0,367
Probabilidade	0,08 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Valores de F	3,42	0,26	0,37	1,09	0,98
CV¹ (%)	1,89	2,17	3,99	4,73	5,64

¹coeficiente de variação, ns – não significativo (P>0,05).

Resultados diferentes foram encontrados por REID et al. (1965) que observaram aumento nos índices de conversão com a suplementação de vitamina A na dieta.

Quanto ao peso dos ovos, os resultados do presente estudo discordam daqueles encontrados por SACHDEV & PANDA (1989) e FU et al. (2000), que analisaram diferentes níveis de suplementação de retinol na dieta de codornas e observaram aumento no peso dos ovos. No mesmo sentido, RAMALHO (2007) também encontrou diferenças quanto ao peso dos ovos ao suplementar codornas diretamente por via oral com auxílio de uma seringa dosadora com diferentes níveis de retinol palmitato.

LIN et al. (2002), utilizando diferentes níveis de vitamina A na dieta de galinhas submetidas a estresse térmico, observaram influência significativa dos tratamentos no peso dos ovos.

Em outro experimento realizado com codornas, BÁRDOZ et al. (1996) não determinaram diferença no peso dos ovos ao suplementar as aves com 50.000UI de retinol/kg.

COŞKUN et al. (1998), suplementando galinhas com zero, 4.000, 12.000 e 24.0000 UI de vitamina A/kg da dieta não observaram diferenças no peso dos ovos de poedeiras.

Em experimentos realizados com galinhas, SQUIRES & NABER (1993), WATANABE (1999), MENDONÇA Jr. et al. (2002) e MORI et al. (2003) constataram não haver influência da suplementação da vitamina A no peso dos ovos. No entanto, MARCH et al. (1972) verificaram diminuição no peso dos ovos quando galinhas foram suplementadas com excesso de vitamina A (410.000 UI/kg).

Em relação à porcentagem de postura verificada neste estudo (Tabela 2), nossos resultados corroboram com os de RAMALHO (2007) que suplementou codornas com níveis crescentes de retinol palmitato diretamente por via oral e não encontrou diferenças significativas nesta característica.

Do mesmo modo, BÁRDOZ et al. (1996) também não verificaram diferenças significativas na produção de ovos de codornas pela suplementação com o nível de 50.000 UI de retinol acetato. Resultados semelhantes foram observados por SQUIRES & NABER (1993), COŞKUN et al. (1998) e MENDONÇA Jr. et al. (2002) ao suplementarem com diferentes níveis de retinol na dieta de poedeiras.

Diferentemente, MORI et al. (2003) verificaram aumento na produção de ovos quando as aves foram suplementadas com 15.000UI/kg. Da mesma forma, LIN et al. (2002), suplementando galinhas com 3.000 e 9.000 UI/kg, observaram influência significativa dos tratamentos na produção de ovos.

MARCH et al. (1972) mostraram que quando níveis elevados de retinol (410.000 UI/kg) foram suplementados em dietas de poedeiras foi observado declínio na taxa de produção de ovos.

Os resultados para a unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema e albúmen de ovos de codornas estão apresentados na Tabela 3, onde se pode observar que estas características não foram influenciadas pelos tratamentos.

Os resultados de unidade Haugh não foram afetados pelos diferentes níveis de vitamina A concordando com os achados de WATANABE (1999), MENDONÇA Jr. et al. (2002) e MORI et al. (2003) que suplementaram dietas de poedeiras com acetato de retinil e vitamina A, respectivamente.

Por outro lado, SQUIRES & NABER (1993) constataram que a suplementação de dieta com 9.000 UI de vitamina A/kg para poedeiras, proporcionou aumento da unidade Haugh em comparação ao controle.

Tabela 3. Valores médios para unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e porcentagem de albúmen de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).

Vitamina A	Unidade Haugh	Índice gema	% gema	% albúmen
Controle	84,89	0,444	30,54	61,61
10000 UI	86,75	0,449	30,09	62,06
20000 UI	86,03	0,443	30,37	61,77
30000 UI	85,86	0,443	30,16	62,09
Probabilidade	0,42 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,35 ^{ns}
Valores de F	0,66	0,22	0,52	0,90
CV¹ (%)	1,71	1,83	2,15	1,08

¹coeficiente de variação, ns – não significativo ($P>0,05$).

Os resultados para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca e peso da casca de ovos de codornas estão apresentados na Tabela 4. Constata-se que não houve diferenças estatísticas para as características analisadas.

Em relação ao peso da casca dos ovos, os resultados encontrados nesse experimento discordam daqueles obtidos pelo estudo de WATANABE (1999) que verificou tendência das aves suplementadas em apresentar valores menores do peso da casca em comparação ao controle, sendo que os tratamentos com 5.000 e 20.000 UI/kg registraram resultados estatisticamente inferiores em relação ao controle.

SQUIRES & NABER (1993) verificaram diferenças significativas para a espessura de casca de ovos de poedeiras suplementadas com 4.000, 8.000 e 16.000 UI de vitamina A/kg. Suplementando galinhas com 5.000, 10.000, 15.000, 20.000 e

25.000 UI de vitamina A/kg de ração, MENDONÇA Jr. et al. (2002) verificaram que os tratamentos com 5.000 e 20.000 UI apresentaram valores menores para espessura de casca em comparação com o controle.

Tabela 4. Valores médios para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca e peso de casca de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).

Vitamina A	% casca	Peso específico (g/cm ³)	Espessura da casca (mm)	Peso da casca (g)
Controle	7,85	1,069	0,240	0,882
10000 UI	7,85	1,070	0,242	0,882
20000 UI	7,86	1,070	0,243	0,897
30000 UI	7,75	1,069	0,241	0,894
Probabilidade	0,40 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Valores de F	0,74	0,02	0,13	1,56
CV¹ (%)	2,28	2,36	2,76	2,46

¹coeficiente de variação, ns – não significativo (P>0,05).

Por outro lado, MORI et al. (2003), suplementando dietas de poedeiras com zero, 15.000 e 30.000 UI de vitamina A/kg de ração, observaram que a espessura de casca dos ovos não foi influenciada significativamente pelos tratamentos em questão.

Segundo MENDONÇA Jr. et al. (2002) e MORI et al. (2003), a gravidade específica de ovos de galinhas suplementadas com vitamina A não foi diferente estatisticamente da dos ovos do tratamento controle.

Supõe-se que os resultados de desempenho e qualidade interna e externa dos ovos não foram alterados com a suplementação da vitamina A na dieta de codornas, por causa das exigências vitamínicas já estarem atendidas na dieta basal controle, e conseqüentemente, promovendo armazenamento desta vitamina no fígado para posterior deposição em outros tecidos.

No presente estudo foi observado aumento linear do conteúdo de retinol da gema do ovo de acordo com a suplementação de vitamina A na dieta das aves (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios obtidos para concentração de vitamina A na gema de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina A (UI/kg da dieta).

Vitamina A	Concentração de vitamina A na gema ($\mu\text{g/g}$)	% de incremento
Controle	8,05	-
10.000 UI	25,47	216,34
20.000 UI	34,03	322,77
30.000 UI	51,22	536,27
Probabilidade	0,001*	
Valores de F	83,23	
CV¹ (%)	27,58	

¹coeficiente de variação, * significativo ($P < 0,001$).

De maneira semelhante, SQUIRES & NABER (1993) verificaram aumento no teor de retinol na gema de ovos de galinhas suplementadas com vitamina A. KARADAS et al. (2006) também relataram aumento na concentração da vitamina A na gema de ovos de codornas pela suplementação de três fontes de caroteno (alfafa, tomate em pó e extrato de calêndula).

Suplementando dietas de galinhas com zero, 15.000 e 30.000 UI de vitamina A/kg, MORI et al. (2003) relataram aumento de 53,3% de retinol na gema de ovos.

Em experimento realizado com suplementação de vitamina A na dieta de galinhas Hy-Line W-36, MENDONÇA Jr. et al. (2002) determinaram incremento de 50,6 % de retinol na gema de ovos quando da suplementação de 25.000 UI de acetato de retinil/kg.

RAMALHO (2007), suplementando dieta de codornas japonesas com retinol palmitato, observou incremento progressivo na incorporação de retinol na gema do ovo, com valores 384% superiores aos valores do controle.

Do mesmo modo, WATANABE (1999), adicionando níveis crescentes de vitamina A na dieta de galinhas Hy-Line, verificou elevação progressiva nos teores de retinol na gema de ovos, com percentuais de incremento que variaram de 8,63% a 50,56%.

A suplementação da vitamina A na ração proporcionou aumento significativo na concentração da vitamina A na gema dos ovos, que pode ser apresentado por regressão linear positiva (Figura 2), pela equação de regressão, $y = 9,0118 + 0,0014x$ ($R^2 = 0,7985$). O valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7985$) indica um bom ajuste dos dados à reta, ou seja, 79,85% da variabilidade dos dados foi captada pelo modelo de regressão linear.

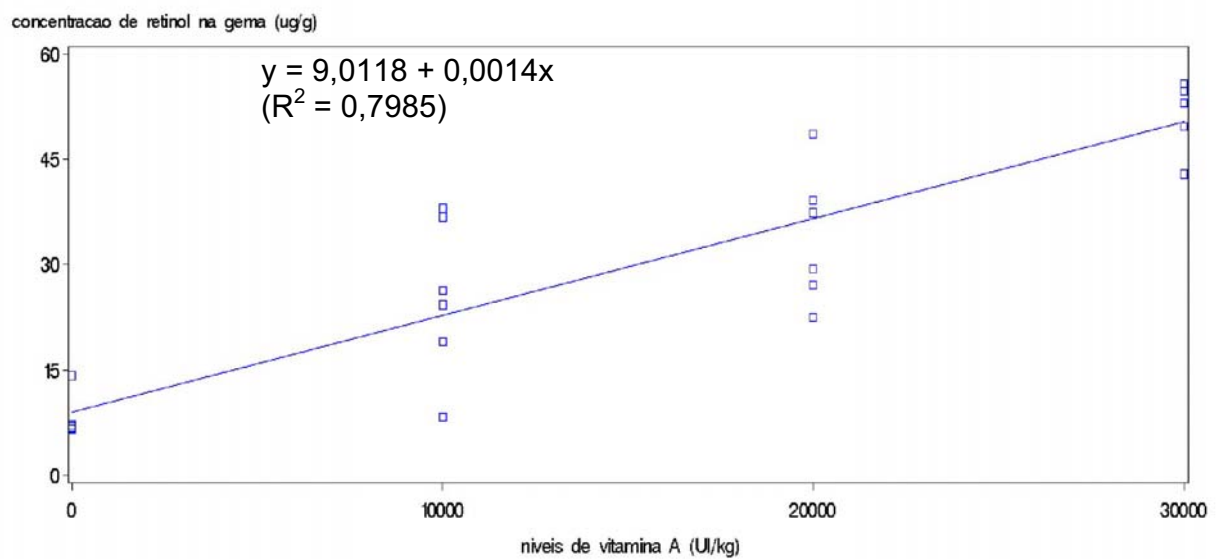


Figura 2. Tendência da concentração de retinol na gema ($\mu\text{g/g}$) em função da suplementação de vitamina A (UI/kg) na ração de codornas japonesas.

Experimento 2

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias para índice gema, porcentagens de gema e de albúmen, unidade Haugh, peso específico, concentração da vitamina A e perda de peso de ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento.

A análise de variância evidenciou que houve interação significativa entre dieta e período de armazenamento para as características de concentração da vitamina e

perda de peso dos ovos, sendo que nas Tabelas 7 e 8 são apresentados, respectivamente, os seus desdobramentos.

Constatou-se que também houve interação significativa entre dieta e condições de armazenamento para concentração da vitamina A (Tabela 9).

Verificou-se interação significativa entre os fatores período e condições de armazenamento nas características de qualidade dos ovos, concentração de vitamina e porcentagem de perda de peso dos ovos. Não serão apresentados estes desdobramentos, por não ser objetivo desta pesquisa avaliar estes fatores, entretanto, observou-se que a qualidade dos ovos piorou significativamente com o aumento do período de armazenamento, constatando-se que em temperatura refrigerada a qualidade dos ovos manteve-se em condições aceitáveis para o consumo. Os valores de unidade Haugh foram sempre maiores na temperatura refrigerada do que na temperatura ambiente. Esses resultados são corroborados pelos achados de BRUGALLI et al. (1998), que verificaram melhor qualidade interna de ovos armazenados em temperatura refrigerada, quando comparados com ovos armazenados na temperatura ambiente.

Sugere-se que a porcentagem de gema aumentou durante a estocagem em temperatura ambiente, devido às reações físicas e químicas que levam à degradação da estrutura da proteína presente na albumina espessa, tendo como produto das reações, água ligada a grandes moléculas de proteínas que passam para a gema por osmose (GONZALES & DE BLAS, 1991). Esse excesso de água ocasiona um aumento na gema, levando a um enfraquecimento da membrana vitelínica, fazendo com que a gema pareça maior e achatada, quando quebrada em uma superfície plana (LEANDRO et al., 2005)

Os valores encontrados para peso específico foram sempre maiores na temperatura refrigerada quando comparado à temperatura ambiente. BARBOSA et al. (2008) verificaram que a diminuição no peso específico em temperatura não controlada pode estar relacionada com a perda de peso durante o armazenamento, pois de acordo com a fórmula para o cálculo da densidade ($d = \text{massa}/\text{volume}$), a densidade e massa

são grandezas diretamente proporcionais e, dessa forma, quando ocorre decréscimo na massa, simultaneamente, ocorre na densidade.

A porcentagem de perda de peso também foi influenciada pelo período e condição de armazenamento, evidenciando, que em temperatura refrigerada a porcentagem de perda de peso foi menor em comparação a refrigerada. Essa perda de peso é resultado da alta temperatura durante a estocagem, provocando no ovo a transpiração, intensificando a perda de CO₂ e água para o meio, resultando em perda de peso (GONZALES & DE BLAS, 1991).

Observa-se que as diferentes quantidades de vitamina A na dieta não influenciaram estatisticamente os valores de índice gema, porcentagens de gema e de albúmen, unidade Haugh e peso específico (Tabela 6).

Tabela 6. Médias de índice gema (IG), porcentagem de gema (%G), porcentagem de albúmen (%A), unidade Haugh (UH), peso específico (PE), concentração da vitamina A (CVA) e porcentagem de perda de peso (%PP) de ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina A na dieta.

Fatores	Características analisadas						
	IG	%G	%A	UH	PE (g/cm ³)	CVA*	%PP**
Níveis de vitamina A (NVA)							
controle	0,357	32,00	59,83	82,21	1,060	31,21	1,56
10000 UI	0,362	31,87	60,13	83,27	1,060	39,46	1,70
20000 UI	0,356	32,19	59,76	82,70	1,061	43,17	1,42
30000 UI	0,360	32,00	60,06	83,61	1,059	60,56	1,76
Períodos de armazenamento (PA)							
zero	0,445	30,29	61,88	85,88	1,070	29,69	-
10 dias	0,356	31,79	60,15	85,48	1,059	53,35	1,22
20 dias	0,317	32,79	59,01	80,00	1,057	42,08	1,48
30 dias	0,316	33,19	58,74	80,42	1,055	49,28	2,21
Condições de armazenamento (CA)							
T° ambiente	0,262	33,30	58,63	78,12	1,055	48,32	3,02
T° refrigerada	0,456	30,73	61,26	87,76	1,065	38,87	0,57
CV(%)	3,66	3,12	1,82	2,29	3,38	16,61	13,66
Probabilidades							
NVA	0,1351	0,4764	0,2943	0,1185	0,0779	<,0001	0,0022
PA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
CA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
NVA x PA	0,8360	0,2470	0,6060	0,0679	0,7458	<,0001	0,0003
NVA x CA	0,3738	0,0772	0,0724	0,5804	0,7329	<,0001	0,1482
PA x CA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
NVA x PA x CA	0,4918	0,0477	0,0990	0,5952	0,2949	<,0001	0,0008

* Dados comparados utilizando-se variável transformada ($y^{0,89942}$).

** Dados comparados utilizando-se variável transformada ($y^{0,71805}$).

No desdobramento da interação apresentada na Tabela 7, observa-se que dentro do fator período de armazenamento, os valores da concentração da vitamina A apresentaram diferenças significativas, aumentando de acordo com os níveis crescentes de vitaminas. Apenas no período de 20 dias os valores foram semelhantes em todos os níveis de vitamina. Já dentro do fator níveis de vitamina A, todos os níveis apresentaram diferenças significativas, aumentando de acordo com o período de armazenamento.

Tabela 7. Médias da concentração da vitamina A para níveis de vitamina A e período de armazenamento em ovos de codornas submetidas à suplementação de vitamina A na dieta.

PA	Níveis de vitamina A (NVA)				Probab.
	controle	10000 UI	20000 UI	30000 UI	
zero	8,05Cb	25,47Bb	34,03Bc	51,22Ab	<,0001
10 dias	43,43Ba	44,79Ba	53,58Ba	71,60Aa	<,0001
20 dias	39,07Aa	44,69Aa	36,84Abc	47,71Ab	0,1228
30 dias	34,29Ca	42,91BCa	48,21Bab	71,72Aa	<,0001
Probab.	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

No desdobramento da interação apresentada na Tabela 8, observa-se que dentro do fator período de armazenamento, os valores de porcentagem de perda de peso para 10 e 30 dias não apresentaram diferenças independentes dos níveis de vitamina utilizadas, entretanto, para 20 dias, o maior valor de perda de peso foi encontrado no nível de 30000 UI/kg, diferindo dos demais tratamentos. Já dentro do fator níveis de vitamina A, em todos os níveis os valores apresentaram comportamento semelhante em ambos os períodos, sendo maiores nos períodos de 20 e 30 dias.

Tabela 8. Médias da porcentagem de perda de peso para níveis de vitamina A e período de armazenamento em ovos de codornas submetidas à suplementação de vitamina A na dieta.

PA	Níveis de vitamina A (NVA)				Probab.
	controle	10000 UI	20000 UI	30000 UI	
zero	-	-	-	-	-
10 dias	1,33Ab	1,17Ab	1,08Ab	1,28Ab	0,2209
20 dias	1,62Ba	2,08ABa	2,07ABa	2,68Aa	<,0001
30 dias	2,41Aa	2,46Aa	2,24Aa	2,36Aa	0,6058
Probab.	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento da interação entre níveis de vitaminas A e condições de armazenamento para concentração da vitamina A na gema apresentado na Tabela 9, mostra que dentro dos níveis de vitaminas A, os valores não se alteraram nas duas condições de armazenamento para os níveis 10000 e 20000 UI/kg, sendo que nos níveis do controle e 30000 UI/kg os valores foram maiores na temperatura ambiente em comparação a refrigerada. Dentro do fator condições de armazenamento, nas duas temperaturas, a concentração da vitamina na gema aumentou proporcionalmente com a suplementação da vitamina na dieta.

Tabela 9. Médias da concentração da vitamina A para níveis de vitamina A e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina A na dieta.

Níveis de vitamina A	Condições de armazenado (T°)		Probabilidade
	Ambiente	Refrigerada	
controle	36,79Ac	25,63Bc	<,0001
10000 UI	40,85Abc	38,08Ab	0,2584
20000 UI	44,72Ab	41,61Ab	0,2238
30000 UI	70,94Aa	50,18Ba	<,0001
Probabilidade	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Observou-se que a suplementação da dieta de codornas com 30000 UI de vitamina A, apresentou custo de 0,4 centavos de real por kg de ração. Sabendo-se que a recomendação de vitamina A para seres humanos é de 2615 UI/dia, isto seria equivalente a cinco ovos de codornas enriquecidos. A partir destes dados, o custo destes cinco ovos para atender as exigências ficaria em torno de 27 centavos de real. Sabendo que uma cápsula com a recomendação de vitamina A/dia custa em média 14 centavos de real, haveria diferença econômica para este enriquecimento. Entretanto, os ovos fornecem outras importantes vitaminas, minerais, proteínas para os seres humanos. LIBERATO & SANT'ANA (2006), em sua revisão sobre fortificação de alimentos, reportaram que para alcançar a ingestão dietética recomendada de vitamina A, em pessoas com alto risco de deficiência desta vitamina na Guatemala, o custo per capita era 0,98 para a fortificação, entre 1,68 a 1,86 para a distribuição de cápsulas e entre 3,10 e 4,16 dólares para os programas de educação nutricional que incentivam a construção de hortas vegetais. O fato de não existir uma relação entre retinol suplementado e os níveis de colesterol no ovo, torna possível produzir um alimento enriquecido capaz de promover efeitos benéficos à saúde.

Conclusões

A suplementação acima das exigências de vitamina A na dieta de codornas não piorou o desempenho produtivo e a qualidade interna e externa dos ovos de codornas. Entretanto, a suplementação foi eficiente na incorporação de retinol na gema, evidenciando que o valor nutricional dos ovos, relacionado à vitamina A, pode ser aumentado pela suplementação da dieta das codornas. A qualidade dos ovos armazenados piorou com o passar do tempo, no entanto, o armazenamento em temperatura refrigerada prolongou a vida útil deste alimento por algumas semanas.

Referências

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de armazenamento. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.127-133, 2008.

BÁRDOZ, L. Plasma vitamin A composition and retinol-binding protein concentration during egg formation in laying hens. **International Journal of Vitamin Nutrition Research**, v.59, n.3, p.251-254, 1989.

BÁRDOZ, L.; SÓTER, G.Y.; KARCHESZ, K. Effect of retinyl acetate, ascorbic acid and tocopherol supplementation of the feed on egg vitamin A content in japanese quail. **Acta Veterinaria Hungarica**, Budapest, v.44(2), p. 213-219, 1996.

BASU, T.K.; DICKERSON, J.W. Vitamins in human health and disease. **CAB International**, 1996.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P.; ROLL, V.F.B. Efeitos dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.4, n.3, p.187-190, 1998.

CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production**, Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399p.

CHERIAN, G.; WOLFE, F.H. SIM, J.S. Feeding dietary oils with tocopherols: Effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.1, p.15-17, 1996.

COŞKUN, F.; INAL, F.; CELIK, I.; ERGANIŞ, O.; TİFTİK, A.M.; KURTOĞLU, F.; KUYUCUOĞLU, Y.; OK, Ü. Effects of dietary levels of vitamin A on the egg yield and immune responses of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.77, p.542-546, 1998.

COWARD, K.H. Influence of light and heat on formation of vitamin A in plant tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v.72, p.781-799, 1927.

FU, Z.; KATO, H.; SUGAHARA, K.; KUBO, T. Retinoic acid accelerates the development of reproductive organs and egg production in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Biology of Reproduction**, Champaign, v.63, n.6, p.1795-1800, 2000.

GONZALES, M.; BLAS, B. **Nutricion y alimentación de gallinas ponedoras**. Madrid:Mundi-Prensa, 1991. 263p.

JOSHI, P.S.; MATHUR, S.N.; MURTHY, S.K.; GANGULY, J. Vitamin A economy of the developing embryo and of the freshly hatched chick. **Biochemical Journal**, v.136, p.757-761, 1973.

KARADAS, F., SURAI, P.F., SPARKS, N.H.C., GRAMMENIDIS, E. Effects of maternal dietary supplementation with three sources of carotenoids on the retinyl esters of egg yolk and developing quail. **Comparative Biochemistry and Physiology – A**, Oxford, v.140, p.430-435, 2006.

LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, F.B. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v.6, n.2, p.71-78, 2005.

LIBERATO, S.C.; SANT'ANA, H.M. Fortification of industrialized foods with vitamins. **Revista de Nutrição**, v.19, n.2, p.215-231, 2006.

LIN, H.; WANG, L.F.; SONG, J.L.; XIE, Y.M.; YANG, Q.M. Effect of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p.458-465, 2002.

MARCH, B.E.; COATES, V.; GOUDIE, C. Delayed hatching time of chicks from dams fed excess vitamin A and from eggs injected with vitamin A. **Poultry Science**, Champaign, v.51, p.891-896, 1972.

MENDONÇA Jr., C.X., ALMEIDA, C.R.M., MORI, A.V., WATANABE, C. Effect of dietary vitamin A on egg yolk retinol and tocopherol levels. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 11, p.373-378, 2002.

MILAGRES, R.C.R.M.; NUNES, L.C.; SANT'ANA, H.M.P. A deficiência de vitamina A em crianças no Brasil e no mundo. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.12, n.5, p.1253-1266, 2007.

MORI, A.V.; MENDONÇA Jr., C.X.; ALMEIDA, C.R.M.; PITA, M.C.G. Supplementing hen diets with Vitamins A and E affects egg yolk retinol and α -tocopherol levels. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.12, p.106-114, 2003.

MURAKAMI, A.E. **Níveis de proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) nas fases de crescimento e postura**. 1991. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

NABER, E.C. The effect of nutrition on the composition of the egg. **Poultry Science**, Champaign ,v.58, p. 518-528, 1979.

NABER, EC., SQUIRES, M.W. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: Diet to egg transfer and commercial flock survey. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1046-1053, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy Press, 9.rev.ed., 1994, 155p.

PENTEADO, M.D.V.C. **Vitaminas**: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos. Barueri (SP): Manole, 2003.

RAMALHO, R.A.; FLORES, H.; SAUNDERS, C. Hipovitaminose A no Brasil: um problema de saúde pública. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, v.12, n.2, p.117-122, 2002.

RAMALHO, H.M.M. **Efeito da suplementação com retinol palmitato em codornas (*Coturnix coturnix japonica*) nos níveis de retinol na gema dos ovos**. 2007. 90f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Natal, RN.

REID, B.L.; HEYWANG, B.W.; KURNICK, A.A.; VAVICH, M.G.; HULETT, J. Effect of vitamin A and ambient temperature on reproductive performance of white leghorn pullets. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.14, p.211-216, 1965.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. cap.12, p.149-165.

SACHDEV, A.K.; PANDA, B. Evaluation of added levels of vitamin A on egg production and quality traits in *Coturnix coturnix japonica*. **Indian Journal Poultry Science**, v.24, p.1-7, 1989.

SQUIRES, M.W.; NABER, E.C. Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: vitamin A study. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.154-164, 1993.

SOUZA, W.A.; VILAS BOAS, O.M.G.C. A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, v.12, n.3, p.173-179, 2002.

WATANABE, C. **Efeito da adição de vitamina A à ração sobre as concentrações de retinol e tocoferol no plasma e na gema de ovo de galinhas**. 1999. 78f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 1999.

CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINA D

RESUMO – Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da suplementação da dieta de codornas japonesas na fase de postura com vitamina D acima das exigências nos níveis de 500, 1000 e 1500 UI de vitamina D₃/kg de ração sobre o desempenho, concentração de vitamina D na gema e qualidade interna e externa de ovos armazenados em diferentes períodos e temperaturas. Foram utilizadas 192 codornas, com 44 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições e oito aves por parcela. Foram avaliadas as características de desempenho (consumo diário de ração, conversão alimentar por massa e dúzia de ovos, peso dos ovos, porcentagem de postura e viabilidade), concentração de colecalciferol na gema, qualidade interna (unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema e de albúmen) e qualidade externa (peso específico, espessura da casca, porcentagem de casca). No último ciclo de postura foram coletadas as gemas de três ovos de cada parcela para posterior quantificação de colecalciferol na gema dos ovos. Todas as análises estatísticas foram realizadas através do programa SAS® a 5 % de probabilidade. Os resultados demonstraram que a vitamina D adicionada na dieta proporcionou aumento no consumo de ração, não alterando as outras características de desempenho e qualidade interna e externa dos ovos. A suplementação ocasionou aumento da concentração de colecalciferol na gema, atingindo valores 13,43% superiores aos valores do controle no nível de 1500 UI/kg. A qualidade dos ovos armazenados piorou com o passar do tempo, mas o armazenamento em temperatura refrigerada prolongou a vida útil por algumas semanas.

Palavras-Chave: armazenamento, colecalciferol, desempenho, qualidade de ovos

Introdução

A vitamina D é considerada um pró-hormônio e tem um importante papel na homeostasia do cálcio e do fósforo (BAIÃO & CANÇADO, 1997). O colecalciferol (vitamina D₃) é a única forma química de vitamina D para poedeiras e outras aves, que atua como precursor nutricional do metabólito 1,25(OH₂)D₃ (SCOTT et al., 1982).

Segundo RUTZ (1994), a vitamina D₃ dietética não é a forma ativa. Para se tornar ativa, ela é transportada ao fígado após ser absorvida no intestino delgado juntamente com os lipídeos da dieta onde sofre uma hidroxilação no carbono 25 transformando-se em 25-hidroxicolecalciferol (25-OH-D₃). Posteriormente, este metabólito é transportado aos rins onde sofre outra hidroxilação transformando-se na forma ativa 1,25-diidroxicolecalciferol (1,25-(OH)₂-D₃). O colecalciferol (D₃) é a forma natural da vitamina D, suplementada na ração das aves no suplemento vitamínico. A forma hidroxilada, 25(OH)₃, apresenta maior polaridade em relação à vitamina D₃, facilitando desta forma a sua absorção e, conseqüentemente, apresentando maior absorção intestinal de cálcio e fósforo (TORRES, 2008).

Quando as aves recebem quantidades inadequadas de vitamina D na dieta, ocorre raquitismo, deficiência no crescimento, hipocalcemia, hiperplasia da glândula paratireóide, entre outros eventos (AMEENUDDIN et al., 1985). ABDULRAHIM et al. (1979) e SHEN et al. (1981) verificaram também que quando não há suplementação de vitamina D, ou quando está em níveis marginais na dieta, a produção de ovos e outras características são prejudicadas.

Avaliando os efeitos de duas fontes de vitamina D (colecalciferol e 25-hidroxicolecalciferol) e três níveis de vitamina C sobre o desempenho, qualidade interna e externa de ovos, SALVADOR et al. (2009) demonstraram que os tratamentos ou fontes estudados não influenciaram o consumo de ração, produção de ovos, peso e massa de ovos de poedeiras na fase inicial de produção. Esses mesmos autores concluíram que a conversão alimentar de poedeiras na fase inicial de produção melhorou com a utilização de vitamina D sob a forma de 25(OH)D₃.

As recomendações de suplementação de vitamina D para poedeiras variam bastante segundo as fontes na literatura. Os níveis sugeridos são 1000 UI, 1500 UCI, 500 UCI, 300 UI, 750 UI, 2000 UI e 2500 UI/kg de ração, segundo SCOTT et al. (1982), LEESON & SUMMERS (1991), NRC (1984, 1994), ROSTAGNO et al. (1985), FEEDSTUFFS (1995) e ROSTAGNO et al. (2005), respectivamente.

A vitamina D é, sem dúvida, a mais tóxica de todas as vitaminas. Entretanto, o organismo possui uma série de mecanismos que permitem manter a homeostasia da vitamina D. Por exemplo, quando ocorrer um excesso de vitamina D na dieta, o rim produz $24,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$. O fornecimento de vitamina D_3 em níveis acima de 100 vezes maiores que a recomendação, ocasiona retardamento no crescimento, eriçamento das penas e poliúria (RUTZ, 2002).

O presente estudo teve o objetivo de verificar o efeito da suplementação da vitamina D acima das exigências na dieta de codornas sobre o desempenho, concentração da vitamina D na gema e qualidade interna e externa de ovos frescos e armazenados durante 10 e 20 dias.

Material e Métodos

Experimento 1 - Desempenho, concentração de colecalciferol na gema e qualidade interna e externa de ovos de codornas suplementadas com níveis acima das exigências de vitamina D na dieta

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP – Jaboticabal (SP), em galpão convencional para codornas.

Foram utilizadas 192 codornas debicadas, com 44 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (controle, 500, 1000 e 1500 UI de vitamina D₃/kg de ração), com seis repetições e oito aves por parcela. As aves do grupo controle receberam dieta basal com os níveis normais de vitamina D recomendado para atender às necessidades das aves (Tabela 1) seguindo as tabelas de composição de ingredientes de ROSTAGNO et al. (2005) e as exigências nutricionais, de acordo com o proposto por MURAKAMI (1991) e NRC (1994). Esta dieta basal foi suplementada com níveis de vitamina D acima das exigências anteriormente mencionados, constituindo, assim, os tratamentos. A vitamina D utilizada no experimento foi fornecida pela empresa M.Cassab Comércio e Indústria Ltda.

As aves foram alojadas em gaiolas de 32 x 36 x 28cm dispostas em degraus que ficavam a 70cm do piso do galpão. Os bebedouros foram do tipo *nipple* e a ração foi fornecida duas vezes ao dia (manhã e tarde), em comedouro contínuo de chapa galvanizada. Para não misturar as diferentes rações experimentais, utilizou-se placas de madeira que limitavam o comedouro à respectiva parcela.

Quando as aves estavam com 88% de produção, em torno de 44 semanas de idade, deu-se início ao primeiro ciclo de postura e a partir dessa data a cada 14 dias estabeleceu-se um novo ciclo, totalizando quatro ciclos. Ao término de cada ciclo foi realizada a pesagem das sobras da ração e dos ovos de cada repetição.

Foram analisadas as características de desempenho: consumo diário de ração, conversão alimentar (consumo/dz e kg de ovos), peso dos ovos, porcentagem de postura, viabilidade, bem como a qualidade interna (unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e de albúmen) e externa (peso específico, porcentagem de casca, espessura e peso de casca).

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula descrita por CARD & NESHEIM (1966): $UH = 100 \cdot \log(H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas, com auxílio de um micrômetro de mesa da marca AMES – S6428.

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração fornecida às aves na fase de postura.

Ingredientes	%
Milho	63,507
Farelo de soja	27,622
Fosfato bicálcico	2,602
Calcário calcítico	4,864
Sal comum	0,400
DL-metionina (98%)	0,169
L-lisina (78%)	0,336
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,500
Total	100,00
	Composição calculada
Proteína Bruta, (%)	18
Energia Metabolizável, (kcal/kg)	2800
Cálcio, (%)	2,50
Fósforo disponível, (%)	0,55
Metionina+Cistina total, (%)	0,76
Lisina total, (%)	1,30

¹Suplemento Vitamínico e Mineral – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,31mg; Biotina, 0,12mg; Colina, 300mg; Niacina, 12,37mg; Pantotenato de cálcio, 3,56mg; Vit. A, 7812,5 UI; Vit. B₁, 1,85mg; Vit. B₁₂, 25mcg; Vit. B₂, 4,25mg; Vit. B₆, 1,23mg; Vit. D₃, 3125 UI; Vit. E, 15,62mg; Vit. K, 1,22mg; Cobre, 9,37mg; Iodo, 0,63mg; Manganês, 57,18mg; Selênio, 0,28mg; Zinco, 72,28mg; Antioxidante, 0,5mg;

Índice gema: foi avaliada com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Profissional, sendo que a relação entre as duas medidas forneceu o índice gema, ou seja, $IG=AG/LG$.

Relação gema/ovo, albúmen/ovo e casca/ovo: após os ovos serem quebrados, tomou-se os pesos das gemas e das cascas, após serem secas. O peso do albúmen foi calculado pela diferença entre o peso do ovo e estes dois constituintes do ovo, ou seja, a gema e a casca. A relação entre os constituintes do ovo foi calculada utilizando o peso do ovo inteiro como quociente.

Peso específico: foi realizado com todos os ovos íntegros produzidos no último dia de cada período, por imersão dos ovos em baldes com diferentes soluções salinas, cujas densidades variaram de 1,050 a 1,085 com intervalos de 0,005.

Espessura de casca: foram avaliadas três medidas na região equatorial para que se fosse feita a média da espessura de casca, com auxílio do micrômetro da marca Mitutoyo, de 0,001 mm de precisão.

Após o final do quarto ciclo, ou seja, após 56 dias do início do experimento, três ovos de cada repetição foram coletados aleatoriamente. Os ovos foram pesados, assim como o mesmo procedimento foi realizado com o albúmen e a gema, separadamente. Após a pesagem, as três gemas de cada repetição foram misturadas, formando um *pool* de gema, e posteriormente foram congeladas e analisadas no Laboratório do Departamento de Tecnologia da FCAV-UNESP de Jaboticabal.

Quantificação da vitamina D na gema: a determinação das concentrações de colecalciferol na gema dos ovos foi obtida por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE/ HPLC). Para tal foi utilizado o detector: UV-Visível (modelo SPD-M10Avp, SHIMADZU, 284 nm, coluna HRC-ODS (4,6mm x 25 cm), fase reversa. Fase móvel com gradiente Metanol: água (98:2 por 4,5 minutos), fluxo 1,0 mL/minuto, sendo realizada em duplicata e estimada em $\mu\text{g/g}$ da amostra.

A extração da vitamina D na gema foi realizada segundo a metodologia de CHERIAN et al. (1996) com algumas modificações.

Para identificação dos compostos analisados, foram comparados os tempos de retenção dos picos da amostra com a do padrão (Figura 1)

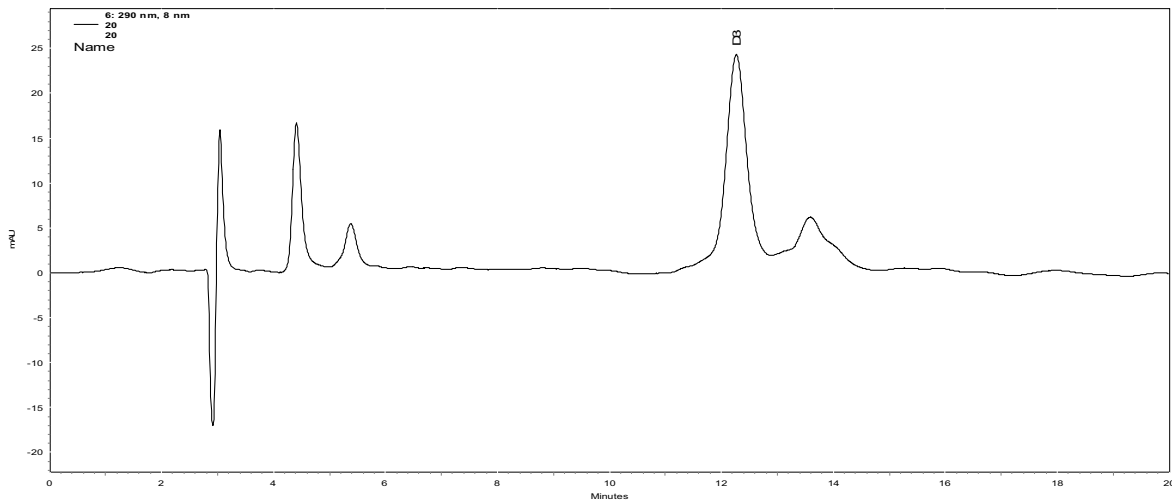


Figura 1. Cromatograma do padrão de colecalciferol (100µg por 50 µL).

As análises estatísticas dos resultados foram realizadas pelo procedimento de regressão polinomial empregando-se o programa SAS[®] (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA) e os dados foram submetidos à avaliação de homogeneidade, e os valores “outliers” identificados foram retirados. Em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Experimento 2 - Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos durante o armazenamento

Dois grupos de três ovos de cada repetição, totalizando 288 ovos, foram armazenados durante 0, 10 e 20 dias, sendo um grupo armazenado em refrigerador (4°C) e outro grupo armazenado em temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). A coleta desses ovos foi feita nos três últimos dias do experimento, para reduzir alguma possível influência das idades das aves. Ao final do período de armazenamento, foram realizadas as análises de qualidade interna e externa dos ovos de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

Perda de peso: Os ovos foram pesados individualmente no primeiro dia e armazenados em diferentes períodos e ambientes. No dia das análises foram pesados novamente e calculou-se o percentual de perda de peso durante o armazenamento.

A análise estatística dos dados referente à qualidade interna e externa dos ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento, foi feita em esquema fatorial 4 x 3 x 2 (controle, 500, 1000 e 1500 UI de vitamina D₃/kg de ração), 3 períodos de armazenamento (zero, 10 e 20 dias), duas condições de armazenamento (temperatura ambiente e refrigerada). As análises dos dados se limitaram até a interação dupla dos resultados obtidos.

Resultados e discussão

Experimento 1

As médias para consumo de ração, conversão alimentar (kg e dz de ovos), peso dos ovos, porcentagem de postura e viabilidade encontram-se na Tabela 2.

A análise estatística demonstrou que os níveis de vitamina D adicionados na dieta exerceram efeitos significativos sobre o consumo de ração ($P < 0,05$). Para os demais parâmetros de desempenho não houve efeito dos tratamentos ($P > 0,05$).

O consumo de ração aumentou significativamente com a suplementação de vitamina D, tendo efeito quadrático. Na figura 2, representada pela equação de regressão, $y = 26,638 + 0,0012x - 0,00000058x^2$ ($R^2 = 0,4259$) verificou-se que o consumo de ração foi favorecido até o nível de 1034 UI de vitamina D/kg de ração. O valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,4259$) evidenciou que o modelo não foi capaz de explicar boa parte da variação do consumo de ração.

Resultados semelhantes foram encontrados por FROST & ROLAND (1990), utilizando níveis crescentes de vitamina D (0, 500, 1000 e 1500 UCI de vitamina D₃/kg), verificaram aumento na produção de ovos e no consumo de ração, à medida que elevaram o nível de vitamina D₃ da ração. Entretanto, o peso dos ovos não foi influenciado pelos diferentes níveis de vitamina D₃ fornecida as aves.

Analisando três níveis de cálcio (1,3%; 1,8% e 2,3%) e dois níveis de vitamina D (1200 e 2400 UI/kg de ração) na dieta de pré-postura de poedeiras comerciais, RODRIGUES et al. (2005b) não verificaram influência dos tratamentos no consumo de ração, conversão alimentar, peso e massa dos ovos.

Conduzindo experimento com três níveis de vitamina D (1.200, 2.400 e 3.600 UI/kg) na ração pré-postura e dois níveis de vitamina D (1.200 e 2.400 UI/kg) na ração de postura, RODRIGUES et al. (2005a) verificaram que não ocorreram interação nem diferenças significativas entre os diferentes níveis de vitamina D estudados tanto na fase de pré-postura como na fase de postura, para as características consumo de ração, conversão alimentar, peso e produção dos ovos.

A ausência de efeito dos níveis de vitamina D utilizados nesse experimento em alguns parâmetros de desempenho também foi relatada por MATILLA et al. (2004) ao testarem diferentes níveis e fontes de vitamina D em poedeiras com 20 semanas de idade.

Tabela 2. Valores médios para o consumo diário de ração (CDR), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (%P), conversão alimentar (CA/kg e dz de ovos) e viabilidade (V) de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).

Vitamina D	CDR(g)	PO (g)	%P	CA/kg	CA/dz	%V
Controle	26,60	11,43	81,55	2,87	0,393	99,96
500 UI	27,19	11,55	84,98	2,78	0,385	99,91
1000 UI	27,18	11,43	84,90	2,82	0,388	99,96
1500 UI	27,18	11,56	85,27	2,80	0,385	99,93
Probabilidade	0,02*	0,61 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Valores de F	7,79	0,27	0,88	0,14	0,15	0,02
CV¹ (%)	1,09	2,34	7,67	7,87	8,48	0,08

¹coeficiente de variação, * significativa (P<0,05), ns – não significativo (P>0,05).

De acordo com SALVADOR et al. (2009), o consumo de ração, produção de ovos, peso e massa de ovos não foram afetados com suplementação da dieta de poedeiras com duas fontes de vitamina D e três níveis de vitamina C.

Esses relatos coincidem com os resultados encontrados por HAMILTON (1980) que também não verificou diferenças no consumo de ração, na produção e no peso de ovos de poedeiras suplementadas com colecalciferol e 25(OH)D₃.

TORRES et al. (2009) não observaram diferenças significativas na produção de ovos de reprodutoras de frangos de corte suplementadas com 25-hidroxicolecalciferol associado à vitamina D₃.

Quando poedeiras foram alimentadas com 500 ou 2.500 UI de colecalciferol/kg de ração, essa suplementação não influenciou no desempenho e na qualidade de casca de ovos de poedeiras (FARIA et al., 2000).

KESHAVARZ (1996), trabalhando com dois níveis de vitamina D (2200 e 4400 UI/kg), não encontrou efeito significativo nas características de produção, peso e massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar.

SHEN et al. (1981), suplementado dieta de poedeiras com seis níveis de colecalciferol (0, 125, 250, 375, 500 e 5000 UI/kg) verificaram que as características de consumo de ração, peso dos ovos e unidade Haugh não foram influenciadas pelos tratamentos, no entanto, esses autores relataram decréscimo na produção de ovos e qualidade de casca na dieta de poedeiras sem a suplementação. Diferentemente, TERRY et al. (1999) observaram maior peso dos ovos quando poedeiras foram alimentadas com 25(OH)D₃.

SALVADOR et al. (2009) encontraram os melhores valores para conversão alimentar quando poedeiras foram alimentadas com metabólito 25(OH)D₃ sem a inclusão de vitamina C.

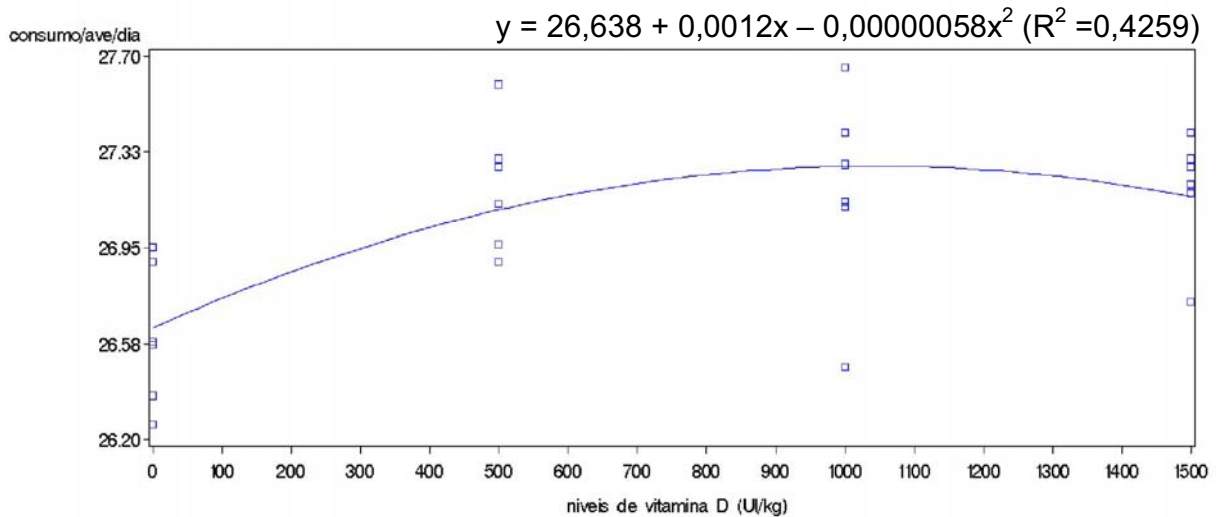


Figura 2. Tendência do consumo de ração (ave/dia) em função da suplementação de vitamina D (UI/kg) na ração de codornas japonesas.

A suplementação da vitamina D na ração não determinou melhora significativa na qualidade interna dos ovos para as características de unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e porcentagem de albúmen (Tabela 3).

A unidade Haugh não foi influenciada pela suplementação de 25(OH)D₃ com 2 níveis de cálcio (alto e baixo) em ovos de poedeiras de 1º e 2º ciclo de postura (HERNÁNDEZ et al., 2001).

Avaliando o efeito de duas fontes de vitamina D (colecalfiferol e 25-hidroxicolecalfiferol) e três níveis de vitamina C (0, 100 e 200 ppm), SALVADOR et al. (2009) observaram que o maior percentual de albúmen foi observado quando dietas foram suplementadas com 200 ppm de vitamina C em associação ao colecalfiferol. Entretanto, para porcentagem de gema foi encontrado o maior valor quando suplementado com 200 ppm de vitamina C em associação ao metabólito 25(OH)D₃.

Tabela 3. Valores médios para unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e porcentagem de albúmen de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).

Vitamina D	Unidade Haugh	Índice gema	% gema	% albúmen
Controle	91,33	0,499	30,78	61,41
500 UI	90,78	0,496	30,89	61,49
1000 UI	91,31	0,493	30,93	61,48
1500 UI	90,67	0,490	31,15	61,51
Probabilidade	0,57 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,87 ^{ns}
Valores de F	0,33	2,45	0,41	0,03
CV¹ (%)	1,51	2,20	3,21	1,62

¹coeficiente de variação, ns – não significativo (P>0,05).

Não houve diferença significativa entre os resultados dos tratamentos (Tabela 4) para qualidade externa do ovo (% de casca, peso específico, espessura de casca e peso da casca), concordando com os resultados de RODRIGUES et al. (2005a) que conduzindo experimento com três níveis de vitamina D (1.200, 2.400 e 3.600 UI/kg) na ração pré-postura e dois níveis de vitamina D (1.200 e 2.400 UI/kg) na ração postura, verificaram que a qualidade de casca, porcentagem de casca, espessura de casca e gravidade específica, independente da fase de fornecimento, não foram alterados pelos diferentes níveis de vitamina D.

Tabela 4. Valores médios para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca, peso de casca de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).

Vitamina D	% casca	Peso específico (g/cm ³)	Espessura da casca (mm)	Peso da casca (g)
Controle	7,82	1,065	0,249	0,910
500 UI	7,63	1,065	0,247	0,897
1000 UI	7,59	1,066	0,245	0,901
1500 UI	7,59	1,064	0,243	0,885
Probabilidade	0,07 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Valores de F	3,58	0,33	2,21	1,60
CV¹ (%)	2,63	1,06	2,87	3,41

¹coeficiente de variação, ns – não significativo (P>0,05).

SHEN et al. (1981) observaram que a qualidade da casca dos ovos de poedeiras foi comprometida na medida em que não se suplementou a vitamina D na dieta.

Segundo SALVADOR et al. (2009), o peso específico dos ovos de poedeiras não foi influenciado pelos níveis de vitamina C (0, 100 e 200 ppm) e fontes de vitamina D (colecalfiferol e 25-hidroxicolecalfiferol - 25(OH)D₃).

Em experimento com três níveis de cálcio (1,3; 1,8 e 2,3%) e dois níveis de vitamina D (1.200 e 2.400 UI/kg), RODRIGUES et al. (2005b) postularam que a melhor gravidade específica foi obtida com o teor mais elevado de vitamina D na ração, independente dos níveis de cálcio utilizados.

Avaliando a suplementação de 25-hidroxicolecalfiferol associado à vitamina D₃ em dietas de reprodutoras de frangos de corte, TORRES et al. (2009) observaram que a gravidade específica melhorou com a suplementação de 25(OH)D₃ em reprodutoras com 60 semanas de idade, independente da dose.

FARIA et al. (2000) observaram que a porcentagem de casca de ovos de poedeiras suplementadas com diferentes níveis de energia, vitamina D₃ e relação sódio: cloro não apresentou diferenças significativas. O mesmo comportamento foi verificado para a espessura de casca.

Entretanto, FARIA et al. (1999) utilizando três níveis de vitamina D (2.500, 3.000 e 3.500 UI/kg), constataram que a melhor espessura de casca foi obtida quando submeteram as aves a uma dieta contendo 2.500 e 3.000 UI/kg, porém a porcentagem de casca e gravidade específica não foram influenciados pelos tratamentos.

De acordo com RODRIGUES et al. (2005b), os diferentes níveis de cálcio e vitamina D da ração de pré-postura não afetaram ($P>0,05$) a porcentagem e espessura de casca.

O maior percentual de casca foi observado quando dietas foram suplementadas com 200 ppm de vitamina C em associação ao metabólito 25(OH)D₃. Para a espessura de casca, a suplementação de 100 ppm de vitamina C em associação com o 25(OH)D₃ proporcionou maior espessura de casca em comparação ao uso de colecalfiferol (SALVADOR et al., 2009).

Sugere-se que os resultados encontrados para desempenho e qualidade interna e externa dos ovos de codornas submetidas à suplementação da dieta com vitamina D pode ser em virtude do suplemento vitamínico utilizado na dieta basal, conter as exigências das vitaminas para aves, com isso, não proporcionando alterações nestas características.

No presente estudo foi observado aumento do conteúdo de colecalciferol da gema do ovo de acordo com a suplementação de vitamina D na dieta (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para concentração de vitamina D na gema de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina D (UI/kg da dieta).

Vitamina D	Concentração de vitamina D na gema ($\mu\text{g/g}$)	% de incremento
Controle	537,03	-
500 UI	557,20	3,75
1000 UI	560,20	4,32
1500 UI	609,10	13,43
Probabilidade	0,01*	
Valores de F	42,82	
CV¹ (%)	2,63	

¹coeficiente de variação, * significativo ($P < 0,05$).

Verificando o efeito da suplementação da dieta de poedeiras com três níveis de vitamina D₃ (1064, 2496 e 8640 UI/kg) sobre a concentração de colecalciferol e 25-hidroxicolecalciferol na gema de ovos de poedeiras, MATTILA et al. (1999) observaram correlações positivas entre o colecalciferol da dieta com o colecalciferol ($r = 0,995$) e 25-hidroxicolecalciferol ($r = 0,941$) contido na gema.

Suplementando dieta de poedeiras com vitamina D₂ e D₃ sobre a transferência desta vitamina para a gema, MATTILA et al. (2004) observaram aumento de 33,20% da concentração da vitamina D₃ no nível de 15.000 UI/kg de dieta.

A suplementação da vitamina D na ração proporcionou aumento significativo na concentração da vitamina D na gema dos ovos, apresentando regressão linear, representada na Figura 3 ($y = 534,82 + 0,0427x$; $R^2 = 0,7536$), evidenciando que o teor

de colecalciferol aumentou conforme o aumento da suplementação da vitamina D na dieta das codornas. O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7536$) indica um bom ajuste dos dados à reta, ou seja, 75,36% da variabilidade dos dados pode ser captada pelo modelo de regressão linear.

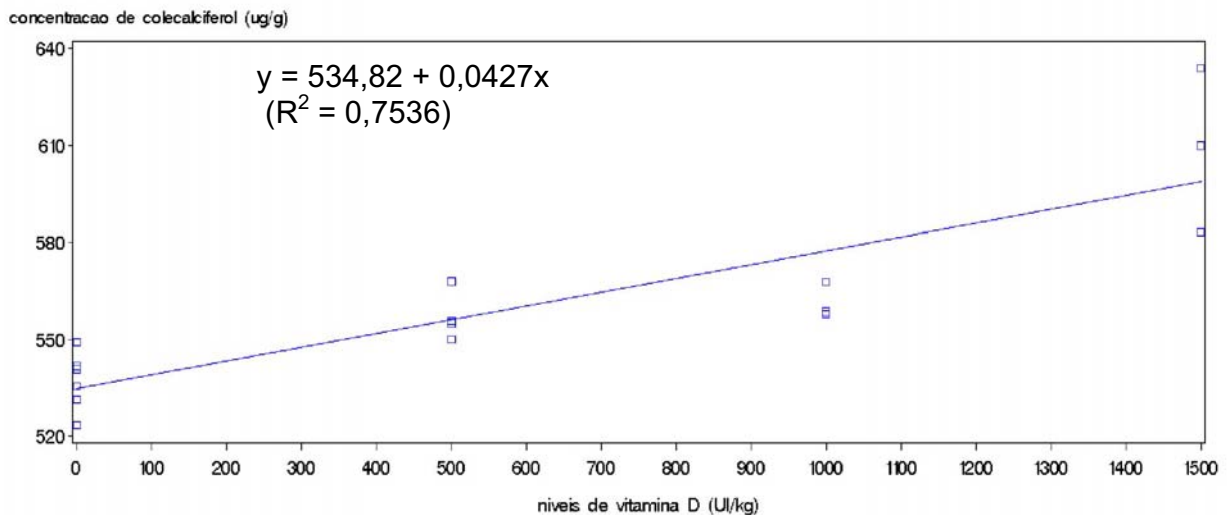


Figura 3. Tendência da concentração de colecalciferol na gema ($\mu\text{g/g}$) em função da suplementação de vitamina D (UI/kg) na ração de codornas japonesas.

Experimento 2

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados médios para índice gema, porcentagens de gema e de albúmen, unidade Haugh, peso específico e porcentagem de perda de peso de ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento.

Os valores de peso específico foram influenciados pela suplementação de vitamina D na dieta indicando que o tratamento com 1500 UI/kg de ração apresentou valores inferiores em comparação ao controle e 500 UI/kg, não diferindo do tratamento de 1000 UI de vitamina D/kg de ração. Nas condições de armazenamento, os valores de peso específico foram maiores na temperatura refrigerada em comparação a ambiente. BARBOSA et al. (2008) verificaram que a diminuição no peso específico em

temperatura não controlada pode estar relacionada com a perda de peso durante o armazenamento, pois de acordo com a fórmula para o cálculo da densidade ($d = \text{massa/volume}$), a densidade e massa são grandezas diretamente proporcionais e, dessa forma, quando ocorre decréscimo na massa, simultaneamente, ocorre na densidade.

Observou-se interação significativa entre os níveis de vitaminas e período de armazenamento para porcentagem de perda de peso dos ovos, sendo que na Tabela 7 são apresentados os seus desdobramentos.

Verificou-se interação significativa entre os fatores período e condições de armazenamento nas características de qualidade dos ovos e porcentagem de perda de peso dos ovos. Não serão apresentados estes desdobramentos, entretanto, observou-se que a qualidade dos ovos piorou significativamente com o aumento do período de armazenamento, constatando-se que em temperatura refrigerada a qualidade dos ovos manteve-se em condições aceitáveis para o consumo. Os valores de unidade Haugh foram sempre maiores na temperatura refrigerada do que na temperatura ambiente. Esses resultados são corroborados pelos achados de BRUGALLI et al. (1998) que verificaram melhor qualidade interna de ovos armazenados em temperatura refrigerada, quando comparados com ovos armazenados na temperatura ambiente.

Sugere-se que a porcentagem de gema aumentou durante a estocagem em temperatura ambiente, devido às reações físicas e químicas que levam à degradação da estrutura da proteína presente na albumina espessa, tendo como produto das reações, água ligada a grandes moléculas de proteínas que passam para a gema por osmose (GONZALES & DE BLAS, 1991). Esse excesso de água ocasiona um aumento na gema, levando a um enfraquecimento da membrana vitelínica, fazendo com que a gema pareça maior e achatada, quando quebrada em uma superfície plana (LEANDRO et al., 2005)

A porcentagem de perda de peso também foi influenciada pelo período e condição de armazenamento, evidenciando, que em temperatura refrigerada a porcentagem de perda de peso foi menor em comparação ao refrigerado. Essa perda de peso é resultado da alta temperatura durante a estocagem, provocando no ovo a

transpiração, intensificando a perda de CO₂ e água para o meio, resultando em perda de peso (GONZALES & DE BLAS, 1991).

Observa-se que as diferentes quantidades de vitamina D na dieta não influenciaram estatisticamente os valores de índice gema, porcentagens de gema e de albúmen e unidade Haugh.

Tabela 6. Médias de índice gema (IG), porcentagem de gema (%G), porcentagem de albúmen (%A), unidade Haugh (UH), peso específico (PE) e porcentagem de perda de peso (%PP) de ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina D na dieta.

Fatores	Características analisadas				
	IG	%G	%A	UH	PE (g/cm ³)
Níveis de vitamina D (NVD)					
controle	0,3996	32,44	59,88	86,34	1,056a
500 UI	0,3954	32,50	59,68	85,96	1,056a
1000 UI	0,3962	32,67	59,82	86,11	1,056ab
1500 UI	0,3918	32,76	59,65	86,26	1,055b
Período de armazenamento (PA)					
zero	0,4948	30,94	61,47	91,02	1,065a
10 dias	0,3764	32,73	59,66	84,91	1,053b
20 dias	0,3159	34,11	58,13	82,57	1,050c
Condições de armazenamento (CA)					
T ° ambiente	0,3152	33,31	58,94	81,71	1,056b
T ° refrigerada	0,4763	31,88	60,57	90,62	1,056a
CV(%)	3,73	4,53	2,71	1,99	0,13
Probabilidades					
NVD	0,1733	0,7852	0,9243	0,7994	0,0064
PA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
CA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
NVD x PA	0,7679	0,9600	0,9960	0,6704	0,1928
NVD x CA	0,5750	0,8163	0,6242	0,6286	0,1006
PA x CA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,1075
NVD x PA x CA	0,6516	0,7012	0,8216	0,8816	0,4090

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

No desdobramento da interação apresentado na Tabela 7, observa-se que dentro do fator período de armazenamento, os valores de porcentagem de perda de peso para 10 dias não apresentaram diferenças independente dos níveis de vitamina utilizado, entretanto, para 20 dias, os maiores valores de perda de peso foram no controle e 500 UI/kg, diferindo dos demais períodos. Já dentro do fator níveis de vitamina D, em todos os níveis os valores apresentaram comportamento semelhante em ambos os períodos, sendo maiores no período de 20 dias.

Tabela 7. Médias de porcentagem de perda de peso para níveis de vitamina D e período de armazenamento (PA) em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina D na dieta.

PA	Níveis de vitamina D				Probab.
	controle	500 UI	1000 UI	1500 UI	
zero	-	-	-	-	-
10 dias	1,74Ab	1,71Ab	1,64Ab	1,77Ab	0,8975
20 dias	3,80Aa	3,85Aa	3,26Ba	3,26Ba	0,0008
Probab.	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Observou-se que a suplementação da dieta de codornas com 1500 UI de vitamina D, apresentou custo de 0,0096 centavos de real por kg de ração. Sabendo-se que a recomendação de vitamina D para seres humanos é de 200 UI/dia, isto seria equivalente a quatro ovos de codornas enriquecidos. A partir destes dados, o custo destes quatro ovos para atender as exigências ficaria em torno de 22 centavos de real. Sabendo que uma cápsula com a recomendação de vitamina D/dia custa em média 20 centavos de real, economicamente seria viável este enriquecimento, pois o ovo fornece outras vitaminas, minerais, proteínas essenciais para os seres humanos.

Conclusões

A suplementação de ração de codornas com vitamina D aumentou o consumo de ração, entretanto, não piorou o desempenho produtivo e a qualidade interna e externa

dos ovos. Quanto ao enriquecimento da ração com nível de 1500 UI de vitamina D₃/kg, propiciou aumento de 13,43% na concentração de colecalciferol na gema, melhorando o valor nutricional dos ovos. Em relação ao período e condições de armazenamento, a qualidade dos ovos de codornas não se alterou até os 20 primeiros dias de armazenamento em temperatura refrigerada, promovendo melhor estado de conservação.

Referências

ABDULRAHIN, S.M.; PATEL; McGINNIS, M.B. Effects of vitamin D₃ e D₃ metabolites on production parameters and hatchability of eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.58, p.858-863, 1979.

AMEENUDDIN, S.; SUNDE, M.L.; COOK, M.E. Essentiality of vitamin D₃ and its metabolites. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.41, p.52-63, 1985.

BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo. **Caderno Tecnológico da Escola de Veterinária UFMG**, Belo Horizonte, n.2, p.43-59, 1997.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de armazenamento. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.127-133, 2008.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P.; ROLL, V.F.B. Efeitos dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.4, n.3, p.187-190, 1998.

CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production**, Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399p.

CHERIAN, G.; WOLFE, F.H. SIM, J.S. Feeding dietary oils with tocopherols: Effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.1, p.15-17, 1996.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SOUZA, P.A.; MAZALLI, M.R.; SALVADOR, D. Influência de diferentes níveis de vitaminas D e C e idade das galinhas poedeiras sobre o desempenho e qualidade dos ovos. 1 – Verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.1, n.3, p.193-201, 1999.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M., SAKOMURA, N.K.; SANTANA, A.E. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D₃ e relação sódio:cloro sobre o desempenho e a qualidade de casca de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p. 467-475, 2000.

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

FEEDSTUFFS 1995. **Reference issue**, v.67, n.30, p.1-262.

GONZALES, M.; BLAS, B. **Nutricion y alimentación de gallinas ponedoras**. Madrid:Mundi-Prensa, 1991. 263p.

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 forced-molted White Leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v.59, p.598-604, 1980.

HERNÁNDEZ, M.G.; LÓPEZ, R.M.; GONZÁLEZ, E.A.; RAMIREZ, E.S. Mejoramiento de la calidad del cascarón con 25 hidroxicolecalciferol [25-(OH)D₃] en dietas de gallinas de primero y segundo ciclos. **Veterinária México**, Mexico, v.32, p.167-174, 2001.

KESHAVARZ, K. The effect of different levels of vitamin C and cholecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.1227-1235, 1996.

LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, F.B. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v.6, n.2, p.71-78, 2005.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. 1991. **Comercial Poultry Nutrition**. Guelph: University Book. 238p.

MATTILA, P.; LEHIKONEN, K.; KIISKINEN, T.; PIIRONEN, V. Cholecalciferol and 25-Hydroxycholecalciferol Content of Chicken Egg Yolk As Affected by the Cholecalciferol Content of Feed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.47, p.4089-4092, 1999.

MATTILA, P.; VALAJA, J.; ROSSOW, L.; VENALAINEN, E.; TUPASELA, T. Effect of vitamin D₂ and D₃ enriched diets on egg vitamin D content, production, and bird condition during an entire production period. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.433-440, 2004.

MURAKAMI, A.E. **Níveis de proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) nas fases de crescimento e postura.** 1991. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1984. **Nutrient requirements of poultry.** 8.ed. Washington: National Academy Science. 71p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1994. **Nutrient requirements of poultry.** 9.ed. Washington: National Academy Science. 155p.

RODRIGUES, E.A.; JUNQUEIRA, O.M.; CANCHERINI, L.C.; ANDREOTTI, M.O.; CASARTELLI, E.M.; LAURENTIZ, A.C. Desempenho e qualidade da casca para poedeiras recebendo vitamina D nas rações pré-postura e postura. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, p. 55-59, 2005a.

RODRIGUES, E.A.; JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; CANCHERINI, L.C.; LAURENTIZ, A.C.; CASARTELLI, E.M.; FILARDI, R.S. Níveis de cálcio e vitamina D nas rações de pré-postura sobre o desempenho e qualidade de casca de ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, p. 61-66, 2005b.

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras).** Viçosa: Imprensa Universitária. 1985. 59p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

RUTZ, F. Absorção de minerais e vitaminas. In: **Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas**. Fisiologia da digestão e absorção das aves. Campinas: Facta, 1994, p.83-98.

RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. cap.12, p.149-165.

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

SHEN, H. SUMMERS, J.D.; LESSON, S. Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D₃. **Poultry Science**, Champaign, v.60, n.7, p.1485-1490, 1981.

SOCTT, M.L.; NESHEIM, M.D; YOUNG, R.J. 1982. **Nutrition of the chicken**. Ithacam (NY): M.L. Scott & Associates. 562p.

TERRY, M.; LANENGA, M. McNAUGHTON, J.L.; STARK, L.E. Safety of 25-hydroxyvitamin D₃ as source of vitamin D₃ in layer poultry fed. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.41, p.312-316, 1999.

TORRES, C.A. **Desempenho produtivo de reprodutoras de frango de corte suplementadas com 25-hidroxicolecalciferol**. 2008. 101f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.

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**, Viçosa, v.38, p.1286-1290, 2009.

CAPÍTULO 4 – SUPLEMENTAÇÃO DE RAÇÃO DE CODORNAS COM VITAMINA E

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi verificar o desempenho, concentração de tocoferol na gema e a qualidade interna e externa de ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento, quando codornas japonesas foram submetidas a suplementações acima das exigências de vitamina E na dieta. Foram utilizadas 192 aves na fase de postura, com 70 dias de idade, com 6 repetições e 8 aves por parcela, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: controle; 200; 400 e 600 UI de vitamina E/kg de ração. Foram avaliadas as características de desempenho, concentração de tocoferol na gema, qualidade interna (unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e de albúmen) e a qualidade externa (peso específico, espessura da casca, porcentagem de casca) dos ovos frescos e armazenados. O método utilizado para quantificar o tocoferol na gema foi a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Os resultados demonstraram que a vitamina E adicionada na dieta não foi capaz de alterar as características de desempenho das aves e a qualidade interna e externa dos ovos. Verificou-se aumento progressivo na incorporação do tocoferol na gema do ovo em resposta à suplementação, atingindo valores 479,05% superiores aos do controle no nível de 600 UI/kg. A qualidade dos ovos armazenados piorou com o passar do tempo, mas o armazenamento em temperatura refrigerada prolongou a qualidade deste alimento por algumas semanas.

Palavras-Chave: armazenamento, desempenho, qualidade dos ovos, tocoferol

Introdução

A vitamina E, também conhecida como tocoferol, é o antioxidante natural mais amplamente conhecido. O efeito imunoestimulante da vitamina E foi relatado por TENGARDY & NOCKELS (1973), que constataram atividade antioxidante, com redução da hipóxia e prevenção da peroxidação lipídica nas membranas celulares estimulando, assim, a imunidade em frangos de corte.

WEBER (2001) descreveu a vitamina E como um grupo de componentes lipossolúveis importantes para crescimento, reprodução, integridade das células e tecidos e prevenção de doenças. Os animais não sintetizam a vitamina E, e são, portanto, dependentes de fontes dietéticas para atender suas exigências.

Nutricionalmente, o α -tocoferol apresenta maior atividade biológica quando comparado aos demais (β , δ e γ -tocoferol) pelo maior índice de absorção intestinal, maior deposição nos tecidos e menor excreção fecal, além de ser oxidado mais lentamente. Essa vitamina sofre pouca ou quase nenhuma alteração nos processos metabólicos. O alfa-tocoferol é depositado da mesma forma como foi ingerido, ocorrendo apenas a esterificação quando se trata de formas sintéticas (MACHLIN, 1991).

Matrizes alimentadas com 125 mg de vitamina E por kg de ração absorveram 82,07% da vitamina E alimentar, apresentando maior eficiência na utilização desta vitamina consumida em relação às que receberam 250 mg de vitamina E por kg de ração que retiveram de 64,45% (BARRETO et al., 1999b).

Segundo o NRC (1994), os níveis de vitamina E recomendados para codornas na fase inicial/crescimento e produção/reprodução são 12mg/kg e 25mg/kg de ração, respectivamente.

Sabe-se que a utilização de níveis elevados de vitamina E na dieta resulta em elevação na concentração de alfa-tocoferol na gema, no fígado, no plasma e na carcaça de aves (SHEEHY et al., 1991; FRIGG et al., 1992; CHERIAN et al., 1996b) e que a vitamina E é essencial para a manutenção normal da fertilidade, eclodibilidade e produção de ovos (LESSON & SUMMERS, 1997).

Segundo SURAI et al. (1995) e MELUZZI et al. (2000), o α -tocoferol da dieta aumenta o teor de vitamina E na gema de uma maneira dependente da dose utilizada.

De acordo com MULDER (2006), a vitamina E é importante pelas suas propriedades antioxidantes, ajudando a prevenir o câncer e doenças do coração. Embora a deficiência de vitamina E não seja um problema de saúde pública, a ingestão de doses maiores que a estabelecida pela atual recomendação, tem conduzido a efeitos benéficos contra doenças causadas pelo estresse oxidativo, o que sugere que a fortificação dos alimentos pode contribuir para a ingestão adequada de vitamina E (BATISTA et al., 2007).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito enriquecedor da suplementação da vitamina E na dieta sobre o desempenho, a qualidade interna e externa dos ovos frescos e armazenados durante 10, 20 e 30 dias e a quantificação da vitamina E na gema dos ovos de codornas.

Material e Métodos

Experimento 1 - Desempenho, concentração de tocoferol na gema e qualidade interna e externa de ovos de codornas suplementadas com níveis acima das exigências de vitamina E na dieta

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP – Jaboticabal (SP), em galpão convencional para codornas.

Foram utilizadas 192 codornas debicadas, com 70 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado e submetidas a quatro tratamentos (controle, 200, 400 e 600 UI de vitamina E/kg de ração), com seis repetições e oito aves por parcela. As aves do grupo controle receberam dieta basal com os níveis normais de vitamina E recomendado para atender às necessidades das aves (Tabela 1) seguindo as tabelas de composição de ingredientes de ROSTAGNO et al. (2005) e as exigências nutricionais, de acordo com o proposto por MURAKAMI (1991) e NRC (1994). Esta dieta basal foi suplementada com níveis de vitamina E acima das exigências anteriormente mencionados, constituindo, assim, os tratamentos. A vitamina E utilizada no experimento foi fornecido pela empresa M.Cassab Comércio e Indústria Ltda.

As aves foram alojadas em gaiolas de 32 x 36 x 28cm dispostas em degraus que ficavam a 70cm do piso do galpão. Os bebedouros foram do tipo *nipple* e a ração foi fornecida duas vezes ao dia (manhã e tarde), em comedouro contínuo de chapa galvanizada. Para não misturar as diferentes rações experimentais, utilizou-se placas de madeira que limitavam o comedouro à respectiva parcela.

Quando as aves atingiram 50% de produção, 70 dias de idade, deu-se início ao primeiro ciclo de postura e a partir dessa data a cada 14 dias estabeleceu-se um novo ciclo, totalizando quatro ciclos. Ao término de cada ciclo foi realizada a pesagem das sobras da ração e dos ovos de cada repetição.

Foram analisadas as características de desempenho: consumo diário de ração, conversão alimentar (consumo/dz e kg de ovos), peso dos ovos, porcentagem de

postura, viabilidade, bem como a qualidade interna (unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e de albúmen) e externa (peso específico, porcentagem de casca, espessura e peso de casca).

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula descrita por CARD & NESHEIM (1966): $UH = 100 \cdot \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas, com auxílio de um micrômetro de mesa da marca AMES S-6428.

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração fornecida às aves na fase de postura.

Ingredientes	%
Milho	63,507
Farelo de soja	27,622
Fosfato bicálcico	2,602
Calcário calcítico	4,864
Sal comum	0,400
DL-metionina (98%)	0,169
L-lisina (78%)	0,336
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,500
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína Bruta, (%)	18
Energia Metabolizável, (kcal/kg)	2800
Cálcio, (%)	2,50
Fósforo disponível, (%)	0,55
Metionina+Cistina total, (%)	0,76
Lisina total, (%)	1,30

¹Suplemento Vitamínico e Mineral – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,31mg; Biotina, 0,12mg; Colina, 300mg; Niacina, 12,37mg; Pantotenato de cálcio, 3,56mg; Vit. A, 7812,5 UI; Vit. B₁, 1,85mg; Vit. B₁₂, 25mcg; Vit. B₂, 4,25mg; Vit. B₆, 1,23mg; Vit. D₃, 3125 UI; Vit. E, 15,62mg; Vit. K, 1,22mg; Cobre, 9,37mg; Iodo, 0,63mg; Manganês, 57,18mg; Selênio, 0,28mg; Zinco, 72,28mg; Antioxidante, 0,5mg;

Índice gema: foi avaliada com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Profissional, sendo que a relação entre as duas medidas forneceu o índice gema, ou seja, $IG=AG/LG$.

Relação gema/ovo, albúmen/ovo e casca/ovo: após os ovos serem quebrados, tomou-se os pesos das gemas e das cascas, após serem secas. O peso do albúmen foi calculado pela diferença entre o peso do ovo e estes dois constituintes do ovo, ou seja, a gema e a casca. A relação entre os constituintes do ovo foi calculada utilizando o peso do ovo inteiro como quociente.

Peso específico: foi realizado com todos os ovos íntegros produzidos no último dia de cada período, por imersão dos ovos em baldes com diferentes soluções salinas, cujas densidades variaram de 1,050 a 1,085 com intervalos de 0,005.

Espessura de casca: foram avaliadas três medidas na região equatorial para que se fosse feita a média da espessura de casca, com auxílio do micrômetro da marca Mitutoyo, de 0,001 mm de precisão.

Após o final do quarto ciclo, ou seja, após 56 dias do início do experimento, três ovos de cada repetição foram coletados aleatoriamente. Os ovos foram pesados, assim como o mesmo procedimento foi realizado com o albúmen e a gema, separadamente. Após a pesagem, as três gemas de cada repetição foram misturadas, formando um *pool* de gema, e posteriormente foram congeladas e analisadas no Laboratório do Departamento de Tecnologia da FCAV-UNESP de Jaboticabal.

Quantificação da vitamina E na gema: a determinação das concentrações de tocoferol na gema dos ovos foi obtida por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE/ HPLC). Para tal foi utilizado o detector: UV-Visível (modelo SPD-M10Avp, SHIMADZU, 284 nm, coluna HRC-ODS (4,6mm x 25 cm), fase reversa. Fase móvel com gradiente Metanol: água (98:2 por 4,5 minutos), fluxo 1,0 mL/minuto, sendo realizada em duplicata e estimada em $\mu\text{g/g}$ da amostra.

A extração da vitamina E na gema foi realizada segundo a metodologia de CHERIAN et al. (1996b) com algumas modificações.

Para identificação dos compostos analisados, foram comparados os tempos de retenção dos picos da amostra com a do padrão (Figura 1)

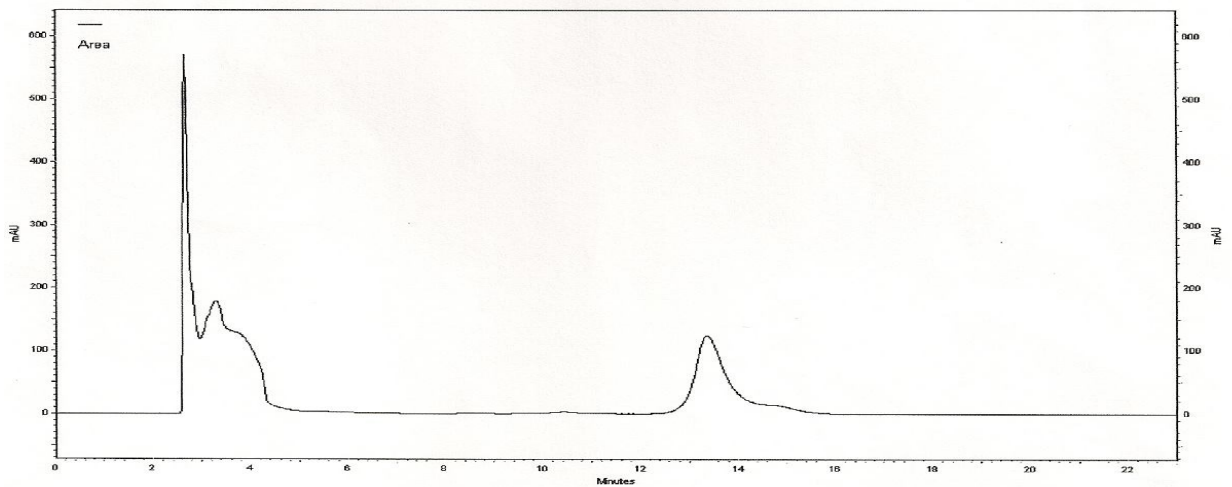


Figura 1. Cromatograma do padrão de tocoferol (100µg por 50 µL).

As análises estatísticas dos resultados foram realizadas pelo procedimento de regressão polinomial empregando-se o programa SAS[®] (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA) e os dados foram submetidos à avaliação de homogeneidade, e os valores “outliers” identificados foram retirados. Em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Experimento 2 - Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos e a quantificação da vitamina E durante o armazenamento

Dois grupos de três ovos de cada repetição, totalizando 432 ovos, foram armazenados durante 0, 10, 20 e 30 dias, sendo um grupo armazenado em refrigerador (4°C) e outro grupo armazenado em temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). A coleta desses ovos foi feita nos quatro últimos dias do experimento, para reduzir alguma possível influência na quantificação da vitamina na gema dos ovos em diferentes idades das aves. Ao final do período de armazenamento, foram realizadas as análises de qualidade interna e externa e a quantificação da vitamina E nas gemas dos ovos, de acordo com a metodologia descrita anteriormente.

Perda de peso: Os ovos foram pesados individualmente no primeiro dia e armazenados em diferentes períodos e ambientes. No dia das análises foram pesados novamente e calculou-se o percentual de perda de peso durante o armazenamento.

Para a análise estatística dos dados referente à qualidade dos ovos armazenados em diferentes períodos e condições e para a quantificação da vitamina E na gema desses ovos, utilizou-se um esquema fatorial 4 x 4 x 2 (controle, 200, 400 e 600 UI de vitamina E/kg de ração), 4 períodos de armazenamento (zero, 10, 20 e 30 dias), duas condições de armazenamento (temperatura ambiente e refrigerada). Quando as pressuposições de normalidades foram violadas, as análises das características da concentração de vitamina E e a porcentagem de perda de peso foram realizadas nos valores transformados ($y^{-0,2440}$ e $y^{0,614}$, respectivamente) e foram apresentadas as médias dos valores não transformados. As análises dos dados se limitaram até a interação dupla dos resultados obtidos.

Resultados e discussão

Experimento 1

Os resultados revelaram que os níveis de vitamina E adicionados à dieta não exerceram efeitos significativos sobre os parâmetros de desempenho (Tabela 2). Tais achados concordam com os resultados encontrados por BARRETO et al. (1999a) e ALMEIDA (2001) que não observaram diferenças significativas sobre desempenho produtivo de galinhas poedeiras submetidas a níveis crescentes de vitamina E na dieta. Do mesmo modo, MELUZZI et al. (2000) não notaram diferenças significativas no desempenho produtivo de poedeiras suplementadas com 50, 100 e 200 mg de dl- α -tocoferil por quilo da dieta. No entanto, esses resultados discordam dos encontrados por SCHEIDELER & FRONING (1994) que postularam melhora de 2% na produção de ovos de poedeiras suplementadas com 50 mg de vitamina E por quilo da dieta.

Os resultados obtidos no presente estudo diferem daqueles encontrados por BÖLÜKBASI et al. (2007) para os parâmetros de porcentagem de postura ao suplementarem dietas de poedeiras com 0, 45, 65 e 85 UI de vitamina E/kg.

Fornecendo vitamina E e selênio a grupos de codornas de seis a 27 semanas de idade, EL LATIF (1999) verificou o melhor índice de produtividade quando se adicionou 1 mg/kg de selênio e 25 mg/kg de vitamina E na dieta.

Diferentemente, MORI et al. (2003) encontraram os piores resultados para produção de ovos quando poedeiras foram suplementadas com 600 mg de vitamina E/kg de ração.

Utilizando níveis suplementares de 50, 100, 200 e 400 mg de acetato de dl- α -tocoferil por quilo de ração, JIANG et al. (1994) observaram diminuição significativa no consumo de ração com o aumento dos níveis de vitamina E suplementados na dieta, sem prejudicar a produção de ovos.

Segundo MORI et al. (2003), a suplementação de 200, 400 e 600 mg de vitamina E/kg não foi capaz de influenciar o consumo de ração, peso dos ovos, assim como a conversão alimentar (kg e dz de ovos) foi piorada pela suplementação.

Tabela 2. Valores médios para o consumo diário de ração (CDR), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (%P), conversão alimentar (CA/kg e dz de ovos) e viabilidade (V) de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).

Vitamina E	CDR(g)	PO (g)	%P	CA/kg	CA/dz	V (%)
Controle	27,36	11,05	85,85	2,98	0,394	99,93
200 UI	27,83	11,13	89,20	2,94	0,393	99,90
400 UI	27,05	11,13	87,85	2,81	0,375	99,96
600 UI	26,80	11,17	87,41	2,78	0,372	99,98
Probabilidade	0,23 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,22 ^{ns}
Valores de F	1,49	1,00	0,07	2,07	1,65	1,60
CV¹ (%)	4,07	1,76	7,64	9,56	9,51	0,08

¹coeficiente de variação, ns – não significativo (P>0,05).

A suplementação da vitamina E na ração não alterou significativamente a qualidade interna dos ovos para as características unidade Haugh, índice gema, porcentagens de gema e de albúmen (Tabela 3). Esses resultados concordam com os achados de BARRETO et al. (1999a) analisando o efeito da suplementação de 25 e 250 mg de vitamina E/kg da dieta de matrizes de frango de corte, não observaram diferenças significativas para as porcentagens de gema e de albúmen das aves durante o período estudado.

Tabela 3. Valores médios para unidade Haugh, índice gema, porcentagem de gema e porcentagem de albúmen de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).

Vitamina E	Unidade Haugh	Índice gema	% gema	% albúmen
Controle	85,49	0,453	29,78	62,21
200 UI	87,29	0,450	30,32	61,61
400 UI	86,98	0,460	30,09	61,95
600 UI	86,74	0,460	30,53	61,55
Probabilidade	0,40 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,35 ^{ns}
Valores de F	0,75	1,91	1,42	0,92
CV¹ (%)	1,87	3,08	3,09	1,50

¹coeficiente de variação, ^{ns} – não significativo (P>0,05).

Suplementando dietas de poedeiras com três níveis de vitamina E (30, 80 e 105 mg/kg) e submetendo essas aves ao estresse pelo calor (35 °C), YARDIBI & TÜRKAY (2008) observaram diminuição significativa da unidade Haugh, peso e gravidade específica dos ovos durante o período experimental.

Não houve diferença significativa entre os resultados dos tratamentos (Tabela 4) para qualidade externa (% de casca, peso específico, espessura de casca e peso da casca), concordando com ALMEIDA (2001) e MORI et al. (2003) que suplementando com 200, 400 e 600 UI de vitamina E/kg de dieta não verificaram diferenças significativas no peso da casca do ovo. Da mesma forma, QI & SIM (1998) e GALOBART et al. (2001) empregando dietas contendo entre 0 e 800 mg de vitamina E/kg não encontraram diferenças significativas no peso da casca do ovo.

Em contrapartida, PITA et al. (2004), suplementando dietas de poedeiras com 0, 100 e 200 UI de vitamina E por quilo de ração, observaram que os ovos das aves que receberam 100 UI de vitamina E tiveram peso de casca, significativamente, maior que aqueles provenientes do grupo não suplementados.

Tabela 4. Valores médios para porcentagem de casca, peso específico, espessura de casca, peso de casca de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).

Vitamina E	% casca	Peso específico (g/cm³)	Espessura da casca (mm)	Peso da casca (g)
Controle	7,97	1,070	0,247	0,888
200 UI	8,05	1,071	0,244	0,921
400 UI	7,97	1,071	0,243	0,891
600 UI	7,92	1,070	0,243	0,888
Probabilidade	0,40 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,57 ^{ns}
Valores de F	0,74	0,01	0,66	0,33
CV¹ (%)	1,87	2,12	2,95	3,32

¹coeficiente de variação, ns – não significativo (P>0,05).

Sugere-se que os resultados encontrados para desempenho e qualidade interna e externa dos ovos de codornas submetidas à suplementação da dieta com vitamina E pode ser em virtude do suplemento vitamínico utilizado na dieta basal, conter as exigências das vitaminas para aves, com isso não proporcionando alterações nestas características.

No presente estudo foi observado aumento linear do conteúdo de tocoferol das gemas dos ovos de acordo com a suplementação de vitamina E na dieta das aves (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para concentração de vitamina E na gema de ovos de codornas submetidas a diferentes níveis de vitamina E (UI/kg da dieta).

Vitamina E	Concentração de vitamina E na gema (mg/g)	% de incremento
Controle	0,191	-
200 UI	0,579	203,14
400 UI	0,789	313,08
600 UI	1,106	479,05
Probabilidade	0,001*	
Valores de F	273,52	
CV¹ (%)	14,68	

¹coeficiente de variação, * significativo ($P < 0,001$).

Avaliando-se o efeito da suplementação de dois níveis de proteína bruta (PB), 14 e 16%, e dois níveis de vitamina E (VE), 25 e 250 mg/kg, na dieta sobre a composição de ovos de matrizes de frangos de corte, BARRETO et al. (1999a) encontraram aumento significativo ($P < 0,01$) na concentração de α -tocoferol na gema da ordem de 117,9 a 702,7 mg/g de gema, ou seja, um aumento de seis vezes com a utilização de 250 mg de vitamina E/kg de dieta.

FRIGG et al. (1992) trabalhando com poedeiras comerciais alimentadas com dieta de 250 mg, em média, de vitamina E/kg, encontraram deposição de α -tocoferol que variou de 400 a 600 mg/g de gema, dependendo da idade das aves e do tipo de óleo utilizado na dieta.

Suplementando dietas de galinhas com dois tipos de óleos e quatro níveis de vitamina E (zero, 50, 100 e 200 ppm) MELUZZI et al. (2000) observaram um aumento linear de acetato dl- α -tocoferil ($P < 0,01$) na gema do ovo.

No mesmo sentido, CHEN et al. (1998) adicionando 0 a 120 mg de α -tocoferol por kg de ração, obtiveram coeficiente de correlação igual a 0,99 para o teor de α -tocoferol da gema.

Utilizando níveis suplementares de 50, 100, 200 e 400 mg de acetato de dl- α -tocoferol por kg da dieta, JIANG et al. (1994) observaram aumento linear significativo de α -tocoferol à gema do ovo, alcançando valor máximo de 390 μ g/g de gema.

O mesmo ocorreu com ALMEIDA (2001) que suplementando a dieta de poedeiras com 4 níveis de vitamina E (200, 400, 600 e 800 mg/kg de ração) verificou a elevação de forma progressiva e significativa as concentrações de tocoferol na gema do ovo com percentuais de incremento que variaram de 298% a 972%. Da mesma forma, SHAHRIAR et al. (2008) observaram aumento linear na incorporação de tocoferol na gema de ovos de matrizes pesadas submetidas a diferentes níveis de vitamina E e tipos de gorduras na dieta.

A suplementação de vitamina E provocou aumento na deposição de α -tocoferol na gema de ovos de galinhas expostas ao estresse térmico, inibindo a reação em cadeia da peroxidação na gema (BÖLÜKBASI et al., 2007).

A suplementação da vitamina E na ração proporcionou aumento significativo na concentração da vitamina E na gema dos ovos, apresentando regressão linear positiva, representada na Figura 2 ($y = 0,223 + 0,0015x$; $R^2 = 0,9256$), evidenciando que o teor de tocoferol aumentou conforme o aumento da suplementação da vitamina E na dieta das codornas. O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9256$) indica um excelente ajuste dos dados à reta, ou seja, 92,56% da variabilidade dos dados pode ser captada pelo modelo de regressão linear.

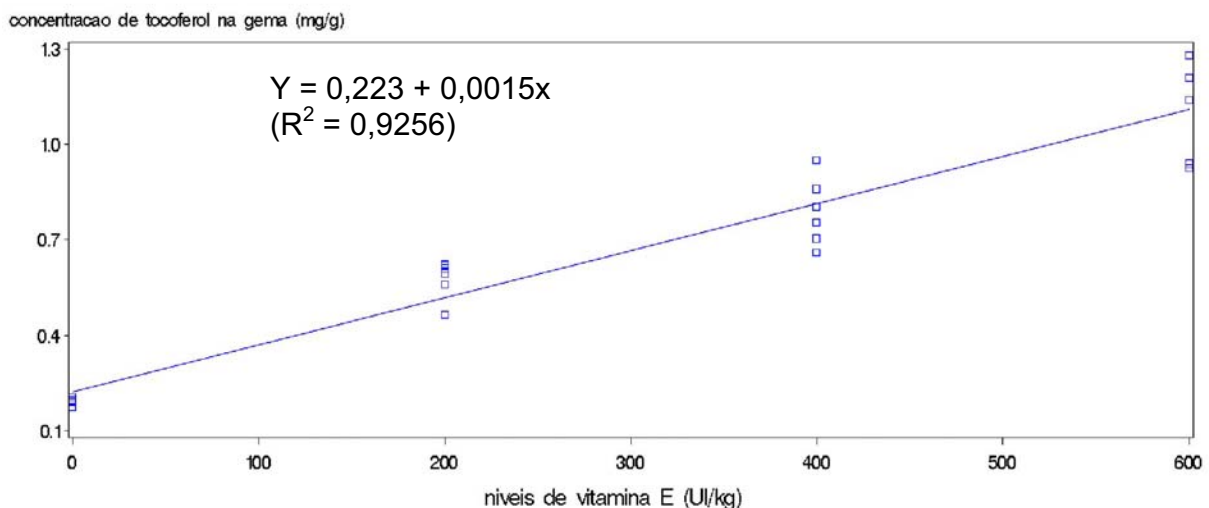


Figura 2. Tendência da concentração de tocoferol na gema (mg/g) em função da suplementação de vitamina E (UI/kg) na ração de codornas japonesas.

Estes achados podem ser explicados pelo fato de que nas aves, devido ao seu sistema linfático rudimentar, o fígado desempenha papel predominante no metabolismo dos lipídeos e das vitaminas lipossolúveis (KANG et al., 1998). A presença nos hepatócitos de uma proteína específica responsável pela retenção de α -tocoferol no fígado foi descrita em humanos (TRABER & SIES, 1996) e os resultados observados na presente pesquisa sugerem que existe retenção preferencial hepática de α -tocoferol também nas aves. Os tocoferóis aí presentes são transportados diretamente para a gema dos ovos como componente da VLDL (proteína de muito baixa densidade) sanguínea (CHERIAN et al., 1996b). Pelo fato de, nas aves, a VLDL não passar por nenhum processo de lipólise considerável em sua rota do fígado aos oócitos (NIMPF & SCHNEIDER, 1991), não ocorre perda significativa de tocoferóis neste transporte, justificando elevada eficiência na transferência dos tocoferóis alimentares para a gema do ovo. Segundo SURAI et al. (1998b), em cada ovo há transferência de uma quantidade de vitamina E duas vezes maior que a reserva desta vitamina no fígado. Deste modo, o fígado não se apresenta como reservatório de vitamina E na galinha poedeira, sendo esta espécie entre outras aves domésticas, a mais eficiente no transporte de tocoferol da dieta para o oócito (SURAI et al., 1998a).

Experimento 2

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados médios para índice gema, porcentagens de gema e de albúmen, unidade Haugh, peso específico, concentração da vitamina E e porcentagem de perda de peso de ovos armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamento.

Observou-se interação entre os níveis de vitamina E e período de armazenamento para as características unidade Haugh, peso específico e concentração da vitamina E, sendo que nas Tabelas 7, 8 e 9, são apresentados, respectivamente, os seus desdobramentos.

Observou-se interação nos níveis de vitamina E e condições de armazenamento para as características peso específico e concentração da vitamina E, sendo que nas Tabelas 10 e 11 são apresentados, respectivamente, os seus desdobramentos.

Verificou-se interação significativa entre os fatores período e condições de armazenamento para as características de qualidade dos ovos, concentração da vitamina E e porcentagem de perda de peso dos ovos. Não serão apresentados estes desdobramentos, entretanto, observou-se que a qualidade dos ovos piorou significativamente com o aumento do período de armazenamento, constatando-se que em temperatura refrigerada a qualidade dos ovos manteve-se em condições aceitáveis para o consumo. Os valores de unidade Haugh foram sempre maiores na temperatura refrigerada do que na temperatura ambiente. Esses resultados são corroborados pelos achados de BRUGALLI et al. (1998) que verificaram melhor qualidade interna de ovos armazenados em temperatura refrigerada, quando comparados com ovos armazenados na temperatura ambiente.

Sugere-se que a porcentagem de gema aumentou durante a estocagem em temperatura ambiente, devido às reações físicas e químicas que levam à degradação da estrutura da proteína presente na albumina espessa, tendo como produto das reações, água ligada a grandes moléculas de proteínas que passam para a gema por osmose (GONZALES & DE BLAS, 1991). Esse excesso de água ocasiona um aumento na gema, levando a um enfraquecimento da membrana vitelínica, fazendo com que a gema pareça maior e achatada, quando quebrada em uma superfície plana (LEANDRO et al., 2005)

A porcentagem de perda de peso também foi influenciada pelo período e temperatura de armazenamento, evidenciando, que em temperatura refrigerada a porcentagem de perda de peso foi menor em comparação ao refrigerado. Essa perda de peso é resultado da alta temperatura durante a estocagem, provocando no ovo a transpiração, intensificando a perda de CO₂ e água para o meio, resultando em perda de peso (GONZALES & DE BLAS, 1991).

A suplementação de vitamina E na dieta proporcionou aumento do índice gema nas aves que receberam ração com 400 UI de vitamina E, diferindo somente das aves que receberam 200 UI de vitamina E.

Com relação à porcentagem de gema, a suplementação ocasionou aumento dessa porcentagem no nível de 600 UI/kg, diferindo do nível de 400 UI/kg e não dos demais. Para porcentagem de albúmen, os maiores valores foram encontrados para nível de 400 UI/kg diferindo do nível 600 UI/kg e do controle.

Tabela 6. Médias para índice gema (IG), porcentagem de gema (%G), porcentagem de albúmen (%A), unidade Haugh (UH), peso específico (PE), concentração da vitamina E (CVE) e porcentagem de perda de peso (%PP) de ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.

Fatores	Características analisadas						
	IG	%G	%A	UH	PE (g/cm ³)	CVE*	%PP**
Níveis de vitamina E (NVE)							
controle	0,358ab	31,82ab	60,07ab	82,54	1,060	0,171	1,79
200 UI	0,351b	32,27ab	59,51bc	82,77	1,060	0,551	2,14
400 UI	0,360a	31,69b	60,28a	83,26	1,060	0,774	2,08
600 UI	0,356ab	32,52a	59,39c	82,90	1,059	0,993	1,91
Período de armazenamento (PA)							
zero	0,456	30,18	61,83	85,92	1,070	0,666	-
10 dias	0,346	31,93	59,99	84,58	1,059	0,613	1,30
20 dias	0,316	32,94	58,91	81,16	1,056	0,630	2,07
30 dias	0,308	33,27	58,51	79,81	1,054	0,557	2,65
Condições de armazenamento (CA)							
T ° ambiente	0,264	33,44	58,34	78,24	1,055	0,607	3,40
T ° refrigerada	0,450	30,72	61,28	87,47	1,064	0,628	0,703
CV(%)	4,09	4,18	2,31	2,76	0,16	2,65	16,17
Probabilidades							
NVE	0,0248	0,0099	0,0042	0,4800	0,0289	<,0001	0,4271
PA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
CA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0249	<,0001
NVE x PA	0,7891	0,3393	0,2861	0,0002	0,0009	0,0018	0,2936
NVE x CA	0,1798	0,6118	0,7589	0,7389	0,0015	<,0001	0,1859
PA x CA	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0019	<,0001
NVE x PA x CA	0,5071	0,7981	0,8789	0,5252	<,0001	0,0122	0,3263

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

* Dados comparados utilizando-se variável transformada ($y^{-0,2440}$).

**Dados comparados utilizando-se variável transformada ($y^{0,614}$).

No desdobramento da interação apresentado na Tabela 7, observa-se que dentro do fator período de armazenamento, os valores de unidade Haugh foram menores no controle em comparação aos demais níveis para o período de zero dia. Já dentro do fator níveis de vitamina E, pode-se observar que o maior valor de unidade Haugh no controle foi no período de 10 dias de armazenamento, diferindo em relação ao período de 20 e 30 dias. Nos níveis de 400 e 600 UI/kg, os valores apresentaram comportamento semelhante nos dias zero e 10, diferindo dos outros dias de armazenamento. Em relação ao nível 200 UI/kg, observou-se que o zero dia apresentou maior valor para unidade Haugh, diferindo estatisticamente dos demais períodos.

Tabela 7. Médias da unidade Haugh para níveis de vitamina E e período de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.

PA	Níveis de vitamina E (NVE)				Probab.
	controle	200 UI	400 UI	600 UI	
zero	82,86Bab	87,09Aa	86,98Aa	86,74Aa	<,0001
10 dias	85,02Aa	83,36Ab	85,19Aa	84,73Aa	0,1975
20 dias	81,87Ab	80,91Abc	81,40Ab	80,46Ab	0,4730
30 dias	80,40Ab	79,70Ac	79,47Ab	79,68Ab	0,7917
Probab.	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Do mesmo modo, CHERIAN et al. (1996a) armazenando ovos de poedeiras durante 0, 10, 20, 30 e 40 dias, observaram redução da unidade Haugh com a adição de óleos de savelha, linho e palma na dieta de galinhas suplementadas ou não com tocoferol.

No desdobramento da interação que encontra-se na Tabela 8, observa-se que dentro do fator período de armazenamento, os valores do peso específico não apresentaram diferenças independentes dos valores de vitaminas utilizados. Já dentro do fator níveis de vitamina E, nos níveis do controle e 200 UI/kg, os valores apresentaram comportamento semelhante, reduzindo no decorrer do período de armazenamento. Em relação aos níveis de 400 e 600 UI/kg, os valores encontrados

para peso específico foram sempre maiores no dia zero, entretanto, no nível de 600 UI/kg não ocorreram diferenças a partir do 10º dia de armazenamento.

Tabela 8. Médias do peso específico para níveis de vitamina E e período de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.

PA	Níveis de vitamina E (NVE)				Probab.
	controle	200 UI	400 UI	600 UI	
zero	1,069Aa	1,071Aa	1,070Aa	1,070Aa	0,3080
10 dias	1,060Ab	1,060Ab	1,059Ab	1,057Ab	0,1246
20 dias	1,057Ac	1,056Ac	1,057Ac	1,055Ab	0,0581
30 dias	1,053Ad	1,053Ad	1,055Ac	1,055Ab	0,6945
Probab.	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

No desdobramento da interação que consta na Tabela 9, observa-se que dentro do fator período de armazenamento, os valores da concentração da vitamina E apresentaram diferenças significativas, aumentando de acordo com os níveis crescentes de vitaminas. Apenas no período de 30 dias os valores foram semelhantes nos níveis de 400 e 600 UI/kg, diferindo dos demais. Já dentro do fator níveis de vitamina E, apenas o nível de 600 UI/kg foi o que apresentou diferenças no período de 30 dias, diferindo dos demais. Sugere-se que essa diminuição significativa da concentração da vitamina E na gema no nível de 600 UI/kg no período de 30 dias ocorreu para evitar a oxidação da gema, pois MELLUZI et al. (2000) verificaram após 28 dias de armazenamento, que os níveis de vitamina E mantiveram-se ainda muito próximos aos observados em ovos frescos, sugerindo que a vitamina E não foi utilizada para evitar a oxidação lipídica da gema.

Tabela 9. Médias da concentração de vitamina E para níveis de vitamina E e período de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.

PA	Níveis de vitamina E (NVE)				Probab.
	controle	200 UI	400 UI	600 UI	
zero	0,191Da	0,579Ca	0,789Ba	1,11Aa	<,0001
10 dias	0,174Da	0,553Ca	0,723Ba	1,00Aa	<,0001
20 dias	0,170Da	0,547Ca	0,804Ba	1,00Aa	<,0001
30 dias	0,162Ca	0,528Ba	0,779Aa	0,850Ab	<,0001
Probab.	0,8294	0,3622	0,1427	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento da interação entre níveis de vitaminas E e condições de armazenamento para peso específico apresentado na Tabela 10, mostra que dentro dos níveis de vitaminas E, os valores foram sempre maiores na temperatura refrigerada quando comparados a temperatura ambiente. Dentro do fator condições de armazenamento, os valores do peso específico de ovos de codornas submetidas à suplementação de vitamina E/kg de dieta na temperatura refrigerada, apresentaram diferenças significativas para o nível de 600 UI/kg, diferindo do controle e 400UI/kg. Já quando a condição de armazenamento foi a temperatura ambiente, os valores de peso específico não apresentaram diferenças estatísticas, independentes dos níveis de vitaminas. Essa redução no peso específico pode estar relacionado com a perda de peso que o ovo sofre no decorrer do armazenamento (BARBOSA et al., 2008).

Tabela 10. Médias do peso específico para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.

Níveis de vitamina E	Condições de armazenamento (T°)		Probabilidade
	Ambiente	Refrigerada	
controle	1,055Ba	1,065Aa	<,0001
200 UI	1,056Ba	1,064Aab	<,0001
400 UI	1,055Ba	1,065Aa	<,0001
600 UI	1,056Ba	1,063Ab	<,0001
Probabilidade	0,5433	0,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O desdobramento da interação entre níveis de vitaminas E e condições de armazenamento para concentração da vitamina E na gema apresentado na Tabela 11, mostra que dentro dos níveis de vitaminas E, os valores foram sempre iguais nas duas condições de armazenamento. Entretanto, no nível de 600 UI/kg os valores foram maiores na temperatura refrigerada em comparação a ambiente. Dentro do fator condições de armazenamento, nas duas condições, ocorreu aumento da concentração da vitamina com a suplementação.

Tabela 11. Médias da concentração da vitamina E para níveis de vitamina E e condições de armazenamento em ovos de codornas submetidos à suplementação de vitamina E na dieta.

Níveis de vitamina E	Condições de armazenamento (T°)		Probabilidade
	Ambiente	Refrigerada	
controle	0,171Ad	0,178Ad	1,0000
200 UI	0,564Ac	0,539Ac	0,1432
400 UI	0,787Ab	0,761Ab	0,2533
600 UI	0,908Ba	1,07Aa	<,0001
Probabilidade	<,0001	<,0001	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Observou-se que a suplementação da dieta de codornas com 600 UI de vitamina E, apresentou custo de 10,08 centavos de real por kg de ração. Sabendo que a recomendação de vitamina E para seres humanos é de 15 UI/dia, isto seria equivalente a cinco ovos de codornas enriquecidos. A partir destes dados, o custo destes cinco ovos para atender as exigências ficaria em torno de 28 centavos de real. Sabendo que uma cápsula com a recomendação de vitamina E/dia custa em média 17 centavos de real, economicamente, seria viável este enriquecimento, pois o ovo fornece outras vitaminas, minerais, proteína para os seres humanos.

Conclusões

A suplementação de vitamina E na dieta não piorou o desempenho produtivo e a qualidade interna e externa dos ovos de codornas. Além disso, a suplementação foi eficiente na incorporação de tocoferol na gema, evidenciando que o valor nutricional dos ovos, relacionado à vitamina E, pode aumentar pela suplementação da dieta das codornas. O armazenamento dos ovos piorou a qualidade, sendo que em temperatura refrigerada os ovos apresentaram melhor estado de conservação.

Referências

ALMEIDA, C.R.M. **Influência da vitamina E alimentar no enriquecimento de ovos de galinhas**. 2001. 60f. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2001.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de armazenamento. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.127-133, 2008.

BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; GONÇALVES, T.M. Níveis de proteína e de vitamina E para matrizes de frango de corte. 1. Efeito sobre o desempenho das matrizes, composição do ovo e desempenho da progênie. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.2, p.183-192, 1999a.

BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; GONÇALVES, T.M. Níveis de proteína e de vitamina E para matrizes de frango de corte. 2. Efeito sobre a concentração de μ -

tocoferol na gema e nos tecidos e balanço de nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.2, p.193-199, 1999b.

BATISTA, E.S.; COSTA, A.G.V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.20, p. 525-535, 2007.

BÖLÜKBASI, S.C.; ERHAN, M.K.; KELES, M.S.; KOÇYIĞIT. Effect of dietary vitamin E on the performance, plasma and egg yolk vitamin E levels and lipid oxidation of egg in heat stressed layers. **Journal of Applied Biological Sciences**, v.1, n.3, p.19-13, 2007.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P.; ROLL, V.F.B. Efeitos dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.4, n.3, p.187-190, 1998.

CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production**, Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399p.

CHEN, J.Y.; LATSHAW, J.D.; LEE, H.O.; MIN, D.B. α -tocopherol content and oxidative stability of egg yolk as related to dietary α -tocopherol. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, p.1-4, 1998.

CHERIAN, G.; WOLFE, F.H. SIM, J.S. Feeding dietary oils with tocopherols: Effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.1, p.15-17, 1996a.

CHERIAN, G.; WOLFE, F.H. SIM, J.S. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.423-431, 1996b.

EL LATIF, S.S.A. Nutritional interrelationships of vitamin E and selenium on laying Japanese quail. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**, Special issue, p.711-718, 1999.

FRIGG, M.; WHITEHEAD, C.C.; WEBER, S. Absence of effects dietary α -tocopherol on egg yolk pigmentation. **British Poultry Science**, London, v.33, p.347-353, 1992.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D.; GUARDIOLA, F. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid during storage affected by dietary vitamin E and cathaxanthin supplementation. **Poultry Science**, Champaign, v.80, p.327-337, 2001.

GONZALES, M.; BLAS, B. **Nutricion y alimentación de gallinas ponedoras**. Madrid:Mundi-Prensa, 1991. 263p.

JIANG, Y.H.; McGEACHIN, R.B.; BAILEY, C.A. α -Tocopherol, β -Carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1137-1143, 1994.

KANG, K.R.; CHERIAN, G.; SIM, J.S. Tocopherols, retinol and carotenes in chicken egg and tissues as influenced by dietary palm oil. **Journal of Food Science**, v.63, p.592-596, 1998.

LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, F.B. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v.6, n.2, p.71-78, 2005.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: University Books, 1997. 364p.

MACHLIN, L.J. **Handbook of vitamins**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1991. p.99-143.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; MANFREDA, G.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enriched with n-3 long-chain fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p.539-545, 2000.

MORI, A.V.; MENDONÇA Jr. C.X.; ALMEIDA, C.R.M.; PITA, M.C.G. Supplementing hen's diet with vitamin A and E affects egg yolk retinol and α tocopherols levels. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, p.106-114, 2003.

MULDER, R. Eggs: a new way to take your medicine. **World Poultry**, v.22, p.26-27, 2006.

MURAKAMI, A.E. **Níveis de proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) nas fases de crescimento e postura**. 1991. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy Press, 9.rev.ed., 1994, 155p.

NIMPF, J.; SCHNEIDER, W.J. Receptor-mediated lipoprotein transport in laying hens. **The Journal of Nutrition**, v.121, n.9, p.1475-1485, 1991.

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; NAKAOKA, L.M.; MENDONÇA JR, C.X. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de α -tocoferol na gema do ovo. **Brasilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, n.1, p.25-31, 2004.

QI, G.H.; SIM, J.S. Natural tocopherol enrichment its effects in n-3 fatty acid modified chicken eggs. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.46, p.1920-1926, 1998.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SHAHRIAR, H.A.; ADL, K.N.; NEZHAD, Y.E.; NOBAR, R.S.D.; AHMADZADEH, A. Effect of dietary fat type and different levels of vitamin E on broiler breeder performance and vitamin E levels of egg. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.3, n.3, p.147-154, 2008.

SCHEIDELER, S.E.; FRONING, G. Dietary flaxseed improves egg production and incorporation of omega 3 fatty acids in eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.50-56, 1994.

SHEEHY, P.J.A.; MORRISEY, P.A.; FLYNN, A. Influence of dietary μ -tocopherol on tocopherol concentrations in chick tissues. **British Poultry Science**, London, v.32, p.391-398, 1991.

SURAI, P.; IONOV, I. BUZHIN, A.; BUZHINA, N. Vitamin E and egg quality. **Proceedings of the VI European Symposium on the Quality of Eggs Products**, Zaragoza, p.387-394, 1995.

SURAI, P.F.; IONOV, I.A.; KUCHMISTOVA, E.F.; NOBLE, R.C.; SPEAKE, B.K. The relationship between the levels of α -tocopherol and carotenoids in the maternal feed, yolk and neonatal tissues: comparison between the chicken, turkey, duck and goose. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.76, n.4, p.593-598, 1998a.

SURAI, P.F.; IONOV, I.A.; KUKLENKO, T.V.; KOSTJUK, I.A.; MACPHERSON, A.; SPEAKE, B.K.; NOBLE, R.C.; SPARKS, N.H.C. Effect of supplementing the hen's diet with vitamin A on the accumulation of vitamin A and E, ascorbic acid and carotenoids in the egg yolk and in the embryonic liver. **British Poultry Science**, v.39, n.2, p.257-263, 1998b.

TENGERDY, R.P.; NOCKELS, C.F. The effect of vitamin E on egg production, hatchability and humoral immune response of chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.52, p.778-783, 1973.

TRABER, M.G.; SIES, H. Vitamin E in humans: demand and delivery. **Annual Reviews of Nutrition**, v.53, n.1, p.335-345, 1996.

WEBER, G. Vitamina E na nutrição das aves: a chave para ótima saúde aviária e produtos de qualidade superior. In: **Simpósio de nutrição animal**; 2001. Campinas, São Paulo e Chapecó, Santa Catarina. Brasil. p.15-30.

YARDIBI, H.; TÜRKAY, G. The effects of vitamin E on the antioxidant system, egg production, and egg quality in heat stressed laying hens. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v.32, n.5, p.319-325, 2008.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo da suplementação de ração de codornas com vitaminas A, D e E foi o de verificar se a concentração destas vitaminas na gema aumentaria com esta suplementação, na tentativa de melhorar o nível nutricional dos ovos, visando a população menos favorecida. Além da concentração das vitaminas, também foi verificado o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas armazenados em diferentes períodos e condições de armazenamentos.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que esta suplementação foi eficaz na incorporação de ambas as vitaminas na gema dos ovos de codornas, visto que a concentração da vitamina A aumentou em 536,27% para o maior nível utilizado (30.000 UI de vitamina A/kg de ração). Em relação às vitaminas D e E, os valores da incorporação das vitaminas na gema foram de 13,43% e 479,05%, respectivamente.

Economicamente é viável este enriquecimento da dieta para elevar o nível das vitaminas na gema dos ovos, visto que o preço de cápsulas de vitaminas é semelhante ao custo desta suplementação. Entretanto, é sabido que o ovo fornece além destas vitaminas utilizadas neste experimento, outras vitaminas, minerais importantes para os seres humanos.

Apesar dos resultados favoráveis quanto à incorporação das vitaminas na gema, o desempenho e a qualidade dos ovos não foi influenciado com a suplementação das vitaminas na dieta de codornas japonesas.