

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO E  
VITAMINA E PARA CODORNAS DE CORTE  
EM CRESCIMENTO

Autor: Vittor Zancanela  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan  
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro – 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO E  
VITAMINA E PARA CODORNAS DE CORTE  
EM CRESCIMENTO

Autor: Vittor Zancanela  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan  
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

“Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal”

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro – 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

Z27n Zancanela, Vittor, 1986-  
Níveis de suplementação de selênio e vitamina E  
para codornas de corte em crescimento / Vittor  
Zancanela. -- Maringá, 2016.  
xvii, 94 f. : il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.  
Coorientador: Prof. Dr. Paulo César Pozza.  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, 2016.

1. Codorna de corte (*Conturnix contornix  
contornix*) - Desempenho. 2. Selenometionina. 3.  
Selenito de sódio. 4. Coturnicultura. I. Furlan,  
Antonio Claudio, orient. II. Pozza, Paulo César,  
coorient. III. Universidade Estadual de Maringá.  
Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 23.ed. 636.6

GV5-002719



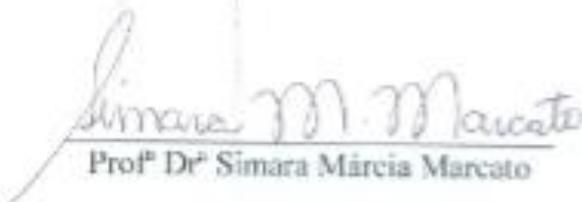
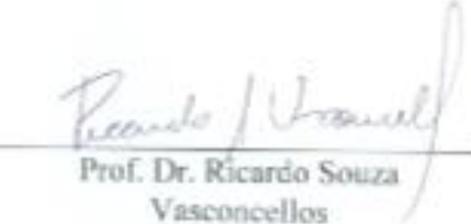
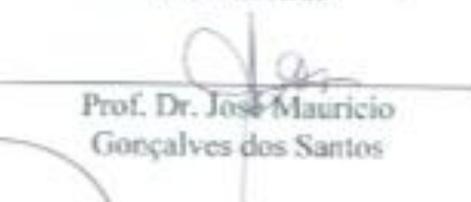
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO  
E VITAMINA E PARA CODORNAS DE  
CORTE EM CRESCIMENTO**

Autor: Vittor Zancanela  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 04 de fevereiro de 2016.

 Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Simara Márcia Marcato	 Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos
 Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Luciana Kazue Otutumi	 Prof. Dr. José Mauricio Gonçalves dos Santos
 Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan (Orientador)	

*“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça”*

***Cora Coralina***

*“Olhar para trás após uma longa caminhada pode fazer perder a noção da distância que percorremos, mas se nos detivermos em nossa imagem, quando a iniciamos e ao término, certamente nos lembraremos o quanto nos custou chegar até o ponto final, e hoje temos a impressão de que tudo começou ontem. Não somos os mesmos, mas sabemos mais uns dos outros. E é por esse motivo que dizer adeus se torna complicado! Digamos então que nada se perderá. Pelo menos dentro da gente...”*

***Guimarães Rosa***

*“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos”*

***Charles Chaplin***

*A minha amada mãe (in memoriam), Eloiza Teresa Tuzzi Zancanela, por tudo que me ensinou, pelo carinho, amor e incentivo. Mesmo não tendo mais a oportunidade de estar junto para a concretização deste sonho, foi ela quem me deu inspiração para que eu chegasse até aqui, e sei que, onde quer que esteja, torceu pela concretização desta jornada.*

*Às minhas tias, Norma, Vitória e Madalena Tuzzi por todo carinho.*

*À minha família e amigos,*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá, Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e Programa de pós-graduação em Zootecnia (PPZ-UEM), pela disponibilidade para realização deste trabalho.

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Análises e Nutrição Animal), Augusto de Camargo Neto, Creuza Azevedo e Cleuza Volpato. Ao Prof. Marcos Luciano Bruschi (Departamento de Farmácia) e Fábio Kelmer (COMCAP) pela atenção para utilização dos aparelhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo, que possibilitou a realização do doutorado.

Ao meu orientador Prof. Antônio Claudio Furlan, por mais uma vez estar orientando-me e acreditando no meu trabalho. Agradeço não só pela orientação, mas pela amizade, incentivo e paciência ao longo destes anos.

Ao meu coorientador Prof. Paulo Cesar Pozza, pelas ideias, orientações na condução dos meus dados, permissão e confiança para utilização dos equipamentos do laboratório da Fazenda Experimental de Iguatemi. À Prof.<sup>a</sup> Simara Marcia Marcato, pela amizade, longas conversas e incentivo.

À Prof.<sup>a</sup> Eliane Gasparino, por não apenas permitir que fizesse parte das atividades do seu grupo, resultando em um grande crescimento pessoal e profissional; mas também pelas muitas risadas, conselhos e orientações ao longo destes anos.

Ao Prof. Elias Nunes Martins, pela orientação com os dados estatísticos. À Prof.<sup>a</sup> Ana Cristina Barroeta Lajustícia (Universidade Autônoma de Barcelona), pela paciência, educação e por ter permitido a minha participação em seu grupo.

Ao meu querido grupo de trabalho: Daiane de Oliveira Grieser, Caroline Espejo Stanquevis, Mariana de Fátima Ferreira Zanon, Taciana Maria de Oliveira, Eline Maria Finco, Tainara Ciuffi Euzébio, Mariani Ireni Benites, Priscila Martins, Mateus Silva Ferreira e Ana Paula Silva Ton. Foi um prazer trabalhar com vocês e seria impossível chegar a qualquer resultado deste trabalho sem a colaboração de cada um de vocês. Obrigado por tudo, pelas infinitas risadas que demos ao longo deste período mesmo nos piores momentos, que todos tenham um grande sucesso profissional e pessoal.

Agradeço em especial às minhas amigas Daiane de Oliveira Grieser, Caroline Espejo Stanquevis e Ana Paula Del Vesco, foi de vocês que tive o apoio nas horas mais difíceis e que mais precisei durante o doutorado, obrigado pela amizade.

Aos outros amigos que conquistei em Londrina e Maringá (Elisa Laurenti, Fábio Ronque, Celso Rossini, Marcos Antonio Calvo, Renata Barbosa, Edicarlos de Oliveira Queiroz, Alessandro Rodrigues, Daniela Maria Gerônimo, Rimena do Amaral Vercellino, Lara Calvo Torrezan e Belisa Saito), eu de fato não teria palavras para descrever o quanto vocês foram e são importantes pra mim. Foi com vocês que dividi muitos ou até mesmo a maioria dos melhores momentos da minha vida. Obrigado pelos finais de semana, pelas festas, pela amizade, carinho, viagens, orientações e risadas.

A todos que de certa maneira contribuíram para realização deste trabalho, serei eternamente grato.

## BIOGRAFIA

VITTOR ZANCANELA, filho de Ubirajara Zancanela e Eloiza Teresa Tuzzi Zancanela, nasceu em São Joaquim da Barra - SP, no dia 17 de julho de 1986.

Em junho de 2008 concluiu o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Londrina – UEL – Brasil.

Trabalhou no período de dezembro de 2008 a junho de 2010, como Extensionista no Programa: Implantação de um Programa Cooperativo para Pequenos Produtores de Ovos no Norte do Paraná, financiado pela Fundação Araucária.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e no mesmo mês em 2012, submeteu-se a banca para defesa da Dissertação de Mestrado obtendo o título de Mestre em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá.

Ainda em março de 2012, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, da Universidade Estadual de Maringá, na área de Concentração Produção Animal, desenvolvendo estudos na área de Nutrição de Não-Ruminantes.

Em 05 de dezembro de 2014 submeteu-se ao exame geral de Qualificação, e de janeiro a setembro de 2015, realizou um período de Doutorado Sanduíche na Universidade Autónoma de Barcelona, Espanha. Em 04 de fevereiro de 2016, submeteu-se à defesa da Tese.

## ÍNDICE

Páginas

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xii
<b>RESUMO</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>I - INTRODUÇÃO</b> .....	1
1. Revisão de literatura .....	2
1.1. Coturnicultura de corte .....	2
1.2. Suplementação de minerais e vitaminas em rações .....	4
1.3. Selênio .....	7
1.4. Vitamina E .....	9
LITERATURA CITADA .....	11
<b>II- OBJETIVOS GERAIS</b> .....	15
<b>III - Níveis de suplementação de selênio inorgânico e vitamina E para codornas de corte no período de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade</b> .....	16
<b>R E S U M O</b> .....	16
<b>A B S T R A C T</b> .....	17
3.1. Introdução .....	18
3.2. Materiais e Métodos .....	19
3.2.1. Instalações, delineamento e dietas experimentais .....	19
3.2.2. Desempenho .....	20
3.2.3. Composição química corporal .....	23
3.2.4. Parâmetros sanguíneos .....	24
3.2.5. Biometria das vísceras .....	24
3.2.6. Rendimento de carcaça e cortes .....	25
3.2.7. Qualidade da carne .....	25
3.2.7.1. Perdas de água durante o descongelamento e cocção .....	25
3.2.7.2. Força de cisalhamento .....	26
3.2.7.3. pH final .....	26
3.2.7.4. Coloração .....	26
3.2.8. Análise estatística .....	26
3.3. Resultados .....	27
3.3.1. Fase inicial de crescimento (0 a 14 dias de idade) .....	27

3.3.1.1. Desempenho.....	27
3.3.1.2. Composição química corporal .....	27
3.3.1.4. Parâmetros sanguíneos.....	27
3.3.2. Fase final de crescimento (14 a 35 dias de idade) .....	33
3.3.2.1. Desempenho.....	33
3.3.2.2. Composição química corporal .....	33
3.3.2.3. Peso de vísceras e órgãos linfoides.....	33
3.3.2.4. Parâmetros sanguíneos.....	33
3.3.2.5. Rendimento de carcaça e cortes.....	33
3.3.2.6. Qualidade da carne.....	34
3.4. Discussão .....	41
3.5. Conclusões .....	49
3.6. Referências.....	49
<b>IV – Níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E para codornas de corte nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade</b> .....	<b>56</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>56</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>57</b>
4.1. Introdução .....	58
4.2. Materiais e Métodos.....	59
4.2.1. Instalações, delineamento e dietas experimentais.....	59
4.2.2. Desempenho.....	60
4.2.3. Composição química corporal .....	63
4.2.4. Parâmetros sanguíneos.....	64
4.2.5. Biometria das vísceras .....	64
4.2.6. Rendimento de carcaça e cortes.....	65
4.2.7. Qualidade da carne.....	65
4.2.7.1. Perdas de água durante o descongelamento e cocção.....	65
4.2.7.2. Força de cisalhamento .....	65
4.2.7.3. pH final .....	66
4.2.7.4. Coloração .....	66
4.2.8. Análise estatística .....	66
4.3. Resultados.....	67
4.3.1. Fase inicial de crescimento (0 a 14 dias de idade).....	67
4.3.1.1. Desempenho.....	67
4.3.1.2. Composição química corporal .....	67
4.3.1.3. Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides.....	67
4.3.1.4. Parâmetros sanguíneos.....	67
4.3.2. Fase final de crescimento (14 a 35 dias de idade) .....	72
4.3.2.1. Desempenho.....	72
4.3.2.2. Composição química corporal .....	72
4.3.2.3. Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides.....	72
4.3.2.4. Parâmetros sanguíneos.....	72
4.3.2.5. Rendimento de carcaça e cortes.....	73
4.3.2.6. Qualidade da carne.....	73
4.4. Discussão .....	80
4.5. Conclusões .....	87
4.6. Referências.....	87
<b>V- CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>94</b>

## LISTA DE TABELAS

Páginas

<b>III – Níveis de suplementação de selênio e vitamina E para codornas de corte no período de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade.....</b>	<b>16</b>
Tabela 1 - Composição percentual e nutricional da dieta basal para codornas de corte em crescimento (0 a 14 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio inorgânico e vitamina E.....	21
Tabela 2 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento (14 a 35 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio inorgânico e vitamina E .....	22
Tabela 3 - Desempenho de codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E .....	29
Tabela 4 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico	30
Tabela 5 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E.....	31
Tabela 6 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E .....	32
Tabela 7 - Desempenho de codornas de corte no período de 14 a 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e Vitamina E .....	35
Tabela 8 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico	36
Tabela 9 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E.....	37
Tabela 10 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E .....	38
Tabela 11 - Rendimento de carcaça e partes de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E .....	39

Tabela 12 - Parâmetros relacionados à qualidade da carne de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E 40

**IV – Níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E para codornas de corte nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade ..... 56**

Tabela 1 - Composição percentual e nutricional da ração basal para codornas de corte em crescimento (0 a 14 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E ..... 61

Tabela 2 – Composição percentual e nutricional da ração basal para codornas de corte em crescimento (14 a 35 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E ..... 62

Tabela 3 - Desempenho de codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 68

Tabela 4 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 69

Tabela 5 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 70

Tabela 6 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 71

Tabela 7 - Desempenho de codornas de corte no período de 14 a 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 74

Tabela 8 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 75

Tabela 9 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e Vitamina E ..... 76

Tabela 10 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 77

Tabela 11 - Rendimento de carcaça e partes de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E ..... 78

Tabela 12 - Parâmetros relacionados à qualidade da carne de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E .. 79

## RESUMO

Foram realizados quatro experimentos com objetivo de determinar os níveis de suplementação de selênio (Se) inorgânico ou orgânico e vitamina E (VE) em rações para codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4x4 (Se=0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg/ração x VE=10; 23; 36 e 49 UI/kg/ração). No experimento 1 (Se inorgânico), de 0 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.400 codornas recém nascidas, distribuídas em 16 tratamentos, três repetições e 50 aves por unidade experimental. No experimento 2 (Se inorgânico), de 14 a 35 dias, foram utilizadas 1.680 codornas com 14 dias de idade distribuídas nos mesmos tratamentos, com três repetições e 35 aves por unidade experimental. No período de 0 a 14 dias os níveis de VE não influenciaram o desempenho ( $P>0,05$ ), entretanto, a conversão alimentar (CA) foi influenciada de forma quadrática ( $P=0,0515$ ) em função dos níveis de Se, com melhor nível estimado com 0,29 mg Se/kg de ração. No período de 14 a 35 dias verificou-se efeito linear com interação (SexVE) para a CA ( $P=0,0150$ ) e o ganho de peso (GP,  $P=0,0266$ ). A CA (Se,  $P=0,0048$ ) e (VE,  $P=0,0019$ ), e o GP (Se,  $P=0,0049$ ) e (VE,  $P=0,0068$ ) melhoraram linearmente em função do aumento dos níveis de Se e VE nas rações. O consumo de ração (CR) diminuiu linearmente ( $P=0,0582$ ) em função dos níveis de VE. O rendimento de peito aumentou e reduziu linearmente em função dos níveis de selênio ( $P=0,0501$ ) e vitamina E ( $P=0,0220$ ) respectivamente utilizados. O rendimento de carcaça apresentou efeito quadrático ( $P=0,0056$ ) em função dos níveis de VE utilizados, com estimativa de maior rendimento em 27,24 UI de VE/kg de ração. Houve efeito da interação ( $P=0,0123$ ) com aumento linear para luminosidade ( $L^*$ ) da carne, em função dos níveis de Se ( $P=0,0328$ ) e VE ( $P=0,0358$ ). O componente de luminosidade vermelho-verde ( $a^*$ ) apresentou

efeito quadrático ( $P=0,0229$ ), em função dos níveis de Se. O ponto de 16,43 para o máximo de coloração vermelha foi estimado com 0,28 mg de Se/kg de ração. A perda de água por descongelamento (PD) reduziu linearmente ( $P=0,0260$ ) em função dos níveis de Se, e a perda de água por cocção (PC) apresentou comportamento quadrático ( $P=0,0422$ ) em função dos níveis de VE. A menor perda de água por cocção (5,23g) foi obtida com o nível de 29,58 UI de VE/kg de ração. Conclui-se que o nível de suplementação para o máximo desempenho de codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade é de 0,29 mg de Se e 10 UI de VE/kg de ração e dos 14 a 35 dias de idade recomendam-se os níveis máximos (0,4500 mg de Se e 49 UI de VE/kg de dieta). No experimento 3 (Se orgânico), de 0 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.400 codornas recém nascidas, distribuídas em 16 tratamentos, três repetições e 50 aves por unidade experimental. No experimento 4 (Se orgânico), de 14 a 35 dias, foram utilizadas 1.536 codornas com 14 dias de idade distribuídas nos mesmos tratamentos, com três repetições e 32 aves por unidade experimental. No período de 0 a 14 dias de idade, não foi verificado efeito do Se e VE sobre o desempenho das aves ( $P>0,05$ ). No período de 14 a 35 dias de idade os níveis de selênio pioraram a CA ( $P=0,0016$ ) e aumentaram linearmente o CR ( $P=0,0224$ ). O rendimento de peito ( $P=0,0171$ ) e pernas ( $P=0,0695$ ) apresentaram efeito quadrático em função dos níveis de Se nas rações. Verificou-se redução linear do rendimento de peito em função da VE ( $P=0,0126$ ). As estimativas de maior rendimento de peito (45,37%) e pernas (25,03%), foram obtidas com rações contendo 0,25 e 0,32 mg de Se/kg de ração. O componente de luminosidade ( $a^*$ ) aumentou linearmente ( $P=0,07$ ) em função dos níveis de VE. A perda de água por descongelamento (PD) apresentou efeito quadrático ( $P=0,0564$ ) em função dos níveis de VE. A menor perda de água (1,35g) foi obtida com o nível de 32,89 UI de VE/kg de ração. Houve interação ( $P=0,0288$ ) entre os níveis de Se e VE para a força de cisalhamento (FC); com redução linear em função dos níveis de Se ( $P=0,0092$ ) e VE ( $P=0,0053$ ). Conclui-se que em ambas as fases, os níveis mínimos de Se orgânico (0,1125 mg/kg) e VE (10UI/kg) utilizados nas rações à base de milho e farelo de soja seriam suficientes para atender as exigências das codornas de corte.

Palavras chaves: *Coturnix coturnix coturnix*, desempenho, selenometionina, selenito de sódio

## ABSTRACT

Four experiments were carried out in order to determine the levels of supplementation of selenium (Se) inorganic or organic and vitamin E (VE) in diets of meat quails (*Coturnix coturnix coturnix*) in periods 0-14 and 14 to 35 days old. A completely randomized design was used in a 4x4 factorial design (Se = 0.1125; 0.2250; 0.3375 and 0.4500 mg/kg/diet x VE = 10; 23; 36 and 49 IU/kg/diet). In experiment 1 (inorganic Se), 0-14 days old, were used 2400 newborn quail, distributed in 16 treatments, three replicates and 50 birds per experimental unit. In experiment 2 (inorganic Se), 14-35 days, were used 1680 quails at 14 days de age, distributed in the same treatments, with three replicates of 35 birds per experimental unit. In the period 0-14 days the levels of VE did not affect the performance ( $P>0.05$ ), however, the feed conversion (FC) was influenced in a quadratic effect ( $P = 0.0515$ ), according to the level of Se, with a higher level estimated with 0.29 mg Se/kg/diet. In the period of 14-35 days there was a linear effect with interaction (SexVE), for FC ( $P=0.0150$ ) and the weight gain (WG,  $P=0.0266$ ). The FC (Se,  $P=0.0048$ ) and (VE,  $P=0.0019$ ), and the WG (Se,  $P=0.0049$ ) and (VE,  $P=0.0068$ ) improved linearly with increasing levels of Se and VE in diets. The feed intake (FI), decreased linearly ( $P=0.0582$ ) in function of the levels of VE. The breast yield increased and decreased linearly in function to the levels of Se ( $P=0.0501$ ) and vitamin E ( $P=0.0220$ ) respectively used. The carcass yield showed a quadratic effect ( $P=0.0056$ ) in function to the levels of VE used, with estimation of higher yield of 27.24 IU of VE/kg/diet. There was a significant interaction ( $P=0.0123$ ) with a linear increase in brightness ( $L^*$ ) of the meat, depending on the levels of Se ( $P = 0.0328$ ) and left ventricle ( $P=0.0358$ ). The light component red-green ( $a^*$ ) presented a quadratic effect ( $P=0.0229$ ), depending on the levels of Se. The point of 16.43 to the maximum red color was estimated with 0.28 mg Se/kg feed. The loss of defrosting water (PD) linearly reduced ( $P=0.0260$ ) versus the levels of Se, and the loss of water for cooking

(PC) showed a quadratic response ( $P=0.0422$ ) versus the levels of VE. The lowest water loss by cooking (5.23g) was obtained with the level of 29.58 IU of VE/kg of feed. It was concluded that the level of supplementation for maximum performance of meat quails in the period 0-14 days of age is 0.29 mg/Se/kg/diet and 10 IU of VE/kg/diet, and from 14 to 35 days of age are recommended the maximum levels (0.4500 mg/Se and VE 49 IU/kg diet). In experiment 3 (organic Se), 0-14 days old, were used 2400 newborn quail, distributed in 16 treatments, three replicates and 50 birds per experimental unit. In experiment 4 (organic Se), 14-35 days, were used 1536 quails at 14 days of age, distributed in the same treatments, with three replicates of 32 birds per experimental unit. In the period 0-14 days of age, was not observed effect of Se and VE on bird performance ( $P>0.05$ ). In the period 14-35 days old, the selenium levels have worsened the FC ( $P=0.0016$ ) and linearly increased the FI ( $P=0.0224$ ). The breast yields ( $P=0.0171$ ) and legs ( $P=0.0695$ ) showed a quadratic effect in function on the levels of Se in diets. There was a linear reduction in breast yield in function on VE ( $P=0.0126$ ). The estimates of higher breast yield (45.37%) and legs (25.03%) were obtained with diets containing 0.25 and 0.32 mg Se/kg/feed. The luminance component ( $a^*$ ) increased linearly ( $P = 0.07$ ) as a function of VE levels. The loss of defrost water (PD) presented a quadratic effect ( $P=0.0564$ ) on the basis of VE levels. The lowest water loss (1.35g) was obtained with the level of 32.89 IU of VE/kg of feed. There was interaction ( $P=0.0288$ ) between the levels of Se and VE for shear force (FC); with linear decrease depending on the levels of Se ( $P = 0.0092$ ) and EV ( $P=0.0053$ ). It was concluded that in both phases, the minimum levels of organic Se (0.1125mg/kg) and VE (10IU/kg) used in diets based on corn and soybean meal were sufficient to meet the requirements of quails.

Keywords: *Coturnix coturnix coturnix*, Performance, Selenomethionine, Sodium selenite

## I - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a avicultura comercial ganhou grande destaque no cenário nacional de produção de carne e ovos, sendo a carne de frango a mais consumida no país. Vários fatores contribuíram para que a carne de frango atingisse tal patamar, tanto no aspecto relacionado à produção, como também da qualidade e de seu respectivo consumo. Inicialmente, pode-se destacar o intenso programa de melhoramento genético que foi aplicado sobre as linhagens de frangos de corte, permitindo com que estas aves tivessem um crescimento acelerado em um curto espaço de tempo, proporcionando um alto rendimento de cortes nobres. A nutrição também contribuiu de forma crucial para isto, com o desenvolvimento de planos nutricionais bem elaborados que atendam exatamente as exigências destas aves em suas respectivas idades visando o seu máximo desempenho.

Atualmente, o consumo mundial de carne e seus subprodutos têm aumentado de forma vertiginosa, e a produção e fornecimento de outras fontes de proteína de origem animal, como a carne de codornas, representa uma excelente alternativa para suprir essa necessidade. Além da alta qualidade da carne e seus subprodutos, a criação de codornas apresenta como vantagens a capacidade de ser realizada em pequenos espaços, alta precocidade, rusticidade, baixa produção de dejetos se comparada a outras atividades e baixo custeio com investimentos iniciais.

A coturnicultura de corte, apesar de suas vantagens, encontra barreiras que inibem sua expansão; além do pouco ou nenhum melhoramento genético de sua linhagem, merece grande destaque a ausência de planos nutricionais completos elaborados para estas. Vários estudos já foram conduzidos em nossa instituição visando determinar as exigências ou níveis de suplementação adequados, principalmente em relação a

exigências nutricionais de energia e aminoácidos, porém, poucos trabalhos foram realizados com suplementação de vitaminas e minerais, visando determinar o máximo desempenho destas aves.

Dentro deste contexto, o selênio e a vitamina E atuam como potenciais antioxidantes no organismo, principalmente na defesa e combate a formação de hidroperóxidos. Além disso, exercem papel fundamental no sistema imune, na reprodução, crescimento e qualidade da carne dos animais. Em relação ao selênio o mesmo pode ser fornecido e adquirido em rações comerciais nas formas orgânica e/ou inorgânica.

Como os estudos de nutrição para codornas de corte ainda são insípidos, os planos nutricionais geralmente são baseados em exigências nutricionais de outros países (NRC, 1994), ou ainda em exigências de outras espécies como frangos de corte presente nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), que não representam a realidade da espécie. Portanto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de suplementação de selênio (inorgânico ou orgânico) e vitamina E, preconizando seu máximo desempenho, além de verificar seus efeitos sobre a composição química corporal, peso de órgãos linfoides e vísceras, parâmetros sanguíneos, rendimento de carcaça e qualidade da carne destas aves.

## **1. Revisão de literatura**

### **1.1. Coturnicultura de corte**

Os surgimentos de técnicas de aprimoramento nas explorações das diversas categorias animais provocaram uma verdadeira revolução nos índices de produtividade e na qualidade dos produtos de origem animal. Diante disto, alguns setores como a avicultura, ganharam destaque sobre os demais, sendo este resultante de fatores intrínsecos da atividade, ou até mesmo da organização do próprio setor (Cunha, 2009).

Nos últimos anos têm se verificado um aumento no consumo de produtos de origem animal como carne e ovos em todo o mundo. Diante desta situação pesquisadores têm desenvolvido pesquisas a fim de buscar novas alternativas de produtos de origem animal que possam satisfazer a necessidade do consumidor e aumentar os índices de produtividade no Brasil (Faitarone et al., 2005).

Nesse cenário a coturnicultura de corte, atividade até então pouco praticada no país, aos poucos vem se destacando como atividade promissora. Para Pinto et al. (2002), fatores como precocidade na produção e maturidade sexual, alta produtividade, baixo investimento inicial seguido de um rápido retorno financeiro, são fatores decisivos para a constituição deste cenário.

A cotunicultura de postura é ainda mais difundida no país, sendo estas aves destinadas à produção de ovos e caracterizando-se pelo seu menor peso e temperamento mais agressivo se comparadas às codornas de corte ou europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). Quando em final de postura as codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), tendem a ser destinadas ao abate, resultando em carcaças pequenas (70 a 130 gramas), com carne dura que foge aos padrões de consumo nacional. Já as codornas de corte são especializadas para o abate, tendo um peso vivo bem superior às codornas japonesas, com temperamento mais calmo, com uma coloração mais viva e peso e tamanho de ovos um pouco superior às codornas japonesas (Rezende et al., 2004).

Estudos realizados na Europa, Ásia, Oriente Médio e América, demonstram que não apenas o consumo da carne de frango e peru tem aumentado no últimos anos. Foi verificado um aumento no interesse de consumo e produção de outras espécies, ainda consideradas como não comerciais a exemplo: faisão, perdiz e codorna (Ribarski e Genchev, 2013). Conforme matéria publicada por Cunha (2009b) na revista *World Poultry*, os países China, França, Itália, Espanha e Estados Unidos, são considerados os maiores produtores de carne de codorna, tendo outros países como Canadá, Austrália e Índia, buscado alternativas para fomentarem a produção e exportação. A China seria o maior produtor mundial de carne de codornas, com uma estimativa que pode chegar a 190 mil toneladas de carne por ano, seguida da Espanha com aproximadamente 9.300 toneladas em 2004, França com 8.187 toneladas em 2006, Itália com 3.600 toneladas e Estados Unidos com uma estimativa entre 2.674 e 4.011 toneladas de carne no ano de 2002.

No Brasil, segundo dados fornecidos pelo IBGE (2011), houve um crescimento de 19,8% na criação de codornas no país no período de 2010 para 2011, produzindo 15,567 milhões de codornas. Ainda revelaram que a região sul do país foi a que apresentou maior aumento no número de codornas (44%), seguido da região centro-oeste (40,3%) e sudeste (15,9%), e que este crescimento possa estar associado com a produção de carnes de codorna, já que neste mesmo período a produção de ovos caiu 8,9%.

De acordo com Winter et al. (2006), a carne de codornas também apresenta alto conteúdo proteico, e de aminoácidos além de baixa quantidade de gordura. Conforme Moraes e Ariki (2009), a maioria dos aminoácidos encontrados na carne de codorna são superiores aos de frango. Suas pesquisas ainda indicam que, além de ser rica em vitaminas, a carne de codorna ainda apresenta grandes concentrações de ferro, fósforo, zinco e cobre quando comparada à carne de frango; sendo que a quantidade de colesterol para cada 100g de carne atinge valores intermediários (76 mg) entre a carne de peito (64 mg) e da coxa e sobre-coxa (81 mg) do frango.

O mercado de carne de codornas disponibiliza carcaças inteiras congeladas e, raramente oferta-se no mercado codornas desossadas e defumadas. Com algumas limitações, o hábito de consumo de codornas restringiu-se a aperitivo ou petisco fato que restringe o consumo *per capita*. Porém a especialização dos sistemas de produção vem modificando esta realidade (Cunha, 2009a).

Alternativas têm sido buscadas a fim de satisfazer as exigências dos consumidores em virtude do aumento mundial no consumo de carne e uma delas está relacionada à produção de codornas de corte. Além de ser considerada uma excelente fonte de proteína animal, a criação de codornas agride menos o meio ambiente por produzir quantidade de dejetos inferiores à criação de frangos de corte (Mori et al., 2005).

Segundo Jordão Filho (2008), se comparada a frangos de corte e poedeiras a criação de codornas apresenta vários pontos positivos. A postura das codornas se inicia num período inferior a 40 dias de idade, enquanto que para poedeiras o primeiro ovo é colocado aproximadamente com 120 dias de idade. Comparadas com frangos de corte, as codornas de corte já podem serem abatidas por volta dos 28 dias de idade apresentando uma proporção de peito na carcaça superior aos frangos de corte.

## **1.2. Suplementação de minerais e vitaminas em rações**

Como já exposto, o aumento da eficiência produtiva exige, cada vez mais, a implementação de estratégias que visam potencializar todos os aspectos da produção animal, entre estes, a nutrição, fator crucial para a maximização da produção.

Os minerais constituem parte importante do organismo animal, representando de 3 a 4 % do peso vivo das aves e em torno de 2,8% do peso vivo dos suínos. Das inúmeras funções que são capazes de exercer no organismo pode-se destacar: manutenção da homeostase dos fluídos orgânicos, participação na formação do tecido conjuntivo,

manutenção do equilíbrio da membrana celular, ativação das reações bioquímicas por meio da ativação de sistemas enzimáticos, entre outras (Bertechini, 1989).

Apesar de perfazerem aproximadamente 5% do peso total do corpo, os minerais são extremamente necessários na dieta, onde sua ausência ou até mesmo o excesso, são capazes de gerar prejuízos na produção animal (Fillapi et al. 2005). Os autores relataram que os minerais estão envolvidos em inúmeros processos relacionados ao metabolismo, crescimento e manutenção de tecidos, componentes de estruturas de biomoléculas, cofatores enzimáticos e equilíbrio ácido-básico. Ainda estão relacionados aos mecanismos da resposta imune e reprodução (Kiefer, 2005; Lamb et al., 2008).

Os minerais comumente são classificados de duas formas, conforme suas concentrações nos tecidos (Bertechini, 2006), sendo estas relacionadas aos seus respectivos requerimentos e funções. Os macrominerais (enxofre, cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro e magnésio) se referem aos que são necessários em maior quantidade pelo organismo dos animais (>100ppm), geralmente calculados em g por kg de dieta. Já os microminerais (ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênio) são requeridos em menor quantidade (< 100 ppm), (Mcdowell, 2003). Enquanto os macrominerais se relacionam em sua maioria como componentes estruturais (ex: formação dos ossos e casca dos ovos) ou fisiológicas (manutenção da pressão osmótica, do balanço ácido-básico e da permeabilidade de membranas), os microminerais estão envolvidos com funções metabólicas como as relacionadas ao crescimento de tecidos, cofatores enzimáticos, sistema imune e reprodutivo (Kiefer, 2005; Mendonça Júnior et al., 2011). Os cofatores enzimáticos são minerais que necessitam de íons (metaloenzimas), que podem atuar de várias formas: como centro catalítico primário, no sítio ativo da enzima; como complexo de coordenação ou grupo de união entre o substrato e a enzima; como estabilizador da conformação da enzima. Exemplos de metaloenzimas; anidrase carbônica ( $Zn^{2+}$ ), citocromo oxidase ( $Cu^+$ ), glutatona peroxidase (Se) (MacDonald et al., 2002).

Tradicionalmente são utilizados minerais inorgânicos na alimentação animal, porém há algumas décadas têm se verificado um aumento progressivo na utilização de minerais orgânicos ou quelatados em suas dietas. Estes melhoram o desempenho, qualidade da carcaça e metabolismo dos animais, além de diminuir a contaminação

dos solos e água por metais pesados resultantes da excreção de animais suplementados com fontes inorgânicas (Rutz e Murphy, 2009).

Os requerimentos minerais dos animais variam de acordo com inúmeros fatores, dentre eles: a raça, a forma química do mineral e suas interrelações com outros minerais ou nutrientes da dieta, sendo estas capazes de aumentar ou diminuir sua absorção. Além disso, fatores como idade e estado fisiológico dos animais também influenciam na determinação dos requerimentos nutricionais para estes (Underwood e Suttle, 1999).

Fatores como o melhoramento genético dos animais que vem sendo explorado ao longo dos anos, e que resulta em um crescimento explosivo em um curto espaço de tempo e a diminuição do conteúdo mineral dos alimentos em função do empobrecimento dos solos, faz com que seja imprescindível a realização de estudos mais aprofundados da utilização adequada dos corretos níveis nutricionais na alimentação animal (Andrighetto et al., 1984).

Assim como os minerais, as vitaminas também são micronutrientes presentes em pequenas quantidades nos alimentos e que desempenham papéis fundamentais no organismo. O aumento da suplementação vitamínica geralmente resulta em efeitos positivos aos animais como no desempenho e sistema imune. Já no caso de deficiência, pode resultar em desenvolvimento ineficiente, queda na produtividade e deficiência do sistema imune (Lehninger et al., 1995; Félix et al., 2009). Já que não podem ser sintetizadas em quantidades suficiente nos organismos (Jensen, 1974) é fundamental a presença destes micronutrientes de forma adequada nas rações dos animais (Lesson e Summers, 1988).

As vitaminas são tradicionalmente divididas em hidrossolúveis (vitaminas do Complexo B e vitamina C) e lipossolúveis (A, D, E e K) recebendo esta classificação de acordo com suas propriedades fisiológicas. Para a correta suplementação das microquantidades a serem adicionadas nas rações, devem se levar em consideração fatores como: sexo, idade, atividade física e estado fisiológico do indivíduo (Lehninger et al., 1995). Além disso, em termos de dieta, estas representam em torno de 3% do custo total, sendo que as vitaminas A e E, correspondem a aproximadamente 50% do aporte vitamínico dietético (Félix et al., 2009).

Os estudos que tratam de suplementação de minerais e vitaminas, sobretudo na alimentação de codornas de corte, ainda são escassos e muitas vezes ainda baseados em exigências de frangos de corte ou codornas de postura como as do *National Research*

*Council* (NRC, 1994) e Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011). Ainda podem ser resultante de trabalhos que não buscaram avaliar o ótimo desempenho, ou que não avaliaram as linhagens separadamente (corte e postura) para os minerais e vitaminas como nas Tabelas para Codornas Japonesas e Européias (Silva, 2009). Além disso, os níveis indicados nas tabelas muitas vezes diferem dos utilizados comercialmente, pois em muitos casos foram determinados em condições diferentes das situações climáticas brasileira, em forma de exigências mínimas que não visam o máximo desempenho das aves.

### **1.3. Selênio**

Até 1950, o interesse biológico pelo selênio limitava-se aos seus efeitos tóxicos para os animais (Suttle, 2010) quando foi descoberto como um nutriente essencial. Com o passar dos anos, foram realizadas novas descobertas de características funcionais do selênio como o fato de prevenir quadros de necrose de fígado em ratos alimentados com dietas deficientes em vitamina E, além da diátese exudativa em aves (Lesson e Summers, 2001).

Em 1973, foi descoberto que o selênio agia por intermédio da selenoproteína glutathione peroxidase (Suttle, 2010). Desde a sua descoberta, os efeitos da interação entre selênio e vitamina E, vem sendo estudados de maneira persistente. A interação entre o selênio e a vitamina E ocorre porque a vitamina E reduz a necessidade de selênio e vice-versa. Ambos os elementos tem função antioxidante, protegendo as membranas plasmáticas contra a ação tóxica dos peróxidos lipídicos, ocorrendo uma complementação no sítio de ação, onde o Selênio atua no meio intracelular e a vitamina E no meio extracelular (Paschoal et al., 2003), onde um age como auxiliar poupando o outro, exceto em baixas concentrações (Mcdowell, 1992).

O selênio nos alimentos apresenta-se de duas formas (inorgânica e orgânica). As formas inorgânicas do selênio são: seleneto de hidrogênio, selenito e selenato. Já as formas orgânicas são a selenometionina (SeMet) e a selenocisteína (SeCis), nas quais o átomo de enxofre da molécula é substituído por um Se (Brody, 1999).

O selênio não é essencial para as plantas, mas é encontrado em todas as suas partes como selênio ligado a aminoácidos e partes como íons de selenito e selenato. A SeMet e a SeCis estão em maior quantidade nos cereais e vegetais, sendo que a SeMet corresponde a 55-65% do selênio presente, e a SeCis a apenas 5-15% (Suttle, 2010).

Estudos relataram que a quantidade de selênio varia entre as diferentes partes das plantas (raiz, caule, folhas e grãos), e que ainda é dependente da quantidade de selênio presente no solo, portanto, seu conteúdo é extremamente variável (Lesson e Summers, 2001).

Os suplementos minerais utilizados em rações animais, podem comumente possuir selênio na forma inorgânica ou orgânica. A forma inorgânica mais comum utilizada em misturas minerais é o selenito de sódio. As formas orgânicas, por sua vez, estão disponíveis como leveduras enriquecidas, que crescem sobre um substrato contendo pouco enxofre e muito selênio. Dessa forma, o selênio encontrado é basicamente a SeMet, porém com diversas outras formas ainda desconhecidas (Uden et al., 2004).

Além da levedura, algas marinhas e outras plantas e cereais são capazes de converter o selênio principalmente em selenometionina, e incorporá-la como proteína no lugar da metionina, através do RNA transportador de metionina (Schrauzer, 2000). A selenometionina é absorvida no trato digestório por um mecanismo ativo de transporte similar ao da metionina, enquanto que o selenito não é transportado ativamente (Lesson e Summers, 2001). Ao contrário de outros minerais utilizados na suplementação das dietas dos animais, o selênio apresenta um limite estreito entre a deficiência e a toxicidade (González et al., 2000).

O selenito de sódio, quando presente no trato gastrointestinal, necessita ser solubilizado para que possa ser absorvido na forma de íons. Entretanto, esta forma pode interagir com outros componentes da dieta e indisponibilizar sua absorção. Este é um dos motivos que geralmente as rações comerciais utilizam concentrações mais elevadas do que o necessário, resultando em muitos casos suplementação excessiva, ocasionadora de danos ao meio ambiente (Close, 1998).

A concentração de selênio nos animais de produção é de aproximadamente 20-25 µg/kg de peso vivo, variando de acordo com a dieta e esta concentração aumenta com a idade. O conteúdo de selênio no sangue usualmente oscila entre 5 a 18 µg/100mL (aproximadamente 70% nos eritrócitos). A distribuição de selênio no corpo é similar ao do enxofre: 50 a 52% no tecido muscular, 14 a 15% nos pelos e tecidos córneos, 10% no esqueleto, 8% no fígado e 15 a 18% em outros tecidos (Georgievskii, 1982).

As recomendações de selênio para frangos de corte segundo o *National Research Council* (NRC, 1994) e Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011)

são de 0,15 mg/kg (aves de 1 a 56 dias) e 0,33 mg/kg (aves 8 a 21 dias), respectivamente. Já as recomendações preconizadas nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias (Silva, 2009) são de 1 mg/kg de ração em fase de crescimento e 0,5mg/kg para fase de produção. Esses dados trazidos por Silva, porém, são resultantes de trabalhos realizados em outros países e até mesmo, no caso de exigência mineral não há estudo individualizado para determinação do nível ideal para codornas japonesas ou europeias. Deve-se levar em consideração que há ainda a existência de uma grande heterogeneidade de material genético, sobretudo das codornas de corte no Brasil. No caso do nível para codornas de crescimento, ele foi sugerido em meio à experimentação para avaliação da resposta imune e não para determinação de seu máximo desempenho zootécnico.

#### **1.4. Vitamina E**

A vitamina E foi descoberta por Evans e Bishop (1922) como sendo um fator que apresentava solubilidade em óleos vegetais, associado a fatores reprodutivos em ratos. Posteriormente, pesquisas foram desenvolvidas e foi verificado que quando esta vitamina se apresentava deficiente aumentavam-se as observações de condições patológicas em diversas categorias animais (Leeson e Summers, 2001).

O óleo de germen de trigo é considerado uma das fontes mais ricas de vitamina E, e, além disso, esta é encontrada em alguns legumes e em geral nos grãos de cereais provenientes de oleaginosas. Pode ser encontrada na forma de oito isômeros, sendo os mais comuns ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  - tocoferol), sendo  $\alpha$ -tocoferol a mais utilizada e de maior disponibilidade (Perry, 1995).

A vitamina E é considerada um nutriente essencial para o crescimento e a manutenção da saúde dos animais, estando envolvida nos processos de morte e reabsorção embrionária, degeneração da retina, síntese de prostaglandina, hemólise dos eritrócitos e principalmente, por funcionar como um antioxidante biológico (Bendich et al., 1986; McDowell, 1989; Liu et al., 1995). Além destas observações Leeson e Summers (2001) ainda ressaltam a importância e as ligações que a vitamina E exerce sobre a prevenção da diátese exudativa dos tecidos, encefalomalácia em aves, distrofia nutricional muscular, degeneração das células lipídicas e síntese do ácido ascórbico.

A vitamina E é armazenada principalmente no fígado e tecidos adiposos (Pinto et al., 2002) e, assim como as vitaminas A e D, é comumente expressa em unidade

internacional (UI). As exigências de vitamina E são variáveis e vão depender da quantidade de óleo adicionado na ração, e também da quantidade de selênio. Uma UI de vitamina E corresponde a atividade de 1 mg de acetato dl- $\alpha$ -tocoferil sintético, 0,735 mg de acetato d- $\alpha$ -tocoferil, 0,671 mg d- $\alpha$ -tocoferol, ou 0,909 mg de dl- $\alpha$ -tocoferol. O NRC (1994), ainda destaca que a vitamina E apresenta pouco ou nenhum risco de toxicidade, podendo ser suplementada em níveis até 100 vezes superior à exigência nutricional da ave.

As aves não são capazes de sintetizar a vitamina E, por isso esta deve ser fornecida por meio das dietas (Chan e Decker, 1994). No caso dos frangos de corte a exigência de vitamina E preconizada pelo *National Research Council* (NRC, 1994) e pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011) são de 10 UI (aves de um a 56 dias) e 31 UI (aves de oito a 21 dias), respectivamente. Já as recomendações preconizadas nas Tabelas para Codornas Japonesas e Européias (Silva, 2009) são pouco conclusivas em termos de exigências que visem o máximo desempenho das aves, além disto, da mesma forma que ocorre para o selênio, as recomendações não são específicas para codornas europeias e foram desenvolvidas em outros países com diferentes condições e em ensaios conduzidos com codornas japonesas. Vale ainda ressaltar que o objetivo específico dos ensaios citados nas tabelas não era determinar o melhor nível de suplementação de vitamina E para as aves. No primeiro caso avaliou-se o efeito do uso de dietas contaminadas com ocratoxina em codornas japonesas suplementadas com zinco, selênio ou vitamina E e seus efeitos sobre o desempenho e resposta metabólica das aves (El-Ghammy et al., 2004). Já no segundo ensaio de (Hooda et al., 2007), foi verificado o efeito da suplementação de vários níveis de vitamina E sobre os parâmetros reprodutivos de codornas japonesas machos e fêmeas. Portanto, a utilização dos resultados destes trabalhos não seriam suficientes e nem recomendados para determinar e fixar o melhor nível de suplementação de vitamina E visando o máximo desempenho de codornas de corte no Brasil.

## LITERATURA CITADA

- Andriguetto, J.M., Perly, L., Minardi, I. 1984. Nutrição Animal. São Paulo, Brasil.
- Bendich, A., Gabriel, E., Machlin, L.J., 1986. Dietary vitamin E requirement for optimum immune responses in the rat. J. Nutr. 116, 675-681.
- Bertechini, A.G. 1989. Nutrição de monogástricos. 1ed. Brasília, Brasil.
- Bertechini, A.G. 2006. Nutrição de monogástricos. Lavras, Brasil.
- Brody, T. 1999. Nutritional Biochemistry. 2ed. New York, US.
- Chan, K.M., Decker, E.A. 1994. Endogenous skeletal muscle antioxidants. Crit Rev Food Sci Nutr. 34, 403-426.
- Close, W. H. 1998. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry, In: Alltech's 14th Annual Symposium. Nottingham, UK, pp. 469-376.
- Cunha, F.S.A. 2009a. Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix Japonica*). PhD tese. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal do Ceará, Pernambuco, Brasil.
- Cunha, R.G.T. [2009b]. Quail meat - an undiscovered alternative. Disponível em: <http://www.worldpoultry.net/Other-Poultry-Species/Other-Poultry-pecies/2009/2/Quail-meat---an-undiscovered-alternative-WP006930W/>. Acesso em: 15/07/2014.
- El-Grammy, A.A., El-Latif, S.A.A., El-Yamany, A.T. 2004. Effects of using zinc, selenium or vitamin E supplementation on performance and metabolic responses of growing Japanese quail fed diets contaminated with ochratoxin. Egypt. Poult. Sci. J. 4, 447- 463.
- Evans, H.M., Bishop, K.S. Fetal reservation. 1922. Sci. 55, 650-651.
- Faitarone, A.B.G., Pavan, A.C., Mori, C., Batista, L.S., Oliveira, R.P., Garcia, E.A., Pizzolante, C.C., Mendes, A.A., Sherer, M.R. 2005. Economic traits and performance of Italian quails reared at different cage stocking densities. Braz. J. Poult. Sci. 7, 19-22.
- Félix, A.P., Maiorka, A., Sorbara, J.O.B. 2009. Níveis vitamínicos para frangos de corte. Ciênc. Rural. 39, 619-626.
- Filappi, A., Prestes, D., Cecim, M. 2005. Suplementação mineral para bovinos de corte sob pastejo - revisão. VetNot. 11, 91-98.

- Georgievskii, V.I. 1982. Mineral nutrition of animals. London: Butterworths, UK.
- González, F.H.D., Barcellos, J., Patiño, H.O., Ribeiro, L.A.. 2000. Perfil metabólico em ruminantes – seu uso na nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil.
- Hooda, S., Tyagi, P.K., Mohan, J., Mandal, A.B., Elangovan, A.V., Pramod, K.T. 2007. Effects of supplemental vitamin E in diet of Japanese quail on male reproduction, fertility and hatchability. *Br Poult Sci.* 48, 104-110.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [2011]. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2011/ppm2011.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf)>. Acesso em: 06/07/2014.
- Jensen, L.S. 1974. Fat soluble vitamin problems in biochemical diagnosis... Athens, Ga.: University of Georgia(Georgia Nutr Conf), US.
- Jordão Filho, J. 2008. Estimativas das Exigências de Proteína e de Energia para Manutenção, Ganho e Produção de Ovos em Codornas. PhD Tese. Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brasil.
- Kiefer, C. 2005. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. *Revista Eletrônica Nutritime.* 215-236.
- Lamb, G.C., Brown, D.R., Larson, J.E., Dahlen, C.R., Dilorenzo, N, Arthington, J.D., Dicostanzo, A. 2008. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 106, 221-231.
- Lehninger, A.L., Nelson, D.L., Cox, M.M., 1995. Principles of Biochemistry. 2<sup>nd</sup> ed., Worth Publishers: New York, US.
- Leeson, S., Summers, J.D. 2001. Nutrition of the chicken. 4.ed. Guelph: University Books, Canadá.
- Leeson, S., Summers, J.D. 1988. Some nutritional implications of leg problems with poultry. *Brit.Vet. J.* 144, 81.
- Liu, Q., Lanari, M.C., Schaefer, D.M. 1995. A Review of Dietary Vitamin E Supplementation for Improvement of Beef Quality. *J. Anim. Sci.* 73, 3131-3140.
- Mcdonald, P., Edwards R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 2002. Animal nutrition. 6th ed. Pearson: Edinburgh, UK.
- Mcdowell, L. R. 1992. Minerals in animal and human nutrition. New York: Academic Press, US.

- McDowell, L. R. 2003. Minerals in animal and human nutrition. 2ed. Netherlands: Elsevier Science, US.
- McDowell, L. R. 1989. Vitamin E. In: L. McDowell (Ed.) Vitamins In Animal Nutrition. Academic Press, New York, US, pp. 93.
- Mendonça Junior, A.F., Braga, A.P., Rodrigues, P.M.S., Sales, L.E.M., Mesquita, H.C.. 2011. Minerais: Importância de uso na dieta de ruminantes. ACSA. 07, 01-13.
- Moraes, V.M.B., Ariki, J. 2009. Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna. Disponível em: [www.biologico.sp.gov.br/rifibi/IIIrifibi/97-103.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/rifibi/IIIrifibi/97-103.pdf) >. Acesso em: 25/08/2014.
- Mori, C., Garcia, E.A., Pavan, A.C., Piccinin, A., Scherer, M.R., Pizzolante, C.C. 2005. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. R. Bras. Zootec. 34, 864-869.
- NRC, 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9<sup>th</sup> rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, US.
- Pachol, J.J., Zanetti, M.A., Cunha, J.A. 2003. Efeito da suplementação de selênio e vitamina E sobre a incidência de mastite clínica em vacas da raça holandesa Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 55, 249-255.
- Perry, T. W. 1995. Vitamin requirements of beef cattle. In: PERRY, T. W.; CECAVA, M. J. Beef cattle feeding and nutrition. 2. ed. New York: Academic Press, US.
- Pinto, R.; Ferreira, A.S., Aalbino, L.F.T., Gomes, P.C., Vargas Junior, J.G. 2002. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. R. Bras. Zootec. 31, 1761-1770.
- Rezende, M.J.M., Flauzina, L.P., Pimentel, C.M.M., Oliveira, L.Q.M. 2004. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. Acta Sci. 26, 353-358.
- Ribarski, S., Genchev, A. 2013. Effect of breed on meat quality in japanese quails (coturnix coturnix japonica). Trakia J. Sci. 11, 181-188.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T., Euclides, R.F., 2011. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. Viçosa, Brasil.

- Rutz, F., Murphy, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. 2009. In: I Congresso Internacional do uso da Levedura na Alimentação Animal. Campinas, Brasil. pp. 21-36.
- Schrauzer, G.N. 2000. Selenomethionine: A Review of Its Nutritional Significance, Metabolism and Toxicity. *J. Nutr.* 130, 1653-1656.
- Silva, J.H.V. 2009. Tabelas para codornas Japonesas e Européias. Jaboticabal-SP, 2ªed. Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- Siyadati, S.A., Irani, M., Ghazvinian, K., Rezaipoor, V., Fathi, H., Alipoor, K., Ghavidel, S.Z. 2011. Effect of varying dietary energy to protein ratio on productive performance and carcass characteristics of Japanese quail. *Scholars Research Library.* 2, 149-155.
- Suttle, N.F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4Ed., Cambridge: CABI North American Office, US.
- Ton, A.P.S. 2010. Exigência de treonina e triptofano digestível para codornas de corte. PhD Tesis. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Winter, E.M.W., Almeida, M.I.M., Oliveira, E.G., Martins, E.N., Natel, A.S., Surek, D. 2006. Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades. *Rev. Bras. Zootec.* 35, 1684-1690.
- Uden, P.C., Boakye, H.T., Kahakachchi, C., Tyson, J.F. 2004. Selective detection and identification of Se containing compounds- review and recent developments. *J. Chromatogr. A.* 1050, 85-93.
- Underwood, E.J., Suttle, N.F. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. 3ed., London: CAB Internacional, UK.

## II- OBJETIVOS GERAIS

Determinar o melhor nível de suplementação de selênio (inorgânico e orgânico) e vitamina E em dietas à base de milho e farelo de soja para codornas de corte nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade.

Avaliar a composição química corporal, os parâmetros sanguíneos, pesos de vísceras e órgãos linfoides, rendimento de carcaça e partes e a qualidade da carne de codornas submetidas a diferentes níveis de suplementação de selênio e vitamina E.

### **III - Níveis de suplementação de selênio inorgânico e vitamina E para codornas de corte no período de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade**

#### **RESUMO**

Foram realizados dois experimentos com objetivo de determinar os níveis de suplementação de selênio (Se) inorgânico e vitamina E (VE) em rações para codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4x4 (Se=0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg/ração x VE=10; 23; 36 e 49 UI/kg/ração). No experimento 1, de 0 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.400 codornas recém nascidas, distribuídas em 16 tratamentos, três repetições de 50 aves cada. No experimento 2, de 14 a 35 dias, foram utilizadas 1.680 codornas com 14 dias de idade distribuídas nos mesmos tratamentos, com três repetições de 35 aves cada. No período de 0 a 14 dias os níveis de VE não influenciaram o desempenho ( $P>0,05$ ), entretanto, a conversão alimentar (CA) foi influenciada de forma quadrática ( $P=0,0515$ ) em função dos níveis de Se, com melhor nível estimado com 0,29 mg Se/kg de ração. No período de 14 a 35 dias verificou-se efeito linear com interação (SexVE) para a CA ( $P=0,0150$ ) e o ganho de peso (GP,  $P=0,0266$ ). A CA (Se,  $P=0,0048$ ) e (VE,  $P=0,0019$ ), e o GP (Se,  $P=0,0049$ ) e (VE,  $P=0,0068$ ) melhoraram linearmente em função do aumento dos níveis de Se e VE nas rações. O consumo de ração (CR) diminuiu linearmente ( $P=0,0582$ ) em função dos níveis de VE. O rendimento de peito aumentou e reduziu linearmente em função dos níveis de selênio ( $P=0,0501$ ) e vitamina E ( $P=0,0220$ ) respectivamente utilizados. O rendimento de carcaça apresentou efeito quadrático ( $P=0,0056$ ) em função dos níveis de VE utilizados, com estimativa de maior rendimento em 27,24 UI de VE/kg de ração. Conclui-se que o nível de suplementação para o máximo desempenho de codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade é de 0,29 mg de Se e 10 UI de VE/kg de ração e dos 14 a 35 dias de idade recomendam-se os níveis máximos (0,4500 mg de Se e 49 UI de VE/kg de dieta).

*Palavras-chave:* Antioxidante, *Coturnix coturnix coturnix*, Tocoferóis, Selenito de sódio

### **III - Levels of supplementation of inorganic selenium and vitamin E for meat quails in periods 0-14 and 14 to 35 days old**

#### **A B S T R A C T**

Two experiments were carried out in order to determine the levels of supplementation of selenium (Se) inorganic and vitamin E (VE) in diets of meat quails (*Coturnix coturnix coturnix*) in periods 0-14 and 14 to 35 days old. A completely randomized design was used in a 4x4 factorial design (Se = 0.1125; 0.2250; 0.3375 and 0.4500 mg/kg/diet x VE = 10; 23; 36 and 49 IU/kg/diet). In experiment 1, 0-14 days old, were used 2400 newborn quail, distributed in 16 treatments, three replicates of 50 birds each. In experiment 2, 14-35 days, were used 1680 quails at 14 days de age, distributed in the same treatments, with three replicates of 35 birds each. In the period 0-14 days the levels of VE did not affect the performance ( $P>0.05$ ), however, the feed conversion (FC) was influenced in a quadratic effect ( $P = 0.0515$ ), according to the level of Se, with a higher level estimated with 0.29 mg Se/kg/diet. In the period of 14-35 days there was a linear effect with interaction (SexVE), for FC ( $P=0.0150$ ) and the weight gain (WG,  $P=0.0266$ ). The FC (Se,  $P=0.0048$ ) and (VE,  $P=0.0019$ ), and the WG (Se,  $P=0.0049$ ) and (VE,  $P=0.0068$ ) improved linearly with increasing levels of Se and VE in diets. The feed intake (FI), decreased linearly ( $P=0.0582$ ) in function of the levels of VE. The breast yield increased and decreased linearly in function to the levels of Se ( $P=0.0501$ ) and vitamin E ( $P=0.0220$ ) respectively used. The carcass yield showed a quadratic effect ( $P=0.0056$ ) in function to the levels of VE used, with estimation of higher yield of 27.24 IU of VE/kg/diet. It was conclude that the level of supplementation for maximum performance of meat quails in the period 0-14 days of age is 0.29 mg/Se/kg/diet and 10 IU of VE/kg/diet and from 14 to 35 days of age are recommended the maximum levels (0.4500 mg/Se and VE 49 IU/kg diet).

*Keywords:* Antioxidant, *Coturnix coturnix coturnix*, Sodium selenite, Tocopherols

### 3.1. Introdução

Diversos fatores contribuem para o interesse dos produtores na criação de codornas, como: rusticidade, precocidade sexual, rápido retorno financeiro, além de requerer pequenos espaços para criação (Mencalha et al., 2013). Além disto, Mori et al. (2005), ressaltam que a criação de codornas ainda se destaca pelo fato das aves apresentarem um menor consumo de ração e produção de dejetos se comparadas as criações de frangos de corte ou galinhas poedeiras. Salientam ainda que em função do aumento mundial do consumo de carne, a coturnicultura de corte pode ser considerada como uma excelente alternativa como fonte de proteína de alta qualidade.

Os custos com alimentação de aves comerciais correspondem a aproximadamente 70% dos custos totais de produção (Freitas et al., 2006), existindo uma grande escassez de pesquisas que determinem melhores planos nutricionais visando maximizar o lucro dos produtores de codornas de corte, principalmente as relacionadas à suplementação vitamínica e mineral destas aves. Hussain et al. (2004) destacam que os minerais e as vitaminas são componentes essenciais de uma dieta equilibrada e são necessários para o metabolismo e utilização de nutrientes.

O selênio (Se) inorgânico (selenito ou selenato de sódio) é a forma mais comumente utilizada na formulação de rações para aves (Surai, 2002; Payne e Southern, 2005), sendo estas formas utilizadas na alimentação animal há mais de 60 anos (Tayeb e Qader, 2012). O Se desempenha inúmeras funções no organismo animal, sendo componente da enzima glutathione peroxidase que é uma selenoenzima responsável pelo combate aos radicais livres nos tecidos musculares evitando danos oxidativos (Arai et al., 1994), atuando como modulador do sistema imune (Ribeiro et al., 2008) e no sistema reprodutivo (Gallo et al., 2003).

A vitamina E (VE) é considerada um nutriente essencial para o crescimento e a manutenção da saúde dos animais, estando envolvida nos processos de morte e reabsorção embrionária, degeneração da retina, síntese de prostaglandina, hemólise dos eritrócitos e principalmente tem importância por funcionar como um antioxidante biológico (Bendich et al., 1986; McDowell, 1989; Liu, 1995).

Ambos os elementos tem função antioxidante, protegendo as membranas plasmáticas contra a ação tóxica dos peróxidos lipídicos, ocorrendo uma complementação no sítio de ação, onde o Se atua no meio intracelular e a VE no meio extracelular (Paschoal et al., 2003).

Segundo Rostagno et al. (2011), as recomendações de Se e VE para frangos de corte são de 0,33 mg/kg e 31 UI/kg, respectivamente, porém as codornas de corte representam outra espécie, que possui metabolismo distinto e necessitam de diferentes exigências nutricionais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estimar o melhor nível de suplementação de Se inorgânico e VE nas rações de codornas de corte a fim de obter o máximo desempenho. Além disso, avaliou-se a composição química corporal, peso de vísceras e órgãos linfoides, parâmetros sanguíneos, rendimento de carcaça e qualidade da carne das aves.

### **3.2. Materiais e Métodos**

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), sendo dividido em fase inicial (0 a 14 dias de idade) e final de crescimento (15 a 35 dias de idade) das codornas de corte sendo conduzido de acordo com as normas do Comitê de Ética em Experimentação Animal da UEM (Protocolo nº 079/2014).

#### *3.2.1. Instalações, delineamento e dietas experimentais*

As aves foram alojadas em boxes de 2,5 m<sup>2</sup> em um galpão convencional, com piso de terra batida forrada com cama de palha de arroz. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4 (Se inorgânico = 0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg de ração x VE = 10; 23; 36 e 49 UI/kg de ração). No experimento 1, de 0 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.400 codornas recém nascidas, distribuídas em 16 tratamentos e três repetições de 50 aves cada. No experimento 2, de 14 a 35 dias, foram utilizadas 1.680 codornas com 14 dias de idade distribuídas nos mesmos tratamentos, com três repetições de 35 aves cada.

As rações foram formuladas a partir da composição dos alimentos obtida por Rostagno et al. (2011) e no caso do milho e farelo de soja, a composição baseou-se nas análises realizadas no Laboratório de Análise e Nutrição Animal (LANA) da Universidade Estadual de

Maringá (UEM). As rações foram formuladas para atender as exigências das aves para aquela idade, exceto para o Se e VE.

Para exigência de lisina digestível e energia metabolizável seguiram-se as recomendações propostas por Ton (2010) e Scherer (2009), respectivamente. Para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível na ração, foram utilizados os valores preconizados por Silva et al. (2009); sendo as rações ajustadas para terem os níveis de Se e de VE desejados sendo: Tabela 1 (período de 0 a 14 dias) e Tabela 2 (período de 14 a 35 dias). O Se inorgânico foi fornecido na forma de Selenito de sódio 45% e a VE na forma de acetato de dl- $\alpha$ -tocoferil (500.000UI/kg). Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água *ad libitum*.

O programa de aquecimento utilizado foi por meio de luz artificial e campânulas elétricas com lâmpadas de secagem infravermelho (500W) por 24 horas até o 7º dia de idade, sendo que após este período o programa de aquecimento foi alterado conforme as condições ambientais. Os dados médios de temperatura (29°C e 18°C) e umidade relativa do ar (78% e 40,5%) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima.

### 3.2.2. Desempenho

O desempenho foi avaliado por meio da determinação do ganho de peso (g), peso final (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g/g), e biomassa corporal acumulada (%) obtida em relação ao ganho de peso e ao peso inicial, sendo as aves pesadas semanalmente. O ganho de peso (GP) médio foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental. O consumo de ração (CR) pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar (CA) pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves; já a biomassa corporal acumulada (BCA), foi determinada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das aves no início dos experimentos.

Tabela 1 - Composição percentual e nutricional da dieta basal para codornas de corte em crescimento (0 a 14 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio inorgânico e vitamina E

Dieta	Quantidade (g/kg)
Milho	36,798
Farelo de soja 45%	53,718
Óleo de soja	5,793
Fosfato bicálcico	1,458
Calcário	0,405
DL-Metionina	0,455
L-Lisina HCl	0,196
L-Treonina	0,109
Sal comum	0,458
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400
Mistura Selenito 45% <sup>2</sup>	0,100
Mistura vitamina E <sup>3</sup>	0,100
Antioxidante <sup>4</sup>	0,010
Total	100
<b>Valores Calculados</b>	
EM (kcal/kg)	2.997
Fósforo disponível (%)	0,410
Cálcio (%)	0,650
Proteína bruta (%)	27,500
Lisina digestível (%)	1,600
Met.+cist. digestível (%)	1,150
Treonina digestível (%)	1,040
Triptofano digestível (%)	0,330
Cloro (%)	0,320
Sódio (%)	0,200
Potássio (%)	1,090
Balanço eletrol. mEq/kg	275,020

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral isento de selênio e vitamina E (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 10.000.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Ácido fólico 250 mg/kg; Biotina 50 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Cloreto de Colina – 75 g/kg; Óxido de Zinco – 13 g/kg; Sulfato de Ferro – 12 g/kg; Sulfato de Manganês – 15 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.500 mg; Sulfato de Cobalto – 50 mg; Iodo – 250 mg; Selênio – 0 mg; BHT 1.000 mg/kg; Veículo Q.S.P. (Caulin) 1.000 g/kg.<sup>2</sup>Selenito de Sódio 45% (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluído em Caulin nos níveis de 0,1125, 0,2250, 0,3375, 0,4500 mg) e <sup>3</sup>Vitamina E (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluída em farelo de arroz nos níveis de 10, 23, 36 e 49 UI), <sup>4</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno) e Energia Metabolizável (EM).

Tabela 2 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento (14 a 35 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio inorgânico e vitamina E

Dieta	Quantidade (g/kg)
Milho	49,323
Farelo de soja 45%	42,756
Óleo de soja	4,211
Fosfato bicálcico	1,547
Calcário	0,300
DI-Metionina	0,437
L-Lisina HCl	0,335
L-Treonina	0,024
Sal comum	0,457
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400
Mistura Selenito 45%	0,100
Mistura vitamina E	0,100
Antioxidante <sup>2</sup>	0,010
Total	100
<b>Valores Calculados</b>	
EM (kcal/kg)	3.036
Fósforo disponível (%)	0,410
Cálcio (%)	0,610
Proteína bruta (%)	23,500
Lisina digestível (%)	1,450
Met.+cist. digestível (%)	1,040
Treonina digestível (%)	0,940
Triptofano digestível (%)	0,290
Cloro (%)	0,320
Sódio (%)	0,20
Potássio (%)	0,920
Balanço eletrol. mEq/kg	232,690

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral isento de selênio e vitamina E (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 10.000.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Ácido fólico 250 mg/kg; Biotina 50 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Cloreto de Colina – 75 g/kg; Óxido de Zinco – 13 g/kg; Sulfato de Ferro – 12 g/kg; Sulfato de Manganês – 15 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.500 mg; Sulfato de Cobalto – 50 mg; Iodo – 250 mg; Selênio – 0 mg; BHT 1.000 mg/kg; Veículo Q.S.P. (Caulin) 1.000 g/kg.<sup>2</sup>Selenito de Sódio 45% (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluído em Caulin nos níveis de 0,1125, 0,2250, 0,3375, 0,4500 mg) e <sup>3</sup>Vitamina E (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluída em farelo de arroz nos níveis de 10, 23, 36 e 49 UI), <sup>4</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno) e Energia Metabolizável (EM).

### 3.2.3. Composição química corporal

Para avaliação da composição química corporal, aos 14 e 35 dias de idade, foram abatidas respectivamente, quatro codornas por unidade experimental (totalizando 12 codornas por tratamento) e duas codornas por unidade experimental (sendo 1 macho e uma fêmea e totalizando seis aves por tratamento), sendo estas selecionadas de acordo com o peso médio do boxe ( $\pm 10\%$ ).

As codornas foram submetidas a cinco horas de jejum pré-abate e após foram abatidas conforme as normas estabelecidas pelo comitê de ética da instituição. Após isso, as carcaças com penas foram identificadas, congeladas e moídas integralmente em moinho de carne industrial. Posteriormente, amostras das carcaças foram secas em estufa de ventilação forçada ( $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas), e moídas novamente para posterior realização das analíticas de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) conforme metodologia descrita pela AOAC (1990).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura corporal (g/dia), e energia retida na carcaça (kcal/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2008).

As taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura corporal (TDG), em ambas as fases, foram calculadas por meio do abate feito a partir de um grupo adicional de 50 codornas ao nascimento e seis codornas aos 14 dias de idade, comparadas com aquelas codornas abatidas ao término do período experimental, sendo calculadas por meio da fórmula:

$$\text{TDP} = (\text{QP}_{\text{cf}} - \text{QP}_{\text{ci}}) / \text{PE}$$

$$\text{TDG} = (\text{QG}_{\text{cf}} - \text{QG}_{\text{ci}}) / \text{PE}$$

em que,  $\text{QP}_{\text{cf}}$  foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final;  $\text{QP}_{\text{ci}}$  foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE o período experimental, em dias.  $\text{QP}_{\text{cf}}$  foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto  $\text{QP}_{\text{ci}}$  foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas aos 0 dias de idade e das seis codornas abatidas aos 14 dias de idade). Já para a taxas de deposição gordura,  $\text{QG}_{\text{cf}}$  representou a quantidade, em gramas, de

gordura na carcaça final;  $QG_{ci}$  a quantidade de gordura na carcaça inicial e PE representou o período experimental, em dias.  $QG_{cf}$  e  $QP_{ci}$  foram obtidas de modo similar às  $QP_{cf}$  e  $QP_{ci}$ , utilizando-se os valores de extrato etéreo da carcaça ao invés de proteína bruta.

A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada de acordo com metodologia proposta por Sakomura (2004); sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em Kcal/g) da proteína e da gordura respectivamente sendo proposta segundo a fórmula:

$$ERC = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG.}$$

#### 3.2.4. Parâmetros sanguíneos

Para avaliação dos parâmetros sanguíneos, aos 14 e 35 dias de idade, foram abatidas quatro e duas aves respectivamente, por unidade experimental para colheita de sangue, sendo estas submetidas a um jejum alimentar anterior de cinco horas. A colheita de sangue foi realizada por exsanguinação, sendo as amostras coletadas e acondicionadas em tubos de ensaio, sendo imediatamente centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos. O soro foi separado e acondicionado em microtubos de polipropileno e armazenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  até a realização das análises. A dosagem de colesterol total (CT), triglicerídeos (TGR) e das enzimas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), e creatina quinase (CK) foram realizadas em espectrofotômetro (Modelo *Bioplus* 2000) utilizando-se kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda, Belo Horizonte - MG).

O hematócrito (HTC) foi determinado por meio da metodologia de microhematócrito, utilizando-se tubos capilares com ácido etileno diamino tetracético (EDTA) que foram centrifugados a 1200 rpm por cinco minutos em centrífuga (*micro hematocrit centrifuge*) com os resultados estimados em percentagem da concentração de eritrócitos (hemácias) através de tabelas específicas de microhematócrito.

#### 3.2.5. Biometria das vísceras

As vísceras (coração, fígado e moela) e os órgãos linfoides (baço e bolsa cloacal) de duas das aves abatidas para colheita de sangue em ambas as idades foram extraídas por uma incisão na cavidade abdominal e pesadas em balança analítica para posterior obtenção de seus pesos relativos, determinado por meio da relação do peso do órgão pelo peso vivo da ave multiplicado por 100.

### 3.2.6. *Rendimento de carcaça e cortes*

Para a determinação do rendimento de carcaça e cortes, foram abatidas duas aves por unidade experimental aos 35 dias de idade (um macho e uma fêmea, com peso variando entre  $\pm 10\%$  do peso médio), sendo estas abatidas conforme normas estabelecidas pelo comitê de ética da instituição. Posteriormente, estas aves foram escaldadas por aproximadamente 10 segundos a uma temperatura de 53 a 55°C, procedendo a depena manual e evisceração por incisão abdominal.

Para determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça sem a gordura abdominal, pés, pescoço e cabeça, relacionados ao peso vivo da ave. Para o rendimento de cortes, foi considerado o rendimento de dorso, peito e pernas (coxa e sobrecoxa), calculados com relação ao peso da carcaça eviscerada.

### 3.2.7. *Qualidade da carne*

Para avaliação de qualidade da carne, quatro aves por unidade experimental foram selecionadas de acordo com seu peso médio ( $\pm 10\%$ ), aos 35 dias de idade, seguindo as mesmas metodologias de jejum e abate das aves do rendimento de carcaça e cortes. Foram extraídos os peitos destas quatro aves, onde duas foram imediatamente desossadas e retirados os filés, sendo congelados para posteriormente serem utilizados para as análises de perda por descongelamento, cocção e força de cisalhamento, e os dois peitos restantes foram refrigerados para medição de pH e cor 24h *post mortem*.

#### 3.2.7.1. *Perdas de água durante o descongelamento e cocção*

As amostras congeladas devidamente identificadas foram pesadas em balança de precisão, identificadas e armazenadas em geladeira por 24 horas para descongelamento. Após esse período as amostras foram retiradas da geladeira, enxugadas levemente com papel toalha e pesadas novamente. A perda por descongelamento foi calculada pela diferença de peso entre as amostras congeladas e descongeladas.

As amostras foram preparadas em um Grill forrado com papel alumínio aquecido até 170 °C por 20 minutos, até que a temperatura interna atingisse 70°C, sendo retiradas e esfriadas em temperatura ambiente. Pela diferença de peso entre as amostras cruas e cozidas, foi determinada a perda por cocção (Bridi e Silva, 2009). As amostras utilizadas nesta avaliação foram em seguida utilizadas para avaliar a força de cisalhamento.

### 3.2.7.2. Força de cisalhamento

Para avaliação da maciez utilizou-se um texturômetro *Stable Micro System TA-XT2i*, acoplado a probe *Warner-Bratzler Shear Force* e o software *Texture Expert Exponent – Stable Micro Systems*. Foram retirados aproximadamente cinco pedaços do peito cozido com 1,5 cm de largura, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina *Warner-Bratzler*, determinando-se a força máxima necessária para efetuar seu corte (kgf/cm<sup>2</sup>).

### 3.2.7.3. pH final

A medida do pH foi realizada na parte cranial do músculo *Pectoralis major*, após 24 horas de resfriamento das amostras de peito a 4°C em câmara fria. As análises foram realizadas através de um pHmetro portátil digital HI 99163 (Hanna Instruments), com eletrodo de inserção, seguindo a metodologia descrita por Bridi e Silva (2009).

### 3.2.7.4. Coloração

As medidas de cor foram realizadas 24 horas *post mortem* no músculo do peito, tomando dois pontos diferentes de leitura por amostra. As medidas de cor foram analisadas utilizando o colorímetro CR-400 Konica Minolta's. Os valores de L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

### 3.2.8. Análise estatística

Os dados do experimento foram analisados estatisticamente utilizando o software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2001), segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = b_0 + b_1S_i + b_2V_j + b_3S_i^2 + b_4V_j^2 + b_5SV_{ij} + FA + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = variável medida na unidade experimental  $k$ , alimentada com dieta contendo o nível  $i$  de Se e o nível  $j$  de VE ;

$b_0$  = constante geral;

$b_1$  = coeficiente de regressão linear em função do nível de Se inorgânico;

$S_i$  = nível de Se;  $S_1 = 0,1125$ ;  $S_2 = 0,2250$ ;  $S_3 = 0,3375$  e  $S_4 = 0,4500$  (mg/kg);

$V_j$  = nível de VE,  $V_1 = 10$ ;  $V_2 = 23$ ;  $V_3 = 36$  e  $V_4 = 49$  (UI/kg) ;

$b_2$  = coeficiente de regressão linear em função do nível de VE;

$b_3$  = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de Se inorgânico;

$b_4$  = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de VE;

$b_5$  = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de Se e nível de VE;

$FA$  = falta de ajustamento do modelo de regressão;

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Foram realizadas as análises de regressão dos níveis de inclusão de Se inorgânico e VE e as estimativas dos níveis de suplementação foi obtida utilizando o modelo quadrático, conforme Sakomura e Rostagno (2007).

### **3.3. Resultados**

#### *3.3.1. Fase inicial de crescimento (0 a 14 dias de idade)*

##### *3.3.1.1. Desempenho*

A CA foi influenciada de forma quadrática ( $P=0,0515$ ), pelo Se (Tabela 3). A estimativa de 1,78 g/g para a melhor CA, foi obtida com a utilização de 0,29 mg Se/kg de ração. A suplementação de VE não influenciou as variáveis de desempenho ( $P>0,05$ ).

##### *3.3.1.2. Composição química corporal*

A TDG ( $P=0,0759$ ) e a ERC ( $P=0,0742$ ) foram influenciados de maneira quadrática em função dos níveis de VE (Tabela 4). Os valores mínimos de TDG (0,17 g/dia) e ERC (7,22 kcal/g) foram estimados aos níveis de 34,19 e 10,25 UI de VE/kg de ração, respectivamente. Os níveis de PB nas carcaças também apresentaram comportamento quadrático em função dos níveis de Se ( $P=0,0691$ ) e VE ( $P=0,0558$ ). O teor máximo de 68,02% de PB foi obtido ao nível de 0,29 mg de Se e 29,25 UI de VE/kg de ração. A quantidade de água, EE ou gordura, MM e a TDP nas carcaças, não foram influenciadas pelos níveis de Se e VE ( $P>0,05$ ).

##### *3.3.1.3. Peso relativo de vísceras e órgãos linfóides*

Os pesos relativos de coração ( $P=0,0169$ ) e baço ( $P=0,0203$ ) mostraram, respectivamente, redução e aumento linear em função dos níveis de VE (Tabela 5).

##### *3.3.1.4. Parâmetros sanguíneos*

Foi verificado efeito da interação ( $P=0,0097$ ) nas concentrações de CT em função dos níveis de Se e VE. (Tabela 6). As concentrações também foram influenciadas com efeito quadrático ( $P=0,0138$ ) relacionado aos níveis de Se e redução linear ( $P=0,0275$ ) em função do aumento de VE. A concentração mínima de 124,19 mg/dL para o CT foi obtida com a utilização de 0,33 mg de Se/kg de ração.

A enzima ALT foi influenciada de maneira quadrática ( $P=0,000$ ) em função dos níveis de VE oferecidos. A estimativa de 24,52 U/L para a concentração máxima foi determinada com o nível de 31,31 UI de VE/kg de ração.

A %HTC também apresentou comportamento semelhante às concentrações de CT; com efeito quadrático para o Se ( $P=0,0404$ ) e redução linear ( $P=0,0038$ ) com o aumento de VE nas rações. A estimativa de 27,35% para a menor percentagem foi determinada no nível de 0,27 mg de Se/kg de ração.

Tabela 3 - Desempenho de codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
CR (g/ave)	137,42	132,37	130,53	134,78	134,46	133,39	129,42	130,57	135,10	130,78	132,00	131,49	130,17	131,62	128,02	132,82	0,751
PCorp. (g)	82,37	83,52	82,03	81,39	84,22	82,39	82,35	80,50	84,41	83,42	84,34	82,61	81,64	79,22	78,65	83,00	0,508
GP (g)	73,54	74,80	73,30	72,65	75,31	73,67	73,62	71,60	75,81	74,53	75,46	73,82	73,00	70,57	70,08	74,23	0,491
BCA (%)	833,19	856,70	838,46	832,40	845,54	845,00	843,00	803,60	881,44	839,57	849,81	840,21	843,24	815,66	817,42	848,30	4,701
CA (g/g)	1,87	1,77	1,78	1,85	1,78	1,81	1,76	1,82	1,78	1,75	1,74	1,78	1,78	1,88	1,82	1,79	0,012
Equação de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
CA = 1,90334 – 0,875990Se + 1,51329Se <sup>2</sup>									0,80	0,29		---		quadrático		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); consumo de ração (CR); peso corporal (Pcorp.); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA), não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 4 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM	
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49		
Peso de abate, g	80,33	84,00	79,83	81,16	84,66	80,50	81,66	79,66	82,66	81,66	79,83	82,66	84,33	77,00	79,83	82,66	1,446	
CQC (%)																		
Água	75,37	75,63	75,98	73,75	74,94	74,87	76,23	76,78	74,92	75,08	75,24	76,05	74,49	74,97	75,08	74,26	0,156	
Proteína	66,35	67,98	66,98	63,81	67,04	67,92	68,67	67,49	66,59	66,66	66,8	67,65	66,03	67,38	66,68	67,16	0,279	
Gordura	15,13	16,87	14,24	16,33	15,72	14,25	13,85	14,91	16,20	14,02	14,35	14,51	14,93	13,80	14,97	14,86	0,303	
Matéria mineral	11,10	10,43	11,67	11,49	10,91	11,13	11,78	11,38	11,23	11,36	11,64	11,28	10,95	11,39	11,45	10,98	0,124	
TDP (g/d)	0,85	0,91	0,83	0,89	0,93	0,90	0,87	0,83	0,90	0,89	0,86	0,87	0,93	0,84	0,86	0,94	0,008	
TDG (g/d)	0,18	0,21	0,16	0,21	0,20	0,17	0,16	0,17	0,21	0,17	0,17	0,17	0,20	0,16	0,18	0,19	0,005	
ERC (kcal/g)	6,55	7,17	6,29	7,06	7,22	6,73	6,42	6,32	7,10	6,64	6,46	6,58	7,13	6,26	6,61	7,14	0,009	
Equações de regressão									R <sup>2</sup>		Estimativa		Efeito					
											Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
PB = 63,0458 + 18,8361Se – 32,2536Se <sup>2</sup> + 0,152009VE – 0,0025980VE <sup>2</sup>									0,75		0,29		29,25		Quadrático		Quadrático	
TDG = 0,228615 – 0,00323309VE + 0,0000472751VE <sup>2</sup>									0,97		---		34,19		NS		Quadrático	
ERC = 7,49410 – 0,0532799VE + 0,00259806VE <sup>2</sup>									0,92		---		10,25		NS		Quadrático	

Selênio (Se); vitamina E (VE), proteína bruta (PB), erro padrão médio (EPM), não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 5 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	85,66	87,00	82,66	88,33	81,60	82,30	86,33	87,66	84,66	89,33	86,66	87,60	82,00	85,60	86,66	83,66	0,728
PrFig. (%)	2,76	2,79	2,67	2,79	2,70	2,76	2,57	2,93	2,68	2,72	2,73	3,04	2,81	2,82	2,71	2,70	0,028
PrCor. (%)	0,86	0,86	0,81	0,78	0,90	0,90	0,81	0,85	0,84	0,78	0,78	0,83	0,94	0,85	0,90	0,85	0,010
PrMoe. (%)	4,00	4,32	4,59	4,44	4,15	4,09	4,08	3,93	3,86	4,27	4,37	4,14	4,35	3,84	4,43	4,47	0,068
PrBaç. (%)	0,07	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,06	0,08	0,09	0,10	0,08	0,07	0,07	0,09	0,003
PrBols.(%)	0,13	0,15	0,14	0,13	0,16	0,18	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	0,17	0,16	0,17	0,12	0,17	0,004
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
PrCor. = 0,891905 – 0,00148513VE									0,81	---		---		NS		Linear	
PrBaç. = 0,0711209 + 0,000367722VE									0,79	---		---		NS		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); Peso vivo (Pvivo); peso relativo de fígado (PrFig.); peso relativo de coração (PrCor.); peso relativo de moela (PrMoe.); peso relativo de baço (PrBaç.); peso relativo de bolsa cloacal (PrBol.); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 6 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
AST (U/L)	274,83	281,66	274,50	266,00	290,00	275,00	300,66	291,50	275,50	275,16	265,16	273,16	298,00	240,50	311,33	263,33	4,288
ALT (U/L)	15,66	21,66	19,00	24,00	12,00	28,00	27,66	15,50	20,00	27,50	19,50	20,00	15,00	22,66	23,50	18,00	0,837
CT (mg/dL)	144,33	140,66	136,83	132,16	132,75	136,00	136,00	122,50	133,33	142,00	140,16	146,83	139,33	143,50	177,16	153,83	2,824
TGR (mg/dL)	76,25	103,83	76,16	67,00	82,50	81,00	95,66	89,50	86,00	72,66	72,33	94,00	93,00	89,66	67,83	79,50	11,848
CK (U/L)	412,76	833,74	363,00	178,10	200,40	199,70	438,60	558,60	160,60	337,28	584,13	763,6	599,06	631,30	398,01	443,90	44,038
HTC (%)	29,50	26,83	28,50	25,33	24,00	23,75	25,83	20,66	28,16	29,50	25,00	25,33	29,83	30,16	26,66	23,16	0,639
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
ALT = 6,63319 + 1,14246VE - 0,0182446VE <sup>2</sup>									0,79	---		31,31		NS		Quadrático	
CT = 173,438 - 255,921Se + 389,305Se <sup>2</sup> - 0,718593VE + 2,87295Se*VE									0,94	0,33		---		Quadrático		Linear	
HTC = 34,2549 - 43,5038Se + 81,9184Se <sup>2</sup> - 0,112950VE									0,59	0,27		---		Quadrático		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); colesterol total (CT); TGR (triglicerídeos); creatina quinase (CK); HTC (hematócritos), não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

### 3.3.2. Fase final de crescimento (14 a 35 dias de idade)

#### 3.3.2.1. Desempenho

Verificou-se efeito linear com interação (SexVE) para a CA ( $P=0,0150$ ) e o GP ( $P=0,0266$ ). A CA (Se,  $P=0,0048$ ) e (VE,  $P=0,0019$ ), e o GP melhoraram (Se,  $P=0,0049$ ) e (VE,  $P=0,0068$ ) linearmente em função do aumento dos níveis de Se e VE. O CR ( $P=0,0582$ ) reduziu linearmente em função dos níveis de VE (Tabela 7).

#### 3.3.2.2. Composição química corporal

O teor de MM nas carcaças apresentou efeito quadrático ( $P=0,0576$ ), em função dos níveis de Se oferecidos (Tabela 8) com teor máximo de deposição de 10,50%, estimado com nível de 0,29 mg de Se/kg de ração. A TDP ( $P=0,0289$ ) e ERC ( $P=0,0737$ ) aumentaram linearmente em função dos níveis de Se oferecidos.

#### 3.3.2.3. Peso de vísceras e órgãos linfoides

Os pesos relativos de fígado, moela e baço não foram influenciados pelos níveis de Se e VE ( $P>0,05$ ). Os pesos relativos de bolsa cloacal ( $P=0,0390$ ) e coração ( $P=0,0357$ ) mostraram, respectivamente, aumento e redução linear em função dos níveis de Se (Tabela 9).

#### 3.3.2.4. Parâmetros sanguíneos

As concentrações de CT ( $P=0,0055$ ) e TGR ( $P=0,0220$ ) apresentaram efeito quadrático em função dos níveis de Se (Tabela 10). As concentrações mínimas de CT (175,23 mg/dL) e TGR (104,63 mg/dL), foram determinadas com níveis de Se estimados em 0,26 e 0,29 mg/kg/ração respectivamente. A enzima CK aumentou linearmente em função do aumento dos níveis de Se ( $P=0,0478$ ).

#### 3.3.2.5. Rendimento de carcaça e cortes

O rendimento de peito aumentou em função dos níveis de Se ( $P=0,0501$ ) enquanto que este rendimento reduziu em função dos níveis de VE ( $P=0,0220$ ). Para o rendimento de dorso, houve um aumento linear do peso ( $P=0,0380$ ) relacionado aos níveis de VE (Tabela 11).

O rendimento de carcaça apresentou efeito quadrático ( $P=0,0056$ ) em função dos níveis de VE, cujo maior rendimento de carcaça (64,40%) foi obtido ao nível de 27,24 UI de VE/kg de ração.

O rendimento de pernas reduziu linearmente em função dos níveis de VE ( $P=0,0082$ ) enquanto que para o Se houve um efeito quadrático ( $P=0,0394$ ). A estimativa de 23% para o menor rendimento de pernas foi obtida com o nível de 0,29 mg de Se/kg de ração.

### 3.3.2.6. *Qualidade da carne*

O pH final da carne (pHf) 24 horas pós-mortem, apresentou efeito quadrático ( $P=0,0245$ ) em função dos níveis de VE. Houve efeito da interação ( $P=0,0123$ ) com aumento linear para luminosidade ( $L^*$ ) da carne do peito de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis crescentes de Se ( $P=0,0328$ ) e VE ( $P=0,0358$ ) nas rações (Tabela 12). O valor de 5,70 estimado para o menor valor de pHf foi determinado com o nível de 26,02 UI de VE/kg de ração.

O componente de luminosidade vermelho-verde ( $a^*$ ) apresentou efeito quadrático ( $P=0,0229$ ), em função dos níveis de Se oferecidos. O ponto de 16,43 para o máximo do componente de luminosidade vermelho foi determinado com a estimativa do nível de 0,28 mg de Se/kg de ração. O componente de luminosidade amarelo-azul ( $b^*$ ), não foi influenciado pelos níveis de Se e VE ( $P>0,05$ ).

A perda de água por descongelamento (PD) reduziu linearmente ( $P=0,0260$ ) em função dos níveis de Se, enquanto a perda de água por cocção (PC) apresentou comportamento quadrático ( $P=0,0422$ ) em função dos níveis de VE oferecidos. A menor perda de água por cocção (5,23g) foi obtida com o nível de 29,58 UI de VE/kg de ração.

A força de cisalhamento apresentou efeito quadrático em função dos níveis de Se ( $P=0,0007$ ) e VE ( $P=0,0268$ ). A estimativa de  $0,93\text{kgf/cm}^2$  para a maior FC foi determinada com os níveis de 0,28 mg/kg de Se e 27,04 UI de VE/kg de ração.

Tabela 7 - Desempenho de codornas de corte no período de 14 a 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e Vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
CR (g/ave)	483,42	481,94	479,74	471,89	476,22	468,26	483	468,02	494,72	474,93	470,92	480,35	478,43	473,13	485,46	496,25	1,771
PCorp. (g)	224,89	225,11	226,94	226,75	228,45	224,34	227,93	222,08	228,27	223,81	226,11	221,43	223,87	224,77	226,48	226,6	0,526
GP (g)	131,24	141,28	142,84	143,36	145,28	142,00	144,02	145,21	141,59	141,15	144,09	142,76	144,53	146,76	140,74	144,57	0,774
BCA (%)	155,77	153,29	156,89	156,39	158,81	154,87	157,32	153,25	154,83	153,69	153,77	148,26	153,95	154,53	159,42	158,95	0,624
CA (g/g)	3,68	3,42	3,36	3,29	3,27	3,29	3,35	3,22	3,49	3,36	3,26	3,36	3,31	3,23	3,44	3,43	0,023
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
CA = 37,6512 – 1,03875Se – 0,0110015VE + 0,0261735Se*VE									0,56	---		---		Linear		Linear	
GP = 130,213 + 34,4807Se + 0,303186VE - 0,772423Se*VE									0,82	---		---		Linear		Linear	
CR = 484,831 – 0,191834VE									0,07	---		---		NS		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); consumo de ração (CR); peso corporal (PCorp.); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 8 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
Peso de abate, g	218,33	224,16	220,00	230,00	230,83	223,33	220,83	221,25	224,16	233,75	232,50	222,50	232,50	234,16	225,83	222,50	0,553
CQC (%)																	
Água	71,22	67,09	70,85	68,33	69,98	69,04	69,74	69,84	70,78	71,17	70,70	67,22	67,98	67,39	70,93	68,4	0,311
Proteína	61,90	56,74	62,47	56,52	58,64	59,28	58,62	60,94	61,44	62,00	60,12	57,04	58,52	57,41	62,39	58,36	0,476
Gordura	27,46	32,01	26,57	25,44	30,38	30,24	28,69	29,56	29,20	28,54	27,39	30,34	29,09	32,21	25,38	31,20	0,578
Matéria mineral	11,12	9,26	9,66	9,37	10,89	9,40	10,72	10,57	10,93	10,21	10,25	10,46	9,54	10,00	10,58	9,81	0,160
TDP (g/d)	1,18	1,34	1,24	1,31	1,28	1,30	1,21	1,25	1,26	1,29	1,30	1,33	1,41	1,43	1,30	1,31	0,018
TDG (g/d)	0,70	0,98	0,67	0,73	0,85	0,85	0,76	0,78	0,76	0,75	0,74	0,90	0,88	1,03	0,65	0,90	0,027
ERC (kcal/g)	13,33	16,79	13,40	14,33	15,32	15,40	14,04	14,49	14,37	14,42	14,32	16,01	16,35	17,79	13,46	15,89	0,322
Equações de regressão								R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito				
									Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E		
Matéria mineral = 8,78761 + 11,7513Se - 20,1696Se <sup>2</sup>								0,99	0,29		---		Quadrático		NS		
TDP = 1,2240 + 0,273436Se								0,76	---		---		Linear		NS		
ERC = 13,9363 + 3,73329Se								0,78	---		---		Linear		NS		

Selênio (Se); vitamina E (VE) e erro padrão médio (EPM); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 9 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	226,70	215,80	222,50	240,00	230,00	227,50	235,00	229,20	230,8	225,80	238,30	225,80	226,70	230,80	228,30	219,20	1,301
PrFig. (%)	2,06	2,10	1,76	1,94	2,13	2,12	2,02	2,11	1,97	1,71	1,82	1,93	2,05	2,19	1,97	1,93	0,045
PrCor. (%)	0,83	0,85	0,86	0,81	0,84	0,82	0,86	0,80	0,81	0,84	0,87	0,82	0,80	0,82	0,74	0,80	0,003
PrMoe. (%)	2,10	1,68	1,82	1,83	1,85	1,99	1,82	1,79	1,69	1,89	1,85	1,95	1,94	1,95	1,95	1,73	0,003
PrBaç. (%)	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,09	0,07	0,06	0,08	0,09	0,07	0,07	0,09	0,09	0,07	0,07	0,003
PrBols.(%)	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,11	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,004
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
PrCor. = 0,862512 – 0,129690Se									0,61	---		---		Linear		NS	
PrBols. = 0,119689 + 0,0561344Se									0,77	---		---		Linear		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); Peso vivo (Pvivo); peso relativo de fígado (PrFig.); peso relativo de coração (PrCor.); peso relativo de moela (PrMoe.); peso relativo de baço (PrBaç.); peso relativo de bolsa cloacal (PrBols.), não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 10 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
AST (U/L)	333,00	268,66	276,00	307,83	282,00	273,25	329,16	279,33	299,83	285,00	338,83	256,83	308,50	302,00	308,16	295,66	5,445
ALT (U/L)	13,50	14,83	16,00	15,00	18,00	19,25	18,50	15,33	16,66	11,50	15,00	13,33	15,66	16,25	18,50	17,33	0,553
CT (mg/dL)	223,66	191,50	219,50	214,50	159,75	164,16	186,50	148,66	191,16	213,33	215,33	167,00	201,83	201,83	191,25	208,00	5,281
TGR (mg/dL)	142,75	116,66	153,75	145,50	98,50	96,74	106,00	98,33	155,83	88,49	115,16	95,33	93,16	127,00	205,25	100,25	6,420
CK (U/L)	566,76	773,03	271,15	561,26	767,55	608,48	679,50	586,88	249,59	573,46	1158,93	638,20	418,20	905,18	1289,25	1473,35	81,419
HTC (%)	38,83	33,00	36,25	35,83	37,83	33,33	35,16	38,83	36,00	34,66	33,33	34,50	35,16	34,50	33,00	36,00	0,685
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Se	VE					Se	VE
CT = 276,428 – 772,965Se + 1475,93Se <sup>2</sup>									0,52	0,26	---	Quadrático				NS	
TGR = 190,977 – 591,960Se + 1015,12Se <sup>2</sup>									0,87	0,29	---	Quadrático				NS	
CK = 401,554 + 1117,73Se									0,77	---	---	Linear				NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); colesterol total (CT); Triglicerídeos (TGR); creatina quinase (CK); hematócritos (HTC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 21 - Rendimento de carcaça e partes de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	226,66	215,80	222,50	240,00	230,00	227,50	235,00	229,16	230,83	225,80	238,33	225,83	226,66	230,83	228,33	219,16	1,301
RCarc. (%)	63,70	63,21	64,14	64,10	63,00	64,42	64,60	60,53	61,92	67,06	63,14	63,40	63,72	63,49	63,51	61,98	0,284
RPeito (%)	42,68	41,47	43,06	42,56	44,51	42,85	42,90	42,96	43,93	44,94	40,59	43,95	45,22	44,02	42,69	42,45	0,246
RDorso (%)	32,87	36,04	33,81	33,47	31,29	32,99	35,58	35,66	31,53	33,45	38,29	34,59	31,48	31,94	32,25	35,77	0,458
RPernas (%)	24,44	22,48	23,11	23,97	24,19	24,15	21,50	21,36	24,52	21,59	21,11	21,45	23,28	24,02	25,04	21,76	0,302
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
RCarc. = 61,3211 + 0,225964VE – 0,0041494VE <sup>2</sup>									0,95	---		27,24		NS		Quadrático	
RPeito = 43,2775 + 3,13918Se – 0,0332903VE									0,64	---		---		Linear		Linear	
RDorso = 31,4095 + 0,0816515VE									0,85	---		---		NS		Linear	
RPernas = 27,1425 – 23,3780Se + 40,6928Se <sup>2</sup> – 0,0483611VE									0,91	0,29		---		Quadrático		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); peso vivo (PVivo); rendimento de carcaça (RCarc.); rendimento de peito (RPeito); rendimento de dorso (RDorso); rendimento de pernas (RPernas), não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 12 - Parâmetros relacionados à qualidade da carne de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio inorgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
pHf (24h)	5,77	5,61	5,72	5,73	5,74	5,72	5,68	5,74	5,71	5,77	5,73	5,80	5,71	5,73	5,70	5,81	0,011
L*	43,46	44,44	43,79	43,96	42,30	43,42	44,13	43,77	44,34	43,89	43,06	43,11	44,52	43,56	43,75	42,78	0,151
a*	15,69	16,20	15,87	16,39	16,25	16,11	16,48	16,09	16,94	16,36	16,30	16,51	15,88	16,43	15,82	15,83	0,090
b*	7,98	8,01	7,42	7,74	7,41	7,92	7,71	7,69	8,45	7,90	7,28	7,71	7,68	7,90	7,38	7,39	0,095
PD (g)	1,97	1,46	1,74	2,60	1,68	1,68	1,97	1,64	1,88	1,46	1,08	1,34	1,17	1,23	1,81	1,79	0,095
PC (g)	5,60	5,16	5,54	6,34	5,68	5,47	5,74	5,58	6,22	5,06	4,76	5,84	5,54	4,87	5,65	4,88	0,123
FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	0,87	0,89	0,89	0,83	0,90	0,93	0,92	0,93	0,95	0,91	0,90	0,97	0,89	0,92	0,89	0,88	0,017
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
pHf = 5,79112 – 0,00667310VE + 0,000128206VE <sup>2</sup>									0,98	---		26,02		NS		Quadrático	
L* = 42,4487 + 4,96551Se + 0,0454681VE – 0,186069Se*VE									0,88	---		---		Linear		Linear	
a* = 15,2526 + 8,21896Se – 14,3540Se <sup>2</sup>									0,76	0,28		---		Quadrático		NS	
PD = 2,06979 – 1,455630Se									0,83	---		---		Linear		NS	
PC = 6,34016 – 0,0748677VE + 0,00126541VE <sup>2</sup>									0,81	---		29,58		NS		Quadrático	
FC = 0,751309 + 2,30983Se – 4,16597Se <sup>2</sup> - 0,0107172VE + 0,000198183VE <sup>2</sup>									0,57	0,28		27,04		Quadrático		Quadrático	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); pH final 24 horas post mortem (pHf); luminosidade (L\*); componente vermelho-verde (a\*); componente amarelo-azul (b\*); perda por descongelamento (PD); perda por cocção (PC); força de cisalhamento (FC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

### 3.4. Discussão

Apesar do Se e da VE não terem apresentado interação no período de 0 a 14 dias de idade, o Se atuou independentemente, promovendo melhoria na CA. Não houve influência dos níveis de VE suplementados, o que sugere a utilização dos níveis mais baixos sem que haja comprometimento do desempenho das aves (Tabela 3).

Avaliando dietas com níveis de 0 e 300 mg de VE/kg de na ração, Souza et al. (2011), não encontraram efeito ( $P>0,05$ ) para as variáveis de desempenho avaliadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos sob estresse térmico. Já Funari Junior et al. (2010), estudando diferentes fontes e níveis de Se, verificaram que o nível de 0,45 mg Se/kg de ração de frangos de corte em ambas as fontes (orgânica e inorgânica), proporcionaram maior peso médio, ganho de peso e ganho médio diário se comparados ao nível de 0,15 mg Se/kg nas rações no período de 1 a 42 dias de idade.

O nível de Se estimado pela equação, aos 14 dias de idade, é inferior aos sugeridos para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al, 2011), que indicam a utilização de 0,33 mg Se/kg de ração. Entretanto, o sugerido para a utilização de VE seria o mesmo ou até mesmo estaria abaixo das recomendações preconizadas pelo NRC (1994) para frangos de corte de 1 a 56 dias de idade que sugerem a utilização de 10 UI de VE/kg de ração.

As exigências estipuladas para o Se e VE são menores se comparadas a outros minerais e vitaminas das rações, porém se não atingidas, comprometem o sistema antioxidante gerando distúrbios de metabolismo nos animais (Surai et al., 2006). As deficiências em aves do Se e da VE, geralmente estão associadas à distrofia muscular, encefalomalácea, mortalidade embrionária e diátese oxidativa (Austic e Scott, 1991).

Com o intuito de averiguar a influência da VE no desempenho das aves, Shain et al. (2001) verificaram aumento do GP e CR em dietas de frangos de corte mantidos sob estresse térmico e suplementados com 250 mg de acetato  $\alpha$ -tocoferol/kg de dieta.

O aumento de VE nas rações, em interação com o aumento de Se, exerceu grande efeito sobre duas das principais variáveis utilizadas como parâmetro na avaliação de desempenho. Houve então, melhora da CA e aumento do GP, além de que a VE, atuando independentemente do Se, proporcionou redução linear do consumo de ração das codornas de corte no período de 14 a 35 dias de idade (Tabela 7).

Não foi possível estimar um valor para que fosse estabelecido um máximo desempenho de codornas de corte no período de 14 a 35 dias de idade em função dos

efeitos lineares para o GP e CA, o que sugere a experimentação de níveis de Se e VE acima destes utilizados na referida idade.

Nos últimos anos, visando reduzir os custos com a produção animal e atender as exigências dos consumidores, algumas estratégias nutricionais vem sendo adotadas a fim de, por exemplo, diminuir a gordura das carcaças por meio da utilização de antioxidantes. Os antioxidantes são necessários para o ativamente de enzimas que eliminam os radicais livres, interrompendo ou impedindo seus danos ocasionados como é o caso da enzima glutathiona peroxidase (Zhaboli et al., 2013).

Quando considerado o período de 0 a 14 dias de idade é bem evidenciado o efeito antioxidante exercido pela VE nas rações, tendo como resultante os efeitos quadráticos para as variáveis TDG e ERC com determinação de pontos de mínima deposição (Tabela 4). Não foram observadas alterações nos níveis séricos de triglicerídeos (Tabela 6) e, de acordo com Zhao et al. (2007), altas taxas de síntese e secreção de triglicerídeos pelo fígado resultam em aumento da gordura corporal nos animais.

Aves neste período de idade têm grande desenvolvimento e ganho de massa muscular, portanto espera-se um aumento no teor de proteína bruta nas carcaças. Este comportamento foi evidenciado pelo efeito quadrático para ambas as variáveis estudadas com teor máximo estimado de 68,02% com rações contendo 0,29 mg de Se e 29,25 UI de VE/kg de ração.

Acompanhando a deposição proteica, verificou-se também um efeito quadrático para cinzas ( $P=0,0576$ ), em função dos níveis de Se suplementados com teor máximo de deposição de 10,50%, também estimado com nível de 0,29 mg de Se/kg de ração. Boiago (2006), também verificou aumento da percentagem de MM ( $P<0,05$ ) no peito de frangos de corte quando aumentou o nível de 0,3 para 0,5 mg de Se/kg de ração. Georgievskii et al. (1982) e Boiago (2006) relataram que os minerais podem interagir entre si, com outros nutrientes ou com fatores não nutritivos originando reações sinérgicas ou antagônicas que podem aumentar ou diminuir a proporção destes na carne.

Trabalhando com diferentes fontes de Se na alimentação de perus, Mikulski et al. (2009) não encontraram diferenças ( $P>0,05$ ) no teor de cinzas no músculo do peito das aves, independentemente da fonte suplementada (0,3 mg de Se/kg de ração) em relação a ração basal. Entretanto, verificaram que a utilização de uma fonte orgânica propiciou aumento da percentagem de proteína bruta ( $P<0,05$ ) no peito das aves se comparado à fonte inorgânica ou a ração basal que não diferiram entre si.

Conforme Ton (2010) e Batista (2013), a ERC é uma variável dependente da TDG e TDP, ou até mesmo de ambas e também dos valores energéticos de 5,66 para proteína e 9,37 para a gordura. Como variável dependente, é esperado que ela acompanhe o comportamento das variáveis TDP, TDG ou ambas. Este resultado pode ser claramente observado neste experimento. A ERC na carcaça acompanhou o efeito quadrático da TDG no período de 0 a 14 dias em função dos níveis VE e também o efeito linear crescente da TDP em função dos níveis de Se no período de 14 a 35 dias de idade (Tabela 8).

O aumento do peso relativo verificado para o baço, apesar de ter sido influenciado apenas pelos níveis de VE, era esperado em função da influência que exerce sobre o sistema imune (Tabela 5).

O baço é um órgão linfóide secundário e apresenta como principal função promover a remoção de partículas antigênicas circulantes e eritrócitos envelhecidos (Silva, 2009). Resultados diferentes foram verificados por Souza et al. (2011), que não verificaram efeito da suplementação de 300ppm de VE ( $P>0,05$ ) na dieta de frangos de corte de 21 a 42 dias sobre os pesos absolutos e relativos de baço, mesmo mantendo as aves em estresse térmico por calor.

Conforme Rutz et al. (2002), características dietéticas podem tornar as aves mais ou menos susceptíveis a doenças infecciosas, que podem ser influenciadas pelo nível de determinado nutriente ou pelo tipo de alimento utilizado na formulação das rações.

Diferentemente do ocorrido aos 35 dias de idade, que se verificou um aumento linear do peso da bolsa cloacal (Tabela 9), a redução do seu peso relativo se correlaciona com a diminuição da atividade linfocitária, o que proporciona um decréscimo na produção de anticorpos nas aves (Scott, 2004). No mesmo sentido Donken e Beuving (1989) e Ribeiro et al. (2008), relataram que o tamanho e peso relativo da bolsa cloacal são características que podem servir como indicativos de estresse, sendo este, capaz de desencadear redução dos órgãos linfóides.

Ao contrário do ocorrido nesta fase, Silva et al. (2010) não encontraram variação nos pesos relativos de bolsa cloacal quando aumentaram a concentração de selenito de sódio de 0,3 para 0,5mg de Se/kg nas dietas de frangos de corte mantidos sobre estresse térmico por calor afim de verificar alterações no sistema imune.

A suplementação de Se nas dietas diminuiu o peso relativo do coração. Conforme Khan et al. (1993), o excesso de Se na alimentação pode gerar intoxicação e ocasionar aumento do peso relativo do coração, porém os níveis utilizados nas rações deste

experimento são baixos e incapazes de gerar intoxicação nas aves. Segundo o NRC (1994), níveis seguros entre deficiência e toxidez de Se para aves devem estar entre 0,15 e 4,0 mg de Se/kg de ração.

Upton et al. (2008), não verificaram aumento na percentagem de vísceras de frangos de corte quando testaram dietas com 0 e 0,2 ppm de selenito de sódio na dieta. Os autores relataram que o aumento do peso das vísceras pode ser resultado de uma passagem de alimento mais lenta, resultando em uma retenção alimentar a nível intestinal maior, tornando então, a utilização dos alimentos mais eficiente.

Aos 14 dias de idade, verificou-se interação entre Se e a VE demonstrando que os mesmos agiram de forma conjunta na determinação dos níveis séricos de CT (Tabela 6). Os níveis crescentes de Se fornecidos permitiram estimar o seu ponto de mínima concentração (124,19 mg/dL), enquanto os níveis de VE também provocaram a redução de seus níveis de maneira linear.

Ao suplementarem a ração de frangos de corte criados sob estresse térmico com VE, Sahin et al. (2001) verificaram redução dos níveis séricos de CT, TGR, e aumento dos hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) se comparados a dieta basal, demonstrando o efeito redutivo proporcionado pela suplementação de VE em aves mantidas sob estresse térmico.

Corroborando os resultados acima, Kanchana e Jeyanthi (2010) averiguaram o efeito da suplementação de Se e VE e suas combinações na dieta sobre o perfil sérico lipídico de poedeiras, e verificaram que em comparação a dieta controle e outros tratamentos, a adição conjunta de Se e VE, proporcionaram os menores valores na determinação da concentração de CT e TGR ( $P < 0,01$ ). Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho, onde o mineral selênio determinou os pontos de mínima concentração para os níveis séricos de CT e TGR aos 35 dias de idade (Tabela 10).

Conforme Kang et al. (2000), quando a deposição do colesterol excede a sua depuração nas paredes arteriais, há o surgimento de doenças. Esses mesmos autores realizaram um trabalho com coelhos e verificaram que a adição de 1ppm de selenito de sódio em uma dieta com alto teor de gordura, proporcionou diminuição nos níveis de CT e TGR se comparados a esta mesma dieta sem a adição do mineral ( $P < 0,01$ ). Eles ainda concluem que o Se possui um efeito hipocolesterolêmico.

Com relação às principais enzimas aminotransferases, a AST ou transaminase glutâmica oxalacética (TGO) tem características biloculares estando presente tanto no citosol como nas mitocôndrias. Além disso, tem elevadas concentrações em um grande

número de tecidos, tais como coração, fígado, músculo esquelético, rins e pâncreas. A ALT ou transaminase glutâmica pirúvica (TGP) possui características uniloculares, estando limitada mais ao citosol dos hepatócitos. Ambas são indicadoras de danos hepatocelulares e suas determinações podem indicar o grau de dano sofrido pelo fígado (Al-Habori et al., 2002).

Segundo relatos de Lumeij e Westerhof (1987), nem sempre uma alteração a nível patológico no fígado das aves está relacionado com as alterações séricas das enzimas hepáticas. Portanto, o valor de concentração determinado no ponto máximo da ALT (24,52 U/L), pode estar relacionado, por exemplo, com a ocorrência de hemólise, o que pode refletir em variações dos resultados (Tabela 6). A ALT é encontrada tanto nos hepatócitos como nos músculos e outros tecidos das aves, portanto esta enzima apresenta certa limitação para avaliação de danos hepáticos nas aves (Schmidt et al., 2007a).

Em seus estudos, Borsa et al. (2006) sugerem níveis de 9 a 22 U/L, para as concentrações séricas da enzima ALT em frangos de corte aos 14 dias de idade; sendo estes, semelhantes aos valores encontrados para as codornas de corte neste experimento. Os autores ainda relataram que existem variações nos resultados encontrados por outros autores, e que, vários fatores como kits comerciais utilizados, metodologia utilizada para obtenção das amostras e aparelhagem utilizada para dosagens podem causar alterações dos níveis séricos enzimáticos.

Em um experimento com ratos, El-Demerdash (2004) verificou os efeitos antioxidantes do Se e da VE sobre os parâmetros bioquímicos e atividade enzimática das transaminases (AST e ALT), em dietas com inserção ou não de alumínio por 30 dias a fim de verificar seus efeitos potencialmente tóxicos. Não foi verificada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nos níveis séricos para a enzima AST, independente dos tratamentos fornecidos. A enzima ALT apresentou maior atividade na dieta contaminada com alumínio ( $P < 0,05$ ), já nas dietas que se forneceu Se ou VE combinados ou não com o fornecimento de alumínio, foi verificado diminuição da atividade enzimática. O mesmo efeito foi verificado para os níveis de CT determinados. A dieta com presença de alumínio apresentou maior concentração, já as dietas com Se ou VE, em combinação ou não com o fornecimento de alumínio, apresentaram valores inferiores nas concentrações séricas de CT.

Khan et al. (2013), verificaram o efeito da VE nos parâmetros séricos (enzimáticos e hormonais) de machos reprodutores de corte (*Hubbard*), pós estresse da

muda forçada. A suplementação de 100UI de VE/kg de ração provocou diminuição dos níveis de ALT e cortisol e aumento nos níveis dos hormônios T3 e T4, se comparados à dieta controle ( $P < 0,05$ ). Os resultados demonstraram os efeitos positivos da suplementação de VE na diminuição do estresse das aves pós muda forçada. O Se melhora o metabolismo dos hormônios tireoidianos (T3 e T4), os quais são imprescindíveis para o desenvolvimento e crescimento dos animais (Arthur e Bechett, 1994).

O hematócrito é um dos parâmetros utilizados para se determinar o grau de anemia, sendo correspondente a percentagem de glóbulos vermelhos em função do volume total de sangue, em função disso, seus resultados podem sugerir distúrbios hematológicos (Maxwell et al., 1992).

Na literatura a redução dos valores de hematócrito sugerem casos de anemia em aves, porém neste estudo, apesar da redução linear dos valores obtidos, não acredita-se que isso tenha ocorrido, pois os pesos de bolsa cloacal aumentaram linearmente em função dos níveis de Se na ração (Tabela 6). Schmidt et al. (2007b), complementam que o hematócrito pode variar conforme a idade e o sexo das aves.

A enzima CK é característica dos tecidos musculares, sendo liberada em casos de lesões ou distrofia (Stoyanchev, 2007). Alguns trabalhos demonstram que linhagens geneticamente melhoradas para rápido crescimento e hipertrofia muscular tem atividade de CK exageradamente aumentada conforme a idade. Essas observações foram verificadas em perus (Szabó et al., 2005) e frangos de corte (Szabó e Milisits, 2007).

Os resultados das concentrações obtidas aos 35 dias de idade para os níveis séricos de CK neste trabalho foram inconclusivos. Os maiores níveis de Se deveriam proporcionar às aves menores concentrações séricas desta enzima e exatamente o contrário disto ocorreu. Além disso, também não era esperado variações tão grande nas concentrações obtidas, visto que a espécie trabalhada não é melhorada para rápido crescimento ou hipertrofia muscular.

Para o rendimento de carcaça, ao contrário do efeito quadrático relacionado à suplementação de VE obtido (Tabela 11), Souza et al. (2011) não verificaram efeito ( $P > 0,05$ ) da adição de VE (300 ppm) sobre os rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa de frangos de corte em relação aos obtidos com ração basal, mesmo que mantidos sob estresse térmico. Corroborando estes resultados Souza et al. (2006), também não verificaram efeitos ( $P > 0,05$ ) nos rendimentos de carcaça e cortes de

frangos aos 49 dias de idade alimentados com os níveis de (0, 100, 150 e 200 mg de VE/kg de ração).

Payne e Southern (2005), não verificaram efeito no rendimento de carcaça ( $P>0,05$ ) de frangos de corte alimentados com uma ração basal e suplementados com 0,30 ppm de Se/kg de ração, sendo este orgânico ou inorgânico.

Conforme Rajashree et al. (2014), os estudos que relatam os efeitos sobre os rendimentos de carcaça de frangos de corte com a utilização de Se ainda são insipientes. Seus estudos não verificaram nenhum efeito ( $P>0,05$ ) sobre os rendimentos de carcaça e cortes de frangos de corte suplementados com níveis de Se independentemente da fonte utilizada (orgânica ou inorgânica).

Baseado na fragmentação da carcaça, o aumento linear obtido para o rendimento de dorso pode ter ocasionado a diminuição dos rendimentos de perna e peito das aves, tendo em vista o comportamento quadrático apresentando pelo rendimento de carcaça.

Gonçalves et al. (2012), sugerem que como o dorso é considerado uma parte da carcaça com baixo valor comercial, um resultado de aumento no seu rendimento deve ser encarado como um aspecto negativo que, neste caso, a suplementação de VE está exercendo nas carcaças de codornas de corte.

De acordo com Félix et al. (2009), existe uma tendência de se retirar ou minimizar os níveis vitamínicos das rações finais de frangos de corte, baseado no fato de que esses ingredientes usualmente utilizadas na alimentação das aves (milho e farelo de soja), seriam capazes de suprir uma parte das exigências das aves em termos vitamínicos. Os autores ainda ressaltam que a VE por ser uma vitamina lipossolúvel, tem como característica ser armazenada em tecidos adiposos.

A suplementação vitamínica para as codornas, no período que antecede ao abate, pode ter gerado acúmulo suficiente de VE nos tecidos. Isso sugere que no caso dos rendimentos de peito e pernas, que são considerados os cortes nobres das aves, o nível mais baixo de VE seria suficiente para as aves nesta idade.

A redução do pH na carne de frangos pode ser devido a redução do estresse pré-abate que reduz o consumo de glicogênio (Castellini et al., 2002). Neste trabalho, esta redução pode ter sido ocasionada pela suplementação de VE, agindo como potencial antioxidante de membrana celular (Tabela 12). Corroborando estes resultados, Mikulsky et al. (2009), não encontraram variações nos valores de pH 24 horas pós-mortem quando se suplementou 0,3mg de Se/kg/ração, independentemente da fonte utilizada (orgânica ou inorgânica).

De acordo com Fletcher (1999), a cor é um fator crucial ligado à qualidade da carne que influencia o consumidor tanto no momento da compra como no consumo ou rejeição da mesma. O índice de luminosidade ( $L^*$ ) se relaciona com o brilho da carne, onde maior luminosidade determina maior brilho (Bressan et al., 2001), ou seja, neste experimento os maiores níveis de Se e VE, por meio de interação, proporcionaram uma carne com maior luminosidade e melhor aparência.

O ponto máximo de 16,43 estimado no nível 0,28 mg de Se/kg de ração para luminosidade da carne vermelho-verde ( $a^*$ ), pode ser decorrente de uma maior preservação das membranas celulares em função da atividade da VE, preservando assim a integridade da mioglobina.

Se comparado a frangos de corte é notório a grande superioridade nos valores de  $a^*$  obtidos para codornas de corte. As codornas se caracterizam por serem mais ativas que os frangos de corte além de que apresentam o comportamento de voar pelas instalações. Conforme Brugiaplaga e Destefanis (2012) a atividade física é capaz de influenciar o tipo de fibra muscular, conseqüentemente a maior ou menor presença de mioglobina.

Corroborando este resultado, Miezeliene et al. (2011) também verificaram aumento do componente de vermelho com o aumento da suplementação de Se na dieta, porém diferentemente deste experimento, eles verificaram diminuição na luminosidade em função da suplementação.

King e Whyte (2006) relataram que existem diversos fatores que podem influenciar a cor da carne das aves, dentre eles pode-se destacar o gênero, idade, tratamentos oferecidos, congelamento, entre outros.

Atualmente os consumidores têm dado mais atenção à qualidade dos produtos cárneos consumidos, pois consideram a perda de água durante o manuseio ou cozimento como um indicativo de má qualidade do produto (Péric et al., 2009). Tendo em vista que a carne do peito é considerada o corte mais nobre das aves, uma maior capacidade de reter água é tida como uma das qualidades mais importantes da carne na avicultura de corte. Estas informações corroboram com os resultados obtidos neste trabalho, onde o maior nível de selênio e o nível de 29,58 UI de VE/kg proporcionaram uma carne de melhor qualidade com menores perdas de água por descongelamento e cocção, respectivamente (Tabela 12).

Apesar de ter obtido uma estimativa de força máxima de cisalhamento ( $0,93\text{kgf/cm}^2$ ) nos níveis de 0,28 mg de Se/kg e 27,04 UI de VE/kg de ração, os valores

obtidos são bem inferiores às médias encontradas para matrizes de descarte 4,94kgf/cm<sup>2</sup> (Komiya et al., 2010). Os valores de 3,44; 2,46; 2,79 e 2,64kgf/cm<sup>2</sup> foram obtidos por Takahashi et al. (2012), para frangos de corte das linhagens Ross, Paraíso Pedrês, Caipirinha e Pescoço pelado respectivamente, aos 56 dias de idade, sendo também superiores aos obtidos neste experimento para codornas de corte independente do tratamento fornecido.

### 3.5. Conclusões

O máximo desempenho de codornas de corte suplementadas de 0 a 14 dias de idade foi obtido em rações contendo 0,29 mg de Se e 10 UI de VE/kg e dos 14 a 35 dias de idade recomendam-se os níveis máximos (0,4500 mg de Se e 49 UI de VE/kg de dieta).

### 3.6. Referências

- Al-Habori, M., Al-Aghbari, A., Al-Mamary, M., Baker, M. 2002. Toxicological evaluation of *Catha edulis* leaves: a long term feeding experiment in animals. *J. Ethnopharmacol.* 83, 3, 209-217.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Washington, DC, US.
- Arai, T., Sugawara, M., Sako, T., Motoyoshi, S., Shimura, T., Tsutsui, N., Konno, T. 1994. Glutathione peroxidase activity in tissues of chickens supplemented with dietary selenium. *Comp. Biochem. Physiol.* 107A, 245-248.
- Arthur, J.R., Bechett, G.J. 1994. New metabolic roles for selenium. *Proc. Nutr. Soc.* 53, 615-624.
- Austic, R.E., Scott, M.L. Nutritional diseases. 1991. In: CALNEK, B.W. et al. *Diseases of Poultry*, 9<sup>th</sup> ed. IOWA: Iowa State University Press, 2, pp.45-71.
- Batista, E. 2013. Exigência de lisina, arginina, valina e isoleucina para codornas de corte. PhD Tesis. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Bridi, A.M., Silva, C.A. 2009. *Avaliação da Carne Suína*. Londrina, Brasil.
- Boiago, M.M. 2006. Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio. PhD Diss. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Brasil.
- Borsa, A., Kohayagawa, A, Boretti, L.P., Saito, M.E., Kuibida, K. 2006. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58, 675-677.

- Bressan, M.C., Prado, O.V., Pérez, J.R.O., Lemos, A.L.da.S, Bonagurio, S. 2001. Efeito do peso ao abate de cordeiros santa inês e bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 21, 293-303.
- Brugiapaglia, A., Dstefanis, G. 2012. Influence of the housing system on meat quality of double muscled Piemontese young bulls. *Livest. Sci.* 145, 73-78.
- Castellini, C., Mugnai, C., Dalbosco, A. 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci.* 60, 219-225.
- Combs Junior, G.F., Scott, M.I. 1977. Nutritional interrelationships of vitamin E and selenium, *Biosci.* 27, 467-473.
- El-Demerdash, F.M. 2004. Antioxidant effect of vitamin E and selenium on lipid peroxidation, enzyme activities and biochemical parameters in rats exposed to aluminium. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 18, 113-121.
- Donker, R.A., Beuving, G. 1989. Effect of corticosterone infusion on plasma corticosterone concentration, antibody production, circulating leukocytes and growth in chicken lines selected for humoral immune responsiveness. *Br. Poult. Sci.* 30, 361-369.
- Félix, A.P., Maiorka, A., Sorbara, J.O.B. 2009. Níveis vitamínicos para frangos de corte. *Ciênc. Rural.* 39, 619-626.
- Fletcher, D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poult. Sci.* 78, 1323-1327.
- Fraga, A.L., Moreira, I., Furlan, A.C., Bastos, A.O., Oliveira, R.P., Murakami, A.E., 2008. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 51, 49-56.
- Freitas, A.C., Fuentes, M.F.F., Freitas, E.R., Sucupira, F.S., Oliveira, B.C.M., Espíndola, G.B. 2006. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. *R. Bras. Zootec.* 35, 1705-1710.
- Funari Junior, P., Albuquerque, R. Alves, F.R., Murarolli, V.D.A., Trindade Neto, M.A., Silva, E.M. 2010. Diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho de frangos de corte. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 47, 380-384.
- Gallo, R., Veronico, M., Naucucchi, O., Tafaro, E., Barile, P., Nicastro, F., Zezza, L. 2003. The effects of selenium, zinc and vitamin E supplementation on performance of broiler breeder males. *Ital. J. Anim. Sci.* 2, 471-473.

- Georgievskii, V.I., Annekov, B.N., Samokhin, V.T. 1982. Mineral nutrition of animals. London: Butterworth, UK.
- Gonçalves, F.M., Nunes, J.K., Novelini, L., Manzke, N.F., Anciuti, M.A., Rutz, F., Zanusso, J.T. 2012. Total replacement of sodium selenite by selenium yeast reduces non prime cuts yields in male broilers. *Int. J. Poult. Sci.* 11, 12, 777-780.
- Hussain, M.I., Khan, S.A., Chaudhary, Z.I., Aslan, A., Ashraf, K., Rai, M.F. 2004. Effect of organic and inorganic selenium with and without vitamin E on immune system of broilers. *Pak. Vet. J.* 24, 1-4.
- Kanchana, G., Jeyanthi, G.P. 2010. The effect of supplementation of diet with vitamin-E and selenium and their combinations on the performance and lipid profiles of layer chickens. *Int. J. Pharm. Biol. Sci.* 1, 1-11.
- Kang, B.P.S., Bansal, M.P., Mehta, U. 2000. Hyperlipidemia and type I 5'-monodeiodinase activity: regulation by selenium supplementation in rabbits. *Biol. Trace Elem. Res.* 7, 231-239.
- Khan, R.F., Rahman, Z., Javed, I., Muhammad, F. 2013. Supplementation of vitamins, probiotics and proteins on oxidative stress, enzymes and hormones in post-moult male broiler breeders. *Arch. Tierzucht.* 56, 607-616.
- Khan, M.Z., Szerek, J., Markiewicz, K. 1993. Effects of oral administration of toxic levels of lead and selenium upon concentration of different elements in the liver of broiler chicks, *J. Vet. Med.* 40, 652-664.
- King, N.J., Whyte, R. 2006. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *J. Food Sci.* 71, 31-40. 2006.
- Komiyama, C.M., Mendes, A.A., Sanfelice, C., Canizares, M.C., Roça, R.O., Takahashi, S.E., Rodrigues, L., Canizares, G.I.L., Paz, I.C.L., Cardoso, K.F.G. 2010. Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. *Ciênc. Rural.* 40, 1623-1629.
- Lilja, C., Sperber, I., Marks, H.L. 1985. Postnatal growth and organ development in Japanese quail selected for high growth rate. *Growth.* 49, 51-62.
- Lumeij, J.T., Westerhof. 1987. Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary disease in birds. A review. *Vet. Q.* 9, 255-61.
- Maxwell, M.H., Robertson, G.W., Mccorquodale, C.C. 1992. Whole blood and plasma viscosity in normal and 28requên broiler chickens. *Br Poult Sci.* 33, 871-877.

- Mencalha, R., Barreto, S.L.T., Muniz, J.C.L., Ribeiro, C.L.N., Viana, G.S., Barbosa, L.M.R., Melo, T.M.P., Freitas, C.A.S. 2013. Níveis de sódio para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade. *Rev. Bras. Agropecu. Sustent.* 3, 62-67.
- Miezeliene, A., Alencikiene, G., Gruzauskas, R., Barstys, T. 2011. The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens. *Biotechnol. Agron. Soc.* 15, 61-69.
- Mikulski, D., Jankowski, J., Zdunczyk, Z., Wroblewska, M., Sartowska, k., Majewska, T. 2009. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *J. Anim. Feed Sci.* 18, 518-530.
- Mori, C., Garcia E.A., Pavan, A.C., Piccinin, A., Pizzolante, C.C. 2005. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. *R. Bras. Zootec.* 34, 870-876.
- NRC - National Research Council, Nutrient requirements of poultry, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.
- Paschoal, J.J., Zanetti, M.A., Cunha, J.A. 2003. Efeito da suplementação de selênio e vitamina E sobre a incidência de mastite clínica em vacas da raça holandesa. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 55, 249-255.
- Payne, R.L., Southerm, L.L., 2005. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poult Sci.* 84, 898-902.
- Perić, L., Milošević, N., Žikić, D., Kanački, Z., Džinić, N., Nollet, L. e Spring, P, 2009. Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. *J. Appl. Poultry Res.* 18, 403-409.
- Rajashree, K., Muthukumar, T., Karthikeyan, N, 2014. Influence of inorganic and organic selenium sources on broiler performance and meat quality. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.* 4, 151-157.
- Ribeiro, A.M.L., Vogt, I.K., Canal, C.W., Laganá. C., Streck, A.F, 2008. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. *R. Bras. Zootec.* 37, 636-644.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T., Euclides, R.F., 2011. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. Viçosa, Brasil.

- Rutz, F., Fernandes, V.L., Pan, E.A., Fischer, G., 2002. Impacto da nutrição vitamínica sobre a resposta imunológica de aves. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Anais... Chapecó, SC, Brazil, pp.105-117.
- Sahin, N., Sahin, K., Kuçuk, O., 2001. Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress (32°C). *Vet. Med.- Czech.* 46, 286-292.
- Sakomura, N.K. 2004. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Braz. J. Poult. Sci.* 6, 1-11.
- Sakomura, N.K., Rostagno, H.S., 2007. Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. FACV/UNESP, Jaboticabal, Brazil.
- Scherer, C. 2009. Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento. PhD Tesis. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Schmidt, E.M.S., Locatelli-Dittrich, R., Santin, R., PAulillo, A.C., 2007a. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão. *Arch. Vet. Sci.* 12, 9-20.
- Schmidt, E.M.S., Paulillo, A.C., Santin, E., Locatelli-Dittrich, R., Oliveira, E.G., 2007b. Hematological and serum chemistry values for the ring-necked pheasant (*Phasianus colchicus*): variation with sex and age. *Int. J. Poult. Sci.* 6, 137-139.
- Scott, T.R., 2004. Our current understanding of humoral immunity of poultry. *Poult. Sci. Champaign*, 82, 1559-1564.
- Silva, I.C.M. 2009. Resposta imune e desempenho de frangos de corte submetidos a variações dietéticas de vitamina E e selênio. PhD Tesis. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Silva, I.C.M., Ribeiro, A.M.L., Canal, C.W., Trevizan, L., Macagnan, M., Goncalves T.A., Hlavac, N.R.C., de Almeida, L.L., Pereira, R.A., 2010. The impact of organic and inorganic selenium on the immune system of growing broilers submitted to immune stimulation and heat stress. *Braz. J. Poult. Sci.* 2, 247-254.
- Silva, R.M., Furlan, A.C., Ton, A.P.S., Martins, E.N., Scherer, C., Murakami, A.E., 2009. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 1509-1524.

- Souza, M.G., Oliveira, R.F.M., Donzele, J.L., Maia, A.P.A., Balbino, E.M., oliveira, W.P. 2011. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. *R. Bras. Zootec.* 40, 2192-2198.
- Souza, P.A., Souza H.B.A., Pelicano, E.R.L., Gardini, C.H.C., Oba, A., Lima, T.M.A. 2006. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. *Rev. Port. Ciênc. Vet.* 101, 87-94.
- Statistical Analyses System-SAS, (2001) Version Release 8.2. for Windows. CD-ROM (Cary).
- Stoyanchev, K. 2007. Effects on the environmental stress on experimentally induced muscular dystrophy in broiler turkeys. *Revue Méd. Vét.* 58,190-195.
- Surai, P.F. Selenium in poultry nutrition 1. 2002. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World Poultry Sci. J.* 58, 333-347.
- Surai, P.F., Sparks, N.H.C., Speake, B.K., 2006. The role of antioxidants in reproduction and fertility of poultry. In: XII European Poultry Conference. Verona, Italy, 62, pp.416-417.
- Szabó, A., Ilisits, G.M. 2007. Clinicochemical follow-up of broiler rearing- a five – week study. *Acta Vet. Hung.* 55, 451–462.
- Szabó, A., Mézes, M., Horn, P., Sütő, Z., Bázár, G. E Romvári, R. 2005. Developmental dynamics of some blood biochemical parameters in the growing turkey (*Meleagris gallo-pavo*). *Acta Vet. Hung.* 53, 397-409.
- Takahashi, S.E., Mendes, A.A., Mori, C., Pizzolante, C.C., Garcia, R.G., Paz, I.C.A., Pelícia, K., Saldanha, E.S.P.B., Roça, J.R.O., 2012. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. *Rev. Cient. Elet. Med. Vet.* 18.
- Tayeb, I.T, Qader, G.K., 2012. Effect of feed supplementation of selenium and vitamin E on production performance and some hematological parameters of broiler. *KSU J. Nat. Sci.* 15, 46-56.
- Ton, A.P.S. 2010. Exigência de treonina e triptofano digestível para codornas de corte. PhD Tesis. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Upton, J.R., Edens, F.W., Ferket, P.R. 2008. Selenium yeast effect on broiler performance. *Int. J. Poult. Sci.* 7, 798-805.
- Zhaboli, G.R., Bilondi, H.H., Miri, A., 2013. The effect of dietary antioxidant supplements on abdominal fat deposition in broilers. *Life Sci. J.* 10, 228-233.

Zhao, S., Ma, H., Zou, S., Chen, W., 2007. Effects of in ovo administration of DHEA on lipid metabolism and hepatic lipogenic genes expression in broiler chickens during embryonic development. *Lipids*. 42, 749–757.

#### **IV – Níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E para codornas de corte nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade**

##### **RESUMO**

Foram realizados dois experimentos com objetivo de determinar os níveis de suplementação de selênio (Se) orgânico e vitamina E (VE) em rações para codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4x4 (Se=0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg/ração x VE=10; 23; 36 e 49 UI/kg/ração). No experimento 1, de 0 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.400 codornas recém nascidas, distribuídas em 16 tratamentos, três repetições de 50 aves cada. No experimento 2, de 14 a 35 dias, foram utilizadas 1.536 codornas com 14 dias de idade distribuídas nos mesmos tratamentos, com três repetições de 32 aves cada. No período de 0 a 14 dias de idade, não foi verificado efeito do Se e VE sobre o desempenho das aves ( $P>0,05$ ). No período de 14 a 35 dias de idade os níveis de selênio pioraram a CA ( $P=0,0016$ ) e aumentaram linearmente o CR ( $P=0,0224$ ). O rendimento de peito ( $P=0,0171$ ) e pernas ( $P=0,0695$ ) apresentaram efeito quadrático em função dos níveis de Se nas rações. Verificou-se redução linear do rendimento de peito em função da VE ( $P=0,0126$ ). As estimativas de maior rendimento de peito (45,37%) e pernas (25,03%), foram obtidas com rações contendo 0,25 e 0,32 mg de Se/kg de ração. Conclui-se que em ambas as fases, os níveis mínimos de Se orgânico (0,1125mg/kg) e VE (10UI/kg) utilizados nas rações à base de milho e farelo de soja seriam suficientes para atender as exigências das codornas de corte.

*Palavras-chave:* Codorna europeia, Nutrição, Tocoferóis, Selenometionina

#### **IV – Levels of supplementation of organic selenium and vitamin E for meat quails in periods 0-14 and 14 to 35 days old**

##### **ABSTRACT**

Two experiments were carried out in order to determine the levels of supplementation of selenium (Se) organic and vitamin E (VE) in diets of meat quails (*Coturnix coturnix*) in periods 0-14 and 14 to 35 days old. A completely randomized design was used in a 4x4 factorial design (Se = 0.1125; 0.2250; 0.3375 and 0.4500 mg/kg/diet x VE = 10; 23; 36 and 49 IU/kg/diet). In experiment 1, 0-14 days old, were used 2400 newborn quail, distributed in 16 treatments, three replicates of 50 birds each. In experiment 2, 14-35 days, were used 1536 quails at 14 days de age, distributed in the same treatments, with three replicates of 32 birds each. In the period 0-14 days of age, was not observed effect of Se and VE on bird performance ( $P>0.05$ ). In the period 14-35 days old, the selenium levels have worsened the FC ( $P=0.0016$ ) and linearly increased the FI ( $P=0.0224$ ). The breast yields ( $P=0.0171$ ) and legs ( $P=0.0695$ ) showed a quadratic effect in function on the levels of Se in diets. There was a linear reduction in breast yield in function on VE ( $P=0.0126$ ). The estimates of higher breast yield (45.37%) and legs (25.03%) were obtained with diets containing 0.25 and 0.32 mg Se/kg/feed. It was conclude that in both phases, the minimum levels of organic Se (0.1125mg/kg) and VE (10IU/kg) used in diets based on corn and soybean meal were sufficient to meet the requirements of quails.

*Keywords:* European quail, Nutrition, Tocopherols, Selenomethionine

#### 4.1. Introdução

A coturnicultura de corte, atividade até então pouco praticada no país, aos poucos vem se destacando como atividade promissora. Para Pinto et al. (2002), fatores como precocidade na produção, maturidade sexual, alta produtividade, baixo investimento inicial seguido de um rápido retorno financeiro, são fatores decisivos para a constituição deste cenário. Conforme Moro et al. (2006) a carne de animais silvestres, representa uma alternativa alimentar onde em muitos países ainda é responsável por constituir a principal fonte de proteína animal da alimentação.

Para a contínua expansão desta atividade, é importante que haja um correto balanceamento das rações fornecidas a estas aves, a fim de maximizar o lucro, proporcionar um rápido retorno financeiro ao produtor e produtos com preços acessíveis no mercado para os consumidores.

O selênio é um microelemento essencial e sua utilização tem demonstrado efeitos no crescimento e desenvolvimento, sistema reprodutivo e participação efetiva no sistema antioxidante dos organismos (Mihaljev et al., 2007), além do sistema imune e na produtividade (Yoon et al., 2007).

Tradicionalmente são utilizados os minerais inorgânicos na alimentação animal, porém, há algumas décadas têm se verificado um aumento progressivo da utilização de minerais orgânicos ou quelatados em suas dietas. Estes melhoram o desempenho, qualidade da carcaça e metabolismo dos animais, além de diminuir a contaminação dos solos e água por metais pesados resultantes da excreção de animais suplementados com fontes inorgânicas (Rutz e Murphy, 2009).

As formas orgânicas geralmente estão disponíveis como leveduras enriquecidas, que crescem sobre um substrato contendo pouco enxofre e muito Se. Dessa forma, o Se encontrado é basicamente a selenometionina (Uden et al., 2004). A selenometionina é absorvida do trato digestório por um mecanismo ativo de transporte similar ao da metionina, enquanto que o selenito não é transportado ativamente (Lesson e Summers, 2001).

Segundo Sahin et al. (2001) a vitamina E, protege as células e os tecidos dos danos oxidativos induzidos pelos radicais livres, além apresentam efeito sinérgico junto a vitamina A, reduzindo o estresse relacionado ao calor sobre os parâmetros de desempenho de frangos de corte. Segundo Mendonça Junior et al. (2010) a vitamina E é armazenada sobretudo no fígado e tecidos adiposos e sua função metabólica consiste

na atuação como fator antioxidante das gorduras nas células, além da formação de radicais livres que ocasionam lesão as membranas celulares além de serem inibidores da atividade enzimática de certas enzimas.

As aves não são capazes de sintetizá-la, por isso deve ser fornecida por meio das dietas (Chan e Decker, 1994). Dietas pobres em Se e vitamina E podem causar desordens metabólicas em muitas espécies (Ibrahim et al., 2011).

As recomendações de Se e vitamina E para frangos de corte, segundo o NRC (1994) e Rostagno et al. (2011), são de 0,15 mg/kg e 10 UI/kg (aves de 1 a 56 dias) e 0,33 mg/kg e 31 UI/kg (aves 8 a 21 dias), respectivamente. Além de serem determinados em outros países no caso do NRC, ambas apresentam exigências nutricionais de outras espécies, o que não é ideal para a utilização na coturnicultura, pois possuem exigências nutricionais diferenciadas.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar o melhor nível de suplementação de selênio orgânico e vitamina E nas rações de codornas de corte a fim de obter o máximo desempenho nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade. Além disso, objetivou-se avaliar seus efeitos sobre a composição química corporal, peso de vísceras, órgãos linfóides, parâmetros sanguíneos, rendimento de carcaça e qualidade da carne destas aves.

## **4.2. Materiais e Métodos**

Foram realizados dois experimentos no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá – UEM, nos períodos de 0 a 14 e 14 a 35 dias de idade. Os experimentos foram desenvolvidos segundo normas estabelecidas pelo comitê de ética da instituição (Protocolo 079/2014).

### *4.2.1. Instalações, delineamento e dietas experimentais*

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 4x4 (Se orgânico = 0,1125; 0,2250; 0,3375 e 0,4500 mg/kg/ração x VE = 10; 23; 36 e 49 UI/kg/ração). No experimento 1, de 0 a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.400 codornas recém nascidas, distribuídas em 16 tratamentos, três repetições e 50 aves por unidade experimental. No experimento 2, de 14 a 35 dias, foram utilizadas 1.536 codornas com 14 dias de idade distribuídas nos mesmos tratamentos, com três repetições e 32 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em boxes de 2,5 m<sup>2</sup> em um galpão convencional, com piso de terra batido forrado com cama de palha de arroz. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja a partir da composição dos alimentos obtida por Rostagno et al. (2011); suficientes para atender as exigências das aves para aquela idade, exceto para o Se e vitamina E.

Para exigência de lisina digestível e energia metabolizável seguiram-se as recomendações propostas por Ton (2010), e Scherer (2009), respectivamente. Para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível na ração, foram utilizados os valores preconizados por Silva et al. (2009); sendo as rações ajustadas para terem os níveis de Se e de VE desejados sendo: ração de 0 a 14 dias (Tabela 1) e ração de 14 a 35 dias de idade (Tabela 2). O Se orgânico foi fornecido na forma de Selenometionina (diluída em caulim) e a VE na forma de acetato de dL- $\alpha$ -tocoferil (diluída em farelo de trigo). Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água *ad libitum*.

O programa de aquecimento utilizado foi por meio de luz artificial e campânulas elétricas com lâmpadas infravermelho (500w) por 24 horas até o 7º dia de idade, sendo que após este período o programa de aquecimento foi alterado conforme as condições ambientais. Os dados médios de temperatura (30°C e 18°C) e umidade relativa do ar (70% e 30%) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima.

#### 4.2.2. Desempenho

O desempenho foi avaliado por meio do ganho de peso (g), peso final (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g/g) das aves, sendo as aves pesadas semanalmente. A biomassa corporal acumulada (%) foi obtida em relação ao ganho de peso e ao peso inicial. O ganho de peso (GP) foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental. O consumo de ração (CR) pela diferença entre a ração fornecida e as sobras de ração. A conversão alimentar (CA) foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, já a biomassa corporal acumulada (BCA) foi determinada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das aves no início dos experimentos.

Tabela 1 - Composição percentual e nutricional da ração basal para codornas de corte em crescimento (0 a 14 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E

Dieta	Quantidade (g/kg)
Milho	37,532
Farelo de soja 45%	53,096
Óleo de soja	5,667
Fosfato bicálcico	1,463
Calcário	0,405
DL-Metionina	0,452
L-Lisina HCl	0,208
L-Treonina	0,109
Sal comum	0,458
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400
Mistura Selenometionina <sup>2</sup>	0,100
Mistura vitamina E <sup>3</sup>	0,100
Antioxidante <sup>4</sup>	0,010
Total	100
<b>Valores Calculados</b>	
EM (kcal/kg)	2,997
Fósforo disponível (%)	0,410
Cálcio (%)	0,650
Proteína bruta (%)	27,500
Lisina digestível (%)	1,600
Met.+cist. digestível (%)	1,150
Treonina digestível (%)	1,040
Triptofano digestível (%)	0,330
Cloro (%)	0,320
Sódio (%)	0,200
Potássio (%)	1,090
Balanço eletrol. mEq/kg	272,640

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral isento de selênio e vitamina E (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 10.000.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Ácido fólico 250 mg/kg; Biotina 50 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Cloreto de Colina – 75 g/kg; Óxido de Zinco – 13 g/kg; Sulfato de Ferro – 12 g/kg; Sulfato de Manganês – 15 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.500 mg; Sulfato de Cobalto – 50 mg; Iodo – 250 mg; Selênio – 0 mg; BHT 1.000 mg/kg; Veículo Q.S.P. (Caulin) 1.000 g/kg. <sup>2</sup>Selenometionina diluído em Caulin nos níveis de 0,1125, 0,2250, 0,3375, 0,4500 mg) e <sup>3</sup> Vitamina E (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluída em farelo de arroz nos níveis de 10, 23, 36 e 49 UI), <sup>4</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno) e Energia Metabolizável (EM)

Tabela 2 – Composição percentual e nutricional da ração basal para codornas de corte em crescimento (14 a 35 dias de idade) com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico e vitamina E

Dieta	Quantidade (g/kg)
Milho	50,317
Farelo de soja 45%	41,900
Óleo de soja	4,037
Fosfato bicálcico	1,558
Calcário	0,300
DL-Metionina	0,433
L-Lisina HCl	0,352
L-Treonina	0,036
Sal comum	0,457
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,400
Mistura Selenometionina <sup>2</sup>	0,100
Mistura vitamina E <sup>3</sup>	0,100
Antioxidante <sup>4</sup>	0,010
Total	100
<b>Valores Calculados</b>	
EM (kcal/kg)	3.036
Fósforo disponível (%)	0,410
Cálcio (%)	0,610
Proteína bruta (%)	23,500
Lisina digestível (%)	1,450
Met.+cist. digestível (%)	1,040
Treonina digestível (%)	0,940
Triptofano digestível (%)	0,290
Cloro (%)	0,320
Sódio (%)	0,200
Potássio (%)	0,920
Balanço eletrol. mEq/kg	229,400

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral isento de selênio e vitamina E (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 10.000.000 UI; Vit. D3 – 750.000 UI; Vit. B1 – 625 mg; Vit. B2 – 1.500 mg; Vit. B6 – 1250 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 750 mg; Ácido fólico 250 mg/kg; Biotina 50 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 3.000 mg; Niacina – 6.000 mg; Cloreto de Colina – 75 g/kg; Óxido de Zinco – 13 g/kg; Sulfato de Ferro – 12 g/kg; Sulfato de Manganês – 15 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.500 mg; Sulfato de Cobalto – 50 mg; Iodo – 250 mg; Selênio – 0 mg; BHT 1.000 mg/kg; Veículo Q.S.P. (Caulin) 1.000 g/kg. <sup>2</sup>Selenometionina diluído em Caulin nos níveis de 0,1125, 0,2250, 0,3375, 0,4500 mg) e <sup>3</sup> Vitamina E (Nucleopar, Mandaguari, Brasil) diluída em farelo de arroz nos níveis de 10, 23, 36 e 49 UI), <sup>4</sup>BHT (Butil Hidroxí Tolueno) e Energia Metabolizável (EM).

#### 4.2.3. Composição química corporal

Para avaliação da composição química corporal, aos 14 e 35 dias de idade, foram abatidas respectivamente, quatro codornas por unidade experimental (totalizando 12 codornas por tratamento) e duas codornas por unidade experimental (sendo 1 macho e uma fêmea e totalizando seis aves por tratamento), sendo estas selecionadas de acordo com o peso médio do boxe ( $\pm 10\%$ ).

As codornas foram submetidas a cinco horas de jejum pré-abate e após foram abatidas conforme as normas estabelecidas pelo comitê de ética da instituição. Posteriormente, procedeu-se o deslocamento entre os ossos occipital e atlas. Após, as carcaças com penas foram congeladas e moídas integralmente em moinho de carne industrial. Posteriormente, amostras das carcaças foram secas em estufa de ventilação forçada ( $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas), e moídas novamente para as avaliações analíticas de matéria seca (MS), cinzas ou matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) conforme metodologia descrita pela AOAC (1990).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura corporal (g/dia) e energia retida na carcaça (kcal/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2008).

As taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura corporal (TDG), em ambas as fases, foram calculadas por meio do abate feito a partir de um grupo adicional de 50 codornas ao nascimento e 6 codornas aos 14 dias de idade, comparadas com aquelas codornas abatidas ao término do período experimental, sendo calculada segundo a fórmula:

$$\text{TDP} = (\text{QP}_{\text{cf}} - \text{QP}_{\text{ci}}) / \text{PE}$$

$$\text{TDG} = (\text{QG}_{\text{cf}} - \text{QG}_{\text{ci}}) / \text{PE}$$

em que,  $\text{QP}_{\text{cf}}$  foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final;  $\text{QP}_{\text{ci}}$  foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias.  $\text{QP}_{\text{cf}}$  foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto  $\text{QP}_{\text{ci}}$  foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela proteína bruta corporal média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas ao nascimento e das 6 codornas abatidas aos 14 dias de idade). Já para a taxas de deposição gordura,  $\text{QG}_{\text{cf}}$  representou a quantidade,

em gramas, de gordura na carcaça final;  $QG_{ci}$  a quantidade de gordura na carcaça inicial e PE representou o período experimental, em dias.  $QG_{cf}$  e  $QP_{ci}$  foram obtidas de modo similar às  $QP_{cf}$  e  $QP_{ci}$ , utilizando-se os valores de extrato etéreo da carcaça ao invés de proteína bruta.

A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada de acordo com metodologia proposta por Sakomura (2004); sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em Kcal/g) da proteína e da gordura respectivamente sendo proposta através da fórmula:

$$ERC = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG}.$$

#### 4.2.4. *Parâmetros sanguíneos*

Para avaliação dos parâmetros sanguíneos, aos 14 e 35 dias de idade, foram abatidas 4 e 2 aves respectivamente, por unidade experimental para colheita de sangue, sendo estas submetidas a um jejum alimentar anterior de cinco horas. A colheita de sangue foi realizada por exsanguinação, sendo as amostras sanguíneas coletadas e acondicionadas em tubos de ensaio, sendo centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos. O soro obtido foi acondicionado em microtubos de polipropileno devidamente identificados e armazenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  até a realização das análises. A dosagem de colesterol total (CT), triglicerídeos (TGR) e das enzimas aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), e creatina quinase (CK) foram realizadas em espectrofotômetro (Modelo Bioplus 2000) utilizando-se kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda, Belo Horizonte - MG).

O hematócrito (HTC) foi determinado por meio da metodologia de microhematócrito, utilizando-se tubos capilares que foram centrifugados a 1200 rpm por cinco minutos em centrífuga (*micro hematocrit centrifuge*) com os resultados estimados em porcentagem da concentração de eritrócitos (hemácias) através de tabelas específicas de microhematócrito.

#### 4.2.5. *Biometria das vísceras*

As vísceras (coração, fígado e moela) e os órgãos linfoides (baço e bolsa cloacal) de duas das aves abatidas para colheita de sangue em ambas as idades foram extraídas por uma incisão na cavidade abdominal e pesadas em balança analítica para posterior obtenção de seus pesos relativos, determinado por meio da relação do peso do órgão pelo peso vivo da ave vezes 100.

#### 4.2.6. *Rendimento de carcaça e cortes*

Para a determinação do rendimento de carcaça, e cortes, foram abatidas duas aves por unidade experimental aos 35 dias de idade (1 macho e 1 fêmea  $\pm$  10% do peso médio), sendo estas insensibilizadas via intravenosa pelo barbitúrico tiopental, e em seguida sangradas em cone adaptado para o abate de codornas. Posteriormente estas aves foram escaldadas por aproximadamente 10 segundos a uma temperatura de 53 a 55°C, procedendo a depena manual e evisceração por incisão abdominal.

Para determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça sem a gordura abdominal, pés, pescoço e cabeça, relacionados ao peso vivo da ave. Para o rendimento de cortes, foi considerado o rendimento de dorso, peito e pernas (coxa e sobrecoxa), calculados com relação ao peso da carcaça eviscerada.

#### 4.2.7. *Qualidade da carne*

Para avaliação da qualidade da carne, 4 aves por unidade experimental foram selecionadas de acordo com seu peso médio ( $\pm$ 10%), aos 35 dias de idade, seguindo as mesmas metodologias de jejum e abate das aves do rendimento de carcaça e cortes. Foram extraídos os peitos destas 4 aves, onde 2 foram imediatamente desossadas e retirados os filés, identificados e congelados para posteriormente serem utilizados para as análises de perda por descongelamento, cocção e força de cisalhamento, e os 2 peitos restantes foram refrigerados para medição de pH e cor 24h *post mortem*.

##### 4.2.7.1. *Perdas de água durante o descongelamento e cocção*

As amostras congeladas foram pesadas em balança de precisão, identificadas e armazenadas em geladeira por 24 horas para descongelamento. Após esse período foram retiradas da geladeira, enxugadas levemente com papel toalha e pesadas novamente. A perda por descongelamento foi calculada pela diferença de peso entre as amostras congeladas e descongeladas.

As amostras foram preparadas em um Grill forrado com papel alumínio aquecido até 170 °C por 20 minutos, até que a temperatura interna atingisse 70°C, sendo retiradas e esfriadas em temperatura ambiente. Pela diferença de peso entre as amostras cruas e cozidas, foi determinada a perda por cocção Bridi e Silva, (2009). As amostras utilizadas nesta avaliação foram em seguida utilizadas para avaliar a força de cisalhamento.

##### 4.2.7.2. *Força de cisalhamento*

Utilizou-se um texturômetro Stable Micro System TA-XT2i, acoplado a probe Warner-Bratzler Shear Force e o software Texture Expert Exponent – Stable Micro

Systems. Foram retiradas aproximadamente 5 pedaços do peito cozido com 1,5 cm de largura, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina *Warner-Bratzler*, determinando-se a força máxima necessária para efetuar seu corte ( $\text{kgf/cm}^2$ ).

#### 4.2.7.3. *pH final*

A medida do pH foi realizada na parte cranial do músculo *Pectoralis Major*, após 24 horas de resfriamento das amostras de peito a 4°C em câmara fria. As análises foram realizadas através de um pHmetro portátil digital HI 99163 (Hanna Instruments), com eletrodo de inserção, seguindo a metodologia descrita por (Bridi e Silva, 2009).

#### 4.2.7.4. *Coloração*

Transcorridas 24 horas *post mortem*, foram realizadas as medidas de cor no músculo do peito, tomando-se dois pontos diferentes de leitura por amostra. As medidas de cor foram analisadas utilizando o colorímetro CR-400 Konica Minolta's, (configurações: Iluminante D65; 0° ângulo de visão e 4 auto-average). Os valores de  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente vermelho-verde)  $b^*$  (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

#### 4.2.8. *Análise estatística*

Os dados do experimento foram analisados estatisticamente utilizando o software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2011), segundo o modelo:

$$Y_{ijkl} = b_0 + b_1S_i + b_2V_j + b_3S_i^2 + b_4V_j^2 + b_5SV_{ij} + FA + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$  = variável medida na unidade experimental  $k$ , alimentada com dieta contendo o nível  $i$  de selênio e o nível  $j$  de VE ;

$b_0$  = constante geral;

$b_1$  = coeficiente de regressão linear em função do nível de Se orgânico;

$S_i$  = nível de Se;  $S_1 = 0,1125$ ;  $S_2 = 0,2250$ ;  $S_3 = 0,3375$  e  $S_4 = 0,4500$  (mg/kg);

$V_j$  = nível de VE,  $V_1 = 10$ ;  $V_2 = 23$ ;  $V_3 = 36$  e  $V_4 = 49$  (UI/kg) ;

$b_2$  = coeficiente de regressão linear em função do nível de VE;

$b_3$  = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de Se orgânico;

$b_4$  = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de VE;

$b_5$  = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de Se e nível de VE;

$FA$  = falta de ajustamento do modelo de regressão;

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Foram realizadas as análises de regressão dos níveis de inclusão de Se orgânico e VE e as estimativas dos níveis de suplementação foram obtidas usando o modelo quadrático, conforme Sakomura e Rostagno (2007).

### **4.3. Resultados**

#### *4.3.1. Fase inicial de crescimento (0 a 14 dias de idade)*

##### *4.3.1.1. Desempenho*

Não houve interação e nem efeito dos níveis de Se e VE ( $P>0,05$ ) sobre as variáveis de desempenho (Tabela 3).

##### *4.3.1.2. Composição química corporal*

Não foi verificada interação e nem efeito dos níveis de Se e VE ( $P>0,05$ ) sobre as variáveis avaliadas na composição química corporal ( $P>0,05$ ) (Tabela 4).

##### *4.3.1.3. Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides*

Houve interação ( $P=0,0256$ ) entre o Se e a VE para o peso relativo de fígado (PrFig.). O peso relativo aumentou linearmente em função dos níveis de Se ( $P=0,0213$ ) e VE ( $P=0,0491$ ) fornecidos (Tabela 5). O peso relativo da bolsa cloacal (PrBols.), apresentou efeito quadrático ( $P=0,0190$ ) em função dos níveis de VE. O peso máximo da bolsa cloacal (0,14g) foi obtido com a estimativa de 28,69 UI de VE/kg de ração.

##### *4.3.1.4. Parâmetros sanguíneos*

Os níveis séricos da enzima AST ( $P=0,0183$ ) foram influenciados de forma quadrática em função dos níveis de Se (Tabela 6). O ponto de máxima concentração da enzima (267,87 U/L), foi obtido com as estimativas de 0,28 mg de Se/kg/ração.

Tabela 3 - Desempenho de codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
CR (g/ave)	146,74	136,92	142,01	142,56	138,87	145,90	139,01	143,91	142,24	141,35	144,22	138,94	142,36	141,71	143,61	143,51	0,694
PC (g)	87,05	85,04	86,94	87,60	85,78	85,02	85,28	85,96	87,30	84,99	88,66	84,37	84,84	86,03	84,67	86,97	0,274
GP (g)	78,15	76,11	78,06	78,71	76,80	76,03	76,36	77,18	78,34	76,02	79,74	75,39	75,90	77,02	75,71	78,01	0,278
BCA (%)	877,37	852,09	879,07	885,73	856,06	846,07	856,18	879,47	874,38	847,23	894,05	840,35	849,08	855,88	845,12	870,86	3,664
CA (g/g)	1,87	1,79	1,82	1,81	1,80	1,91	1,82	1,86	1,81	1,85	1,80	1,84	1,87	1,83	1,89	1,84	0,008

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); consumo de ração (CR); peso corporal (PCorp.); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA).

Tabela 4 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
Peso de abate, g	86,16	86,83	83,50	85,50	82,50	84,16	83,00	85,00	87,33	83,83	88,00	82,83	85,00	85,50	84,66	84,00	0,371
CQC (%)																	
Água	73,78	72,69	74,38	73,34	74,27	74,02	73,12	74,05	73,06	73,91	72,22	74,06	74,93	72,99	73,87	72,42	0,151
Proteína	67,36	65,88	69,34	66,67	67,89	66,77	68,29	67,78	66,98	66,63	64,86	67,84	70,46	67,07	70,28	66,82	0,378
Gordura	13,78	14,73	13,65	14,88	12,83	16,05	14,77	15,30	13,05	13,68	15,91	12,33	13,94	13,61	14,98	15,34	0,253
Cinza	11,59	10,36	11,68	10,32	12,03	11,38	11,97	11,01	11,94	11,59	11,47	12,02	12,23	11,37	12,21	11,67	0,134
TDP (g/d)	1,01	1,02	0,97	0,99	0,94	0,95	1,00	0,97	1,04	0,95	1,04	0,95	0,98	1,01	1,03	0,97	0,006
TDG (g/d)	0,19	0,21	0,17	0,21	0,16	0,21	0,20	0,20	0,18	0,18	0,24	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,005
ERC (kcal/g)	7,54	7,84	7,13	7,60	6,82	7,43	7,55	7,49	7,60	7,08	8,20	6,85	7,22	7,54	7,67	7,50	0,069

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); não significativo (NS) e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Tabela 5 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	76,90	79,30	81,40	81,90	81,10	80,60	79,40	80,50	82,50	83,50	79,50	77,90	77,00	76,80	81,00	82,00	0,560
PrFig. (%)	2,47	2,49	2,65	2,52	2,54	2,45	2,59	2,46	2,37	2,86	2,36	2,64	2,75	2,7	2,57	2,28	0,266
PrCor. (%)	0,86	0,76	0,89	0,9	0,87	0,86	0,71	0,82	0,72	0,86	0,8	0,87	0,83	0,77	0,87	0,83	0,013
PrMoe. (%)	3,38	3,01	3,48	3,39	3,3	3,39	3,22	3,12	3,14	3,46	3,19	2,93	3,3	3,26	3,00	3,36	0,039
PrBaç. (%)	0,19	0,15	0,16	0,15	0,13	0,14	0,16	0,16	0,19	0,16	0,14	0,16	0,21	0,18	0,13	0,17	0,005
PrBols. (%)	0,11	0,13	0,11	0,15	0,12	0,14	0,12	0,08	0,10	0,12	0,14	0,10	0,10	0,13	0,14	0,12	0,005
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio	Vitamina E		Selênio	Vitamina E			
PrFig. = 2,18112 + 1,32332Se + 0,010311VE – 0,0396177 Se*VE									0,89	---	---		Linear	Linear			
PrBols. = 0,0876138 + 0,00351339VE – 0,0000612247VE <sup>2</sup>									0,99	---	28,69		NS	Quadrático			

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); Peso vivo (Pvivo); peso relativo de fígado (PrFig.); peso relativo de coração (PrCor.); peso relativo de moela (PrMoe.); peso relativo de baço (PrBaç.); peso relativo de bolsa cloacal (PrBols.); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 6 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 14 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
AST (U/L)	263,33	252,16	256,50	247,50	269,50	262,75	258,75	245,00	250,50	253,00	286,00	277,00	243,50	252,00	258,33	255,83	3,154
ALT (U/L)	12,50	16,00	12,50	15,50	14,33	9,00	19,25	11,25	20,00	11,16	17,66	12,33	18,50	8,00	13,83	11,66	0,740
CT (mg/dL)	144,83	124,00	131,25	118,75	123,66	119,75	145,75	104,25	141,66	126,16	170,50	134,16	111,00	138,50	124,83	140,16	3,606
TGR (mg/dL)	63,50	61,00	70,00	61,75	67,16	57,50	59,50	49,75	69,83	62,00	55,83	69,66	66,25	62,00	68,83	58,50	1,279
CK (U/L)	956,6	1102,3	1139,2	1858,0	1883,3	906,6	1501,2	884,3	1787,8	2219,3	1478,6	1345,1	1135,3	1481,5	967,4	1883,4	113,548
HTC (%)	35,66	35,83	33,00	32,75	31,16	24,50	22,00	36,25	30,66	32,66	33,50	29,83	36,75	29,00	32,00	33,00	0,869
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
AST = 224,312 + 315,0405Se – 569,552Se <sup>2</sup>									0,73	0,28		---		Quadrático		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); colesterol total (CT); triglicerídeos (TGR); creatina quinase (CK); hematócritos (HTC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

#### 4.3.2. Fase final de crescimento (14 a 35 dias de idade)

##### 4.3.2.1. Desempenho

Verificou-se aumento linear do CR ( $P=0,0224$ ) e da CA ( $P=0,0016$ ), em função do aumento dos níveis de Se nas rações. Não foi verificada interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de Se e VE (Tabela 7) evidenciando, em ambas as fases, que o Se e a VE atuaram independentemente.

##### 4.3.2.2. Composição química corporal

Houve interação ( $P=0,0589$ ), para os teores de gordura nas carcaças das aves (Tabela 8). Verificou-se redução linear do teor de gordura nas carcaças em função dos níveis de Se ( $P=0,0753$ ) e VE ( $P=0,0589$ ) nas rações. O teor de água nas carcaças aumentou linearmente em função dos níveis de Se ( $P=0,0275$ ) nas rações.

Os teores de PB apresentaram efeito quadrático ( $P=0,0575$ ) em função dos níveis de Se. O maior valor proteico nas carcaças (55,16%) foi determinado com a estimativa de 0,32 mg de Se/kg de ração.

Os teores de cinzas e a ERC, sofreram aumento ( $P=0,0550$ ) e redução ( $P=0,0692$ ) linear, respectivamente, em função dos níveis de Se nas rações. A TDP reduziu e aumentou linearmente, em função dos níveis de Se ( $P=0,0404$ ) e VE ( $P=0,0005$ ), respectivamente nas rações.

##### 4.3.2.3. Peso relativo de vísceras e órgãos linfóides

O PrCor. apresentou comportamento quadrático ( $P=0,0176$ ) em função dos níveis de Se (Tabela 9). O peso máximo obtido para o coração (0,96g), foi obtido com uma estimativa 0,24 mg de Se/kg de ração.

##### 4.3.2.4. Parâmetros sanguíneos

Houve interação ( $P=0,0046$ ) entre os níveis de Se e VE utilizados na avaliação da enzima CK (Tabela 10). Os níveis séricos enzimáticos reduziram linearmente em função dos níveis de Se ( $P=0,0091$ ) e VE ( $P=0,0037$ ) utilizado nas rações. A enzima ALT reduziu linearmente ( $P=0,0323$ ) em função dos níveis de VE.

Os níveis séricos de CT apresentaram comportamento quadrático em função dos níveis de VE ( $P=0,0221$ ) utilizados. A concentração máxima (208,82 mg/dL) foi obtida com a estimativa de 28,51 UI de VE/kg de ração.

Os níveis séricos de TGR foram também influenciados de forma quadrática ( $P=0,0144$ ) em função dos níveis de Se. A maior concentração (498,47 mg/dL) foi obtida com a estimativa de utilização de 0,28 mg de Se/kg de ração.

#### 4.3.2.5. *Rendimento de carcaça e cortes*

Os rendimentos de peito ( $P=0,0171$ ), dorso ( $P=0,0052$ ) e pernas ( $P=0,0695$ ), foram influenciados de forma quadrática em função dos níveis de Se fornecidos na ração (Tabela 11). Verificou-se ainda redução ( $P=0,0126$ ) e aumento ( $P=0,0030$ ) linear dos rendimentos de peito e dorso respectivamente, em função dos níveis de VE.

As estimativas de maior rendimento de peito (45,37%) e pernas (25,03%) foram determinadas com os níveis respectivos de 0,25 e 0,32 mg de Se/kg de ração; enquanto o valor de 30,95% para o menor rendimento de dorso foi determinado com o nível de 0,27 mg de Se/kg de ração.

#### 4.3.2.6. *Qualidade da carne*

Aos 35 dias de idade, o componente  $a^*$  de luminosidade vermelho-verde da carne aumentou linearmente ( $P=0,07$ ) em função dos níveis crescentes de VE (Tabela 12).

A perda de água por descongelamento (PD) apresentou efeito quadrático ( $P=0,0564$ ) em função dos níveis de VE. A menor perda de água no processo de descongelamento (1,35g) foi obtida com o nível de 32,89 UI de VE/kg de ração.

Houve interação ( $P=0,0288$ ) entre os níveis de Se e VE para a força de cisalhamento (FC); com redução linear em função dos níveis de Se ( $P=0,0092$ ) e VE ( $P=0,0053$ ).

Tabela 7 - Desempenho de codornas de corte no período de 14 a 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
VE (UI/kg)																	
CR (g/ave)	494,27	458,94	463,74	485,63	480,41	500,11	492,37	486,24	481,42	487,88	484,01	473,27	495,73	489,72	496,07	482,58	2,109
PCorp. (g)	229,90	231,75	230,09	228,47	229,37	232,93	230,11	233,53	227,28	226,34	228,63	228,67	229,96	227,65	229,64	228,91	0,549
GP (g)	147,69	149,65	147,76	146,58	147,33	150,92	147,94	151,38	145,31	144,65	146,15	146,76	148,15	145,49	147,49	147,06	0,535
BCA (%)	179,62	182,29	179,47	179,00	179,57	184,00	180,03	184,26	177,26	177,07	177,16	179,16	181,06	177,07	179,56	179,65	0,636
CA (g/g)	3,34	3,06	3,13	3,31	3,26	3,31	3,33	3,21	3,31	3,37	3,31	3,22	3,34	3,36	3,36	3,28	0,015
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
CR = 475,121 + 33,4471Se									0,47	---		---		Linear		NS	
CA = 3,18693 + 0,351312Se									0,96	---		---		Linear		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); consumo de ração (CR); peso corporal (PCorp.); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 8 - Composição química corporal (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
Peso ao abate, g	230,33	220,50	235,33	231,00	227,00	228,83	229,00	233,66	221,33	232,33	220,33	226,66	232,33	218,00	226,00	226,00	1,236
CQC (%)																	
Água	64,25	64,49	63,73	65,30	66,62	65,57	65,56	63,71	65,81	65,56	66,72	65,10	67,75	65,38	65,34	64,99	0,278
Proteína	51,78	53,04	51,52	55,51	56,39	53,68	55,50	53,98	54,82	52,06	57,43	55,70	53,36	54,57	55,84	54,32	0,380
Gordura	35,91	32,64	34,96	27,59	31,25	33,27	32,40	31,34	32,38	33,67	30,93	31,96	33,60	32,04	31,58	33,13	0,483
Cinza	9,24	8,91	9,90	9,48	8,78	9,06	9,77	8,73	9,55	9,26	10,00	9,51	9,78	9,44	9,81	9,81	0,102
TDP (g/d)	1,31	1,24	1,36	1,39	1,30	1,28	1,35	1,44	1,23	1,25	1,27	1,36	1,17	1,23	1,35	1,31	0,016
TDG (g/d)	1,25	1,06	1,28	0,90	0,97	1,10	1,06	1,12	1,01	1,13	0,92	1,05	1,04	0,99	1,02	1,10	0,027
ERC (kcal/g)	19,10	17,02	19,71	16,30	16,53	17,55	17,63	18,69	16,50	17,72	15,90	17,60	16,43	16,30	17,24	17,77	0,299
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio	Vitamina E		Selênio	Vitamina E			
Água = 64,1849 + 4,19639Se									0,72	---	---		Linear	Linear			
Proteína = 50,2661 + 30,0066Se – 45,9048Se <sup>2</sup>									0,97	0,32	---		Quadrático	NS			
Gordura = 37,5865 – 12,4619Se – 0,171431VE + 0,408995Se*VE									0,95	---	---		Linear	Linear			
Cinzas = 9,07746 + 1,29026Se									0,50	---	---		Linear	NS			
TDP = 1,26138 – 0,202940Se + 0,00346302VE									0,82	---	---		Linear	Linear			
ERC = 18,3709 – 3,51828Se									0,90	---	---		Linear	NS			

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 9 - Peso relativo de vísceras e órgãos linfoides de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e Vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	227,60	234,33	236,66	237,00	228,80	230,80	222,80	238,66	233,60	226,33	232,33	233,33	238,66	232,66	229,50	228,66	1,144
PrFig. (%)	1,68	1,63	1,87	2,01	1,93	2,01	1,79	2,15	1,87	1,76	1,84	1,99	1,75	2,09	1,99	1,74	0,042
PrCor. (%)	0,86	0,94	0,95	0,91	0,97	0,92	1,06	0,98	0,95	0,93	0,93	0,87	0,86	0,97	0,87	0,87	0,011
PrMoe. (%)	2,05	2,12	2,04	2,16	2,34	2,09	2,36	2,13	2,35	2,08	2,26	1,95	1,91	2,32	2,31	2,18	0,030
PrBaç. (%)	0,08	0,10	0,11	0,07	0,06	0,10	0,08	0,09	0,06	0,10	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08	0,09	0,003
PrBols.(%)	0,11	0,13	0,13	0,16	0,13	0,19	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,15	0,13	0,15	0,13	0,17	0,005
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
PrCor. = 0,847389 + 0,937020Se – 1,92159Se <sup>2</sup>									0,76	0,24		---		Quadrático		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); Peso vivo (Pvivo); peso relativo de fígado (PrFig.); peso relativo de coração (PrCor.); peso relativo de moela (PrMoe.); peso relativo de baço (PrBaç.); peso relativo de bolsa cloacal (PrBols.); não significativo (NS)

Tabela 10 - Parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
AST (U/L)	261,25	224,16	244,33	249,50	250,33	271,50	270,00	212,75	257,33	259,00	304,75	281,33	298,83	293,16	269,50	226,16	6,353
ALT (U/L)	9,00	10,66	10,66	9,33	12,00	13,00	8,00	10,25	11,00	12,66	11,25	11,66	12,50	14,00	10,33	9,50	0,392
CT (mg/dL)	186,00	173,66	204,66	151,33	185,83	226,50	173,00	200,75	186,16	211,50	184,50	171,00	167,00	200,00	178,83	205,50	4,330
TGR (mg/dL)	483,00	268,00	281,75	103,50	249,00	423,00	133,99	219,50	533,00	562,50	526,00	157,33	268,00	129,25	171,50	143,50	36,964
CK (U/L)	956,6	1102,3	1139,2	1858,0	1883,3	906,6	1501,2	884,3	1787,8	2219,3	1478,7	1345,1	1135,3	1481,5	967,4	1883,4	194,283
HTC (%)	44,75	42,50	42,83	46,33	47,33	47,25	40,50	46,75	42,66	41,33	47,00	36,66	37,83	46,16	48,33	51,66	0,967
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
ALT = 13,0391 - 0,0564103VE									0,35	---		---		NS		Linear	
CT = 152,660 + 3,93977VE - 0,0690954VE <sup>2</sup>									0,63	---		28,51		Quadrático		Quadrático	
TGR = 40,8890 + 3273,28Se - 5853,8550Se <sup>2</sup>									0,46	0,28		---		Quadrático		NS	
CK = 5570,01 - 10281,4Se - 110,791VE + 347,444 Se*VE									0,34	---		---		Linear		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); aspartato aminotransferase (AST); alanina aminotransferase (ALT); colesterol total (CT); triglicerídeos (TGR); creatina quinase (CK); hematócritos (HTC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 11 - Rendimento de carcaça e partes de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
PVivo (g)	227,60	234,33	236,66	237,00	228,80	230,80	222,80	238,66	233,60	226,33	232,33	233,33	238,66	232,66	229,50	228,66	1,144
RCarc. (%)	65,34	66,43	64,95	66,17	64,62	65,56	65,19	64,57	65,41	67,39	66,70	65,98	65,03	65,67	65,13	66,27	0,220
RPeito (%)	45,34	44,78	42,48	43,74	45,42	44,84	45,20	44,59	44,45	45,71	43,89	43,19	43,86	43,43	43,50	43,68	0,200
RDorso (%)	29,52	31,24	32,60	32,09	29,30	30,59	29,78	30,41	30,36	30,00	30,83	31,54	30,64	31,76	31,02	31,99	0,207
RPernas (%)	25,13	23,97	24,91	24,16	25,26	24,55	25,01	24,99	25,18	24,28	25,27	25,26	24,74	24,80	25,47	24,32	0,098
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
RPeito = 43,6274 + 16,1761Se - 32,0761Se <sup>2</sup> - 0,0295114VE									0,84	0,25		---		Quadrático		Linear	
RDorso = 32,1179 - 21,7795Se + 39,7252Se <sup>2</sup> + 0,0371031VE									0,87	0,27		---		Quadrático		Linear	
RPernas = 23,8903 + 7,18485Se - 11,3485Se <sup>2</sup>									0,99	0,32		---		Quadrático		NS	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); peso vivo (PVivo); rendimento de carcaça (RCarc.); rendimento de peito (RPeito); rendimento de dorso (RDorso); rendimento de pernas (RPernas); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Tabela 12 - Parâmetros relacionados à qualidade da carne de codornas de corte aos 35 dias de idade suplementadas com diferentes níveis de selênio orgânico e vitamina E

Se (mg/kg)	0,1125				0,2250				0,3375				0,4500				EPM
VE (UI/kg)	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	10	23	36	49	
pHf (24h)	5,82	5,85	5,69	5,82	5,83	5,73	5,83	5,74	5,73	5,83	5,89	5,85	5,78	5,85	5,76	5,80	0,014
L*	53,03	52,79	52,64	52,49	53,39	51,92	51,90	50,19	48,63	52,17	52,20	51,88	52,01	51,86	51,58	51,60	0,236
a*	9,73	9,43	11,47	10,23	9,40	10,71	10,35	12,36	12,58	10,78	10,50	9,76	9,69	10,17	10,28	10,87	0,204
b*	5,99	5,66	6,71	7,07	6,68	5,87	6,38	6,71	4,42	6,50	7,08	7,02	6,33	5,77	6,43	6,74	0,148
PD (g)	1,71	1,81	1,63	1,60	1,95	1,50	0,87	0,85	1,52	1,64	1,33	1,97	1,97	1,40	1,57	1,52	0,085
PC (g)	8,32	8,50	6,30	8,41	7,38	8,65	7,66	7,69	5,49	8,94	7,71	9,46	8,49	8,27	7,52	8,06	0,158
FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	0,89	0,84	0,81	0,88	0,84	0,90	0,81	0,79	0,78	0,85	0,80	0,85	0,94	0,85	0,83	0,87	0,012
Equações de regressão									R <sup>2</sup>	Estimativa				Efeito			
										Selênio		Vitamina E		Selênio		Vitamina E	
a* = 9,71456 + 0,0218247VE									0,76	---		---		NS		Linear	
PD = 2,30333 – 0,0579361VE + 0,000880710VE <sup>2</sup>									0,90	---		32,89		NS		Quadrático	
FC = 1,02569 – 0,472851Se – 0,00478051VE + 0,011649Se*VE									0,67	---		---		Linear		Linear	

Selênio (Se); vitamina E (VE); erro padrão médio (EPM); pH final 24 horas post mortem (pHf); luminosidade (L\*); componente vermelho-verde (a\*); componente amarelo-azul (b\*); perda por descongelamento (PD); perda por cocção (PC); força de cisalhamento (FC); não significativo (NS) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

#### 4.4. Discussão

Os dados de desempenho no período de 0 a 14 dias (Tabela 3) sugerem que a suplementação de Se e VE não exercem influência nas variáveis avaliadas nesta idade ( $P>0,05$ ). Em um trabalho similar desenvolvido por Mikulski et al. (2009), os autores também não verificaram diferenças no ganho de peso e consumo de ração em rações de peruas suplementadas com Se (orgânico ou inorgânico), comparados à dieta basal em diferentes idades e períodos de crescimento. Em relação a VE, Pompeu (2014), ao suplementar níveis crescentes na dieta de frangos de corte, relatou que o menor nível utilizado (10 mg/kg), foi o suficiente para atender as exigências dos frangos na fase inicial de crescimento.

Trabalhando com frangos de corte, Medeiros et al. (2012) forneceram nos níveis de 0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg de Se/kg de ração e não verificaram efeitos no CR e CA das aves ( $P>0,05$ ). Entretanto, verificaram redução linear do GP no período de 1 a 7 e 1 a 21 dias de idade, além da redução da viabilidade criatória com aumento da mortalidade nos períodos de 1 a 21 e 1 a 35 dias de idade ( $P<0,05$ ) em função do aumento dos níveis de Se orgânico nas rações, atribuindo o ocorrido a possível intoxicação das aves ocasionada por alterações metabólicas.

Segundo estudos de Guo et al. (2001), não foram verificados efeitos da suplementação de VE ( $P>0,05$ ) na dieta em relação ao desempenho de frangos de corte até três semanas de idade suplementados nos níveis de 0, 5, 10, 50 e 100 mg de VE/kg de ração, corroborando com os resultados de desempenho em ambas as idades deste experimento (Tabelas 3 e 7).

Em suas investigações, Niu et al. (2009) forneceram dietas com 0; 100 e 200 mg de VE/kg de ração e como neste trabalho, o aumento dos níveis de VE nas rações não resultaram em efeitos significativos ( $P>0,05$ ), no PCorp. e CR, entretanto, verificaram melhor conversão alimentar no nível de 100 mg de VE/kg de ração, enquanto os níveis 0 e 200 mg de VE/kg de ração, não diferiram estatisticamente. Malayoglu et al. (2009) relataram que os efeitos positivos da VE e do Se orgânico sob ganho de peso inexistiram em seus trabalhos quando utilizados em conjunto.

Payne e Southern (2005), não encontraram efeito da suplementação de Se orgânico sobre o ganho de peso diário, CR e CA. Os autores atribuem estes resultados a uma provável não deficiência de Se e VE nos pintos no momento da eclosão, o que pode não ocorrer em outros estudos.

A não significância das variáveis de desempenho no período de 0 a 14 dias de idade e a piora da CA e aumento linear do CR no período de 14 a 35 dias de idade, sugerem que os níveis mínimos de Se orgânico (0,1125 mg/kg) e VE (10 UI/kg) utilizados na formulação de rações à base de milho e farelo de soja são suficientes para promover o crescimento das aves sem afetar o desempenho.

Assim como para o desempenho, os níveis mínimos estudados podem ser utilizados sem afetar a composição química corporal das aves no período de 0 a 14 dias de idade (Tabela 4). Isso, devido ao fato de não haver influência dos níveis de Se e VE sobre os parâmetros de composição química avaliados nesta idade ( $P > 0,05$ ).

Em estudos realizados com frangos de corte, Kinal et al. (2012), observaram redução do teor de gordura ( $P \leq 0,01$ ) nas pernas de frangos de corte suplementados com Se orgânico se comparados as aves alimentadas com Se inorgânico. Estes resultados são semelhantes aos encontrados no presente experimento visto que houve redução linear dos teores de gordura na carcaça em função dos níveis vitamínicos e mineral utilizados aos 35 dias de idade. Redução esta, que também está relacionada com o maior valor proteico nas carcaças (55,16%), determinado com rações com a estimativa de 0,32 mg de Se/kg de ração nesta idade (Tabela 8).

Ainda relacionado à gordura, Zhaboli et al. (2013), relataram que o excesso de gordura abdominal desencadeia redução na eficiência alimentar durante a criação das aves, além disso, destacam que aves com excesso de gordura abdominal tem baixa aceitação no mercado consumidor.

Em seus estudos, Kim e Mahan (2001) suplementaram dietas de suínos com níveis crescentes de Se (orgânico e inorgânico) e verificaram que independentemente do nível, o Se orgânico apresentou maiores retenções de tecido muscular se comparado ao inorgânico. Segundo Mahmoud e Edens (2003), o Se quando disposto na forma orgânica apresenta maior biodisponibilidade e atividade antioxidante que o Se disposto na forma inorgânica.

Jianhua et al. (2000), verificaram em um experimento com frangos de corte que o aumento dos níveis de Se na ração proporcionam aumento da concentração do hormônio T3, que segundo Rosebrough (1999), dentre suas inúmeras funções, atua nos processos de síntese e metabolismo de proteínas e gorduras, influenciando na composição corporal das aves.

O aumento do teor de água nas carcaças em função dos níveis de Se nas rações, pode estar relacionado com uma maior síntese protéica, pois de acordo com Takeara et

al. (2010) a síntese proteica tem relação direta com a quantidade de água depositada nas carcaças, ou seja, quanto maior a deposição proteica, maior a quantidade de água.

O aumento linear no teor de cinzas sugere que os níveis de Se proporcionaram uma maior absorção e deposição de minerais. Georgievskii et al. (1982) e Boiago (2006), observaram que interações sinérgicas ou antagônicas podem existir entre os minerais ou com outros nutrientes o que pode aumentar ou não a deposição destes nos tecidos.

A redução linear dos teores de ERC em função dos níveis de Se provavelmente está ligada a redução dos teores de gordura na carcaça, proporcionando então nos níveis mais elevados fornecidos uma carcaça mais magra, porém, não necessariamente mais proteica.

Apesar de ter sofrido um aumento linear em função dos níveis de VE, não era esperado que ocorresse diminuição da TDP em função do aumento dos níveis de Se, pois segundo Baker (2006) este mineral age sinérgicamente com a metionina, aminoácido envolvido no aumento da deposição proteica.

Por outro lado, Englmaierová et al. (2011), verificaram que a suplementação de VE na dieta de frangos de corte, aumentou o conteúdo de cinzas, diminuiu o conteúdo de gordura ( $P < 0,05$ ) e não influenciou o conteúdo proteico na composição química da carne das pernas destas aves.

Liu et al. (1995), relatam que o emprego de VE na alimentação, confere maior estabilidade oxidativa da carne, pois a vitamina é capaz de se transferir e acumular na gordura conferindo maior qualidade nos produtos frescos, congelados ou cozidos. O acúmulo da vitamina nos tecidos cárneos, resulta consecutivamente em maior consumo de VE pelos humanos (Barroeta, 2007).

O aumento do PrFig. proporcionado pela interação e aumento dos níveis de Se e VE nas rações aos 14 dias de idade pode estar relacionado ao aumento das taxas metabólicas dos animais (Tabela 5). Segundo Marcato et al. (2010), a redução ou aumento da taxa metabólica resulta em redução ou aumento no tamanho do fígado, considerado este, o principal órgão metabólico do organismo dos animais e sujeito a influências de fatores nutricionais fornecidos nas dietas. De acordo com Lana et al. (2000), o fígado exerce um papel crucial na regulação da glicose sanguínea, onde ele absorve seu excesso e o converte em glicose ou gordura.

Discordando destes resultados, Hosseini-Mansoub (2011), não verificou efeito da fonte de Se (orgânica ou inorgânica) sobre o peso de fígado em frangos de corte. Em

contrapartida, Wang et al. (2011), verificaram que a fonte de Se orgânica proporcionou maiores concentrações de Se no soro, fígado, pâncreas, ossos e músculo de peito se comparados as dietas com Se inorgânico e controle para frangos de corte aos 49 dias de idade ( $P < 0,05$ ), o que demonstra uma maior biodisponibilidade do mineral se comparado à fonte inorgânica.

Conforme relatos de Ribeiro et al. (2008) o peso dos órgãos linfoides são o reflexo da capacidade do organismo no momento de uma resposta do sistema imunológico, e que o estresse ocasiona involução destes órgãos. Para complementar, Pope (1991), relata que a diminuição de órgãos linfoides como timo, baço e bolsa cloacal, representam uma potencial disfunção no sistema imunológico das aves.

Em estudos realizados por Zhaboli et al. (2013), foi verificado que em dietas com suplementação de Se orgânico ou VE não houve aumento da bolsa cloacal e do coração, discordando dos resultados deste trabalho onde foi verificado aumento do peso de bolsa cloacal aos 14 dias de idade com peso máximo de 0,14g estimada com 28,69 UI de VE/kg de ração. Em contrapartida, verificaram que a VE e o Se influenciaram os pesos de baço e fígado respectivamente ( $P < 0,05$ ).

O aumento do Prfíg. nas codornas aos 14 dias de idade não foi atribuído a nenhum efeito deletério nos animais. Entretanto, é possível de acordo com a linearidade dos dados, que níveis mais elevados de Se ou VE podem se tornar prejudiciais e apresentarem toxidez às aves impedindo que elas possam expressar seu máximo desempenho produtivo.

A realização de análises hematológicas fornecem importantes informações sobre o perfil metabólico das aves, além de muitas vezes servirem de fator para identificação de distúrbios de saúde. Entretanto, a utilização destes dados de certa forma se torna limitada; características como tipos de produção, espécie e linhagens, nutrição, dentre outras, provocam diferenciações significativas destes resultados, existindo falta de dados fisiológicos para isto (Král e Suchý, 2000).

As enzimas CK e ALT apresentaram comportamento esperado aos 35 dias de idade. Os níveis séricos de CK diminuíram linearmente em função dos níveis de Se e VE com efeito da interação, enquanto os níveis de ALT diminuíram linearmente em função dos níveis de VE (Tabela 10). Entretanto, as equações pouco explicam estes resultados ( $R^2 = 0,34$  e  $0,35$ ), respectivamente. Em seu estudo, Stoyanchev (2007) relata que o aumento das enzimas AST, ALT e CK no plasma serve como indicativos de lesão muscular, pois estes contêm grande quantidade destas enzimas.

O efeito da interação Se x VE, aos 14 dias de idade (Tabela 6), verificada na redução dos níveis de CK, corrobora os relatos de Skřivan et al. (2008) de que existe um sinergismo entre o Se e a VE na atuação ao combate dos ácidos graxos polinsaturados nas células. Neste experimento, o sinergismo pode ter conferido maior estabilidade e integridade das membranas celulares, efeito este, atribuído à redução dos níveis séricos da enzima CK.

Apesar do efeito quadrático verificado, a concentração máxima de 267,87 U/L da enzima AST aos 14 dias de idade, ficou pouco superior a variação dos níveis de (208-251 U/L) encontrados por Borsa et al. (2006) para frangos de corte em criação industrial aos 14 dias de idade. Entretanto, para a enzima ALT aos 35 dias de idade, neste mesmo experimento, os valores obtidos por estes autores foram bem superiores aos observados no presente trabalho.

As transaminases são enzimas celulares ou proteínas sintetizadas intracelularmente com propriedades catalisadoras e que comumente apresentam baixos níveis séricos, que podem aumentar quando são liberadas a partir de tecidos lesados por alguma injúria. Esse aumento permite a detecção de variações patológicas verificadas no fígado, pâncreas e miocárdio (Motta, 2003). Em estudos adicionais realizados com perus, Mikulski et al. (2009) não verificaram efeito ( $P > 0,05$ ) da fonte de Se (orgânica ou inorgânica), sobre os níveis séricos das enzimas AST e ALT.

Como era de se esperar os níveis séricos de CT e TGR aumentaram conforme a idade se comparados os valores aos 14 e 35 dias de idade. Isso pode ser explicado pela maior deposição proteica em função do rápido crescimento das aves que ocorre no período de 0 a 14 dias e que com o avançar da idade tende a diminuir a deposição proteica e aumentar a deposição de gordura.

A influência da suplementação de Se foi observada no comportamento quadrático nos níveis séricos de TGR aos 35 dias de idade. A maior concentração (498,47 mg/dL) foi obtida com a estimativa de utilização de 0,28 mg de Se/kg de ração. Foi verificado grande variação nos níveis séricos de TGR determinados e pouca explicação fornecida pela equação de regressão determinada para esta variável ( $R^2 = 0,46$ ).

Conforme Silva et al. (2012), a ingestão dietética, síntese no fígado, mobilização ou estocagem adiposa mantém grande influência nas concentrações de triglicerídeos, sendo ela bem variável. Os valores médios de concentração obtidos foram inferiores a média de 602,8 mg/dL obtida por Duarte et al. (2013) em uma dieta basal para codornas japonesas.

Os níveis de triglicerídeos podem variar conforme a idade e o sexo. Altos níveis em seres humanos estão associados a doenças cardíacas e diabetes, além disso, níveis elevados estão associados à aceleração de processos de arteriosclerose que além de aumentar os riscos de ataque cardíaco deixam os indivíduos mais susceptíveis a serem acometidos por acidentes vasculares cerebrais (Ma, 2004).

Contradizendo estes resultados, Habibian et al. (2014), não verificaram efeitos nos níveis séricos de CT e TGR ( $P > 0,05$ ) ao suplementarem níveis crescentes de Se e VE na ração de frangos corte. Diferentemente destes resultados, Mobaraki et al. (2013) ainda em trabalho desenvolvido com codornas japonesas, relataram que a suplementação de Se orgânico e VE diminuiu as concentrações de CT e TGR ( $P < 0,05$ ). Entretanto, observaram que apesar de numericamente inferior os níveis mais alto de suplementação de Se e VE não proporcionaram concentrações que se diferiram estatisticamente da dieta controle ( $P > 0,05$ ).

O maior rendimento de pernas, aos 35 dias de idade foi obtido para o nível de 0,32 mg de Se/kg de ração (Tabela 11) e também foi relatado por Jokić et al. (2009), que observaram que adição de 0,3 mg de Se/kg de ração na forma orgânica proporcionou maior rendimento de pernas em frangos de corte se comparados a dieta sem suplementação de Se, ou com níveis de 0,6 e 0,9 mg/kg/ração. Igualmente, Edens (2001) verificaram uma tendência do aumento do rendimento de coxa, com a suplementação de Se orgânico na dieta de frangos de corte.

Em contrapartida, Medeiros et al. (2012), verificaram diminuição do rendimento de pernas até o nível de 0,2755 mg de Se/kg de ração ( $P < 0,05$ ) em frangos de corte, além disso, verificaram que a suplementação de Se orgânico não influenciou os rendimentos de carcaça, peito e asas das aves ( $P > 0,05$ ). Corroborando estes resultados, Mikulski et al. (2009), não verificaram efeitos da adição de 0,3 mg de Se/kg de ração independentemente da fonte sobre o rendimento de carcaça em perus. Por outro lado, Edens (2001) verificaram uma tendência do aumento do rendimento de coxa, com a suplementação de Se orgânico na dieta de frangos de corte.

Segundo Hess et al. (2000), o Se na forma orgânica apresenta maior biodisponibilidade que o Se inorgânico, sendo então mais facilmente transportado, além de apresentar maior absorção intestinal. Além disso, o Se como componente da enzima glutathione peroxidase mantém uma relação sinérgica com a VE, a qual é uma vitamina lipossolúvel presente na membrana das organelas celulares e atua como primeira linha de defesa contra danos ocasionados pela peroxidação fosfolipídica.

Suplementando VE na dieta de frangos de corte, Souza et al. (2006) não verificaram efeitos dos níveis de suplementação (0, 100, 150 e 200 mg/kg), sobre o rendimento de peito, pernas e carcaça das aves. Corroborando estes resultados, Leonel et al. (2007), também não verificaram efeito da suplementação vitamínica para os rendimentos de peito e coxas.

Os resultados de rendimento deste trabalho foram semelhantes aos encontrados pelos autores supracitados para as observações inerentes a VE, exceto para o rendimento de peito que apesar de apresentar um comportamento quadrático para os níveis de Se, reduziu linearmente em função dos níveis de VE fornecidos na dieta.

Apesar de ter sido verificado um aumento linear do rendimento de dorso, em função dos níveis de VE, sugere-se a utilização do nível mais baixo (10 UI/kg) na formulação das dietas visando o maior rendimento de peito. O aumento no rendimento de dorso não tem interesse econômico do ponto de vista comercial para os produtores e consumidores. Além disso, pode-se verificar que o nível de Se de 0,25 mg/kg o qual promove o maior rendimento de peito, está bem próximo ao nível de 0,27 mg/Se/kg que estima o menor rendimento de dorso nas aves, o que sugere aumento nos rendimentos das partes nobres.

Dentre os aspectos que envolvem a qualidade da carne incluem cor, sabor, aroma, textura e suculência, os quais afetam diretamente a aceitação por parte dos consumidores. Além disso, existem uma grande variedade de fatores exógenos que mantêm influência sobre os padrões de qualidade dos produtos cárneos como a dieta, idade, genética, sexo, manejo pré e pós abate (Hess et al., 2000).

Foi verificado que o aumento da suplementação de VE até o nível de 32,89 UI/kg/ração reduziu a perda de água por descongelamento das carnes. Segundo Mitsumoto et al. (1998), a integridade da membrana celular é crucial para evitar a perda de água após descongelamento, ainda ressaltam que a adição de VE nas dietas promovem redução da perda por exsudato da carne, por conferir esta maior integridade celular.

Saláková et al. (2009), descrevem correlação positiva entre o aumento do pH com os valores de  $a^*$  e negativa com os valores de  $L^*$  e  $b^*$  na carne. Apesar de não ter sido verificado variações nos valores de pH das carnes, as carnes tenderam a apresentar maior vermelhidão com aumento de VE nas dietas. É possível relatar que o aumento do conteúdo de mioglobina da carne do peito das aves foi conferido como resultado da

maior integridade das membranas celulares ocasionados e diminuição da oxidação da mioglobina pela suplementação de VE nas rações das aves.

Zouari et al. (2010), verificaram que a suplementação de VE na dieta de frangos de corte aumenta os níveis de VE nos músculos pós-mortem. Entretanto, verificaram que a suplementação não impediu a diminuição dos valores de  $a^*$  quando a carne de coxas foi estocada em vitrines ou refrigeradores ( $P < 0,01$ ). Os autores relatam que os efeitos benéficos da suplementação de VE sobre os parâmetros da cor são mais evidentes em espécies com maiores teores de mioglobina.

Em estudos realizados por Boiago et al. (2014), os autores verificaram que a utilização de Se na concentração de  $0,5 \text{ mg/kg}^{-1}$  na forma de selenometionina na ração de frangos de corte proporcionou menor força de cisalhamento se comparado ao nível de  $0,3 \text{ mg/kg}^{-1}$  ( $P < 0,05$ ). Resultado semelhante ao encontrado neste experimento para o fator Se, que conforme aumentado na dieta, promoveu maior maciez ao músculo do peito das codornas. Além disto, este efeito também foi favorecido pelo aumento de VE na dieta, verificando uma interação sinérgica entre o mineral e a vitamina.

#### **4.5. Conclusões**

Verificou-se que em ambas as fases, os níveis mínimos de Se ( $0,1125 \text{ mg/kg}$ ) e VE ( $10 \text{ UI/kg}$ ) nas rações à base de milho e farelo de soja foram suficientes para atender as exigências nutricionais das codornas de corte.

#### **4.6. Referências**

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., Washington, DC, US.
- Baker, D.H., 2006. Comparative species utilization and toxicity of sulfur amino acids. *J Nutr*, 136, 1670S–1675S.
- Barroeta, A.C., 2007. Nutritive value of poultry meat:relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poultry Sci. J.* 63, 277-284.
- Boiago, M.M., 2006. Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio. PhD Diss. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- Boiago, M.M., Borba, H., Leonel, F.R., Giampietro-Caneco, A., Ferrari, F.B., Stefani, L.M., Souza, P.A., 2014. Sources and levels of selenium on breast meat quality of broilers. *Ciênc. Rural.* 44, 1692-1698.

- Borsa, A., Kohayagawa, A., Boretti, L.P., Saito, M.E., Kuibida, K., 2006. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis, *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58, 675-677.
- Bridi, A.M.; Silva, C.A. 2009. Avaliação da Carne Suína. Londrina, Brasil.
- Chan, K.M., Decker, E.A., 1994. Endogenous skeletal muscle antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* 34, 403-426.
- Duarte, C.R.A., Murakami, A.E., Mello, K.S.M., Picolli, K.P., Garcia, A.F.Q.M., Ferreira, M.F.Z. 2013. Casca de soja na alimentação de codornas. *Semina: Ciências Agrárias*, 34, 3057-3068.
- Edens, F.W. 2001. Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. In *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium*. T. P. Lyons and T. A. Jacques, ed. Nottingham University Press, Nottingham, UK. pp. 349-376.
- Englmaierová, M., Bubancová, I., Ubancová, I., Vít, T., Skřivan, M., 2011. The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat. *Czech J. Anim. Sci.* 56, 536–543.
- Fraga, A.L., Moreira, I., Furlan, A.C., Bastos, A.O., Oliveira, R.P., Murakami, A.E., 2008. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 51, 49-56.
- Georgievskii, V.I.; Annekov, B.N.; Samokhin, V.T. 1982. Mineral nutrition of animals. London, Butterworth, UK.
- Guo, Y., Tang, Q., Yuan, J., Jiang, Z. 2001. Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. *Anim. Feed Sci. Tech.* 89, 165-173.
- Habibian, M., Ghazi, S., Moeini, M.M., Abdolmohammadi, A., 2014. Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. *Int J Biometeorol.* 58, 741-752.
- Hess, J. B., Dows, K.M., Bilgili, S.F. 2000. Selenium nutrition and poultry meat quality. *Poult Sci, Savoy*, 79, 107-112.

- Hosseini-Mansoub, N., 2011. Influence of organic selenium source on carcass characteristics and oxidative stability of meat of male broilers. *Adv. Environ. Biol.* 5, 1832-1835.
- Ibrahim, M.T., Eljack, B.H., Fadlalla, I.M.T., 2011. Selenium supplementation to broiler diets. *Anim. Sci. J.* 2, 12-17.
- Jianhua, H.; Ohtsuka, A.; Hayashi, K. 2000. Selenium influences growth via thyroid hormone status in broiler chickens. *Br Poult Sci.* 84, 727-732.
- Jokić, Ž., Pavlovski, Z., Mitrović, S., V. Đermanović, V., 2009. The effect of different levels of organic selenium on broiler slaughter traits. 25, 23-34.
- Král, I., Suchý, P., 2000. Haematological studies in adolescent breeding cocks. *ACTA Vet. Brno.* 69, 189-194.
- Kim, Y.Y., Mahan, D.C., 2001. Comparative effects of high dietary levels of organic and inorganic selenium on selenium toxicity of growing finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 79, 942-948.
- Kinal S., Król B., Tronina W., 2012. Effect of various selenium sources on selenium bioavailability, chicken growth performance, carcass characteristics and meat composition of broiler chickens. *EJPAU.* 15, 2012.
- Lana, G.R.Q., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Lana, A.M.Q., 2000. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 1117-1123.
- Leonel, F.R., Oba A., Pelicano, E.R.L., Zeola, N.M.B.L., Boiago, M.M., Scatolini, A.M., Lima, T.M.A., Souza, P.A., Souza, H.B.A., 2007. Performance, carcass yield, and qualitative characteristics of breast and leg muscles of broilers fed diets supplemented with vitamin E at different ages. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 9, 91-97.
- Leeson, S., Summers, J.D. 2001. *Nutrition of the chicken.* 4.ed. Guelph: University Books, 591p.
- Liu, Q., Lanari, M.C., Schaefer, D.M. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73, 3131-3140.
- Ma, H. Cholesterol and Human Health. 2004. *Nature Sci.* 2,17-21.
- Mahmoud, K.Z., Edens F.W., 2003. Influence of selenium sources on age related and mild heat stress - related changes of blood and liver glutathione redox cycle in broiler chickens (*Gallus domesticus*). *Comp. Biochem. Physiol. B, Biochem. Mol. Biol.* 136, 921-934.

- Malayoğlu, H.B.; Özkan, S.; Koçtürk, S.; Oktay, G. e Ergüll, M. 2009. Dietary vitamin E ( $\alpha$ -tocopheryl acetate) and organic selenium supplementation: performance and antioxidant status of broilers fed n-3 PUFA-enriched feeds. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 39, 274-285.
- Marcato, S.M., Sakomura, N.K., Fernandes, J.B.K., Siqueira, J.C., Dourado, L.R.B., Freitas, E.R.. 2010. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. *R. Bras. Zootec.* 39, 1082-1091.
- Medeiros, L.G., Oba, A., Shimokomaki, M., Pinheiro, J.W., Silva, C.A., Soares, A.L., Pissinati, A., Almeida, M., 2012. Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com Se orgânico. *Semina: Ciências Agrárias*, 33, 3361-3370.
- Mendonça Júnior, A.F., Braga, A.P., Rodrigues, A.P.M.S., Sales, L.E.M. 2010. Vitaminas: uma abordagem prática de uso na alimentação de ruminantes. *ACSA*, 6, 01-16.
- Mihaljev, Z.A., Orlic, D.B., Štajner, D.I., Zivkov-Balos., M.M., Pavkov, S.T., 2007. The influence of different levels of dietary selenium on its distribution in the organs of broilers chickens. *Proc. Nat. Sci.* 112, 95-105.
- Mikulski, D., Jankowski, J., Zdunczyk, Z., Wroblewska, M., Sartowska, k., Majewska, T. 2009. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *J. Anim. Feed Sci.* 18, 518-530.
- Mitsumoto, M., Ozawa, S. Mitsunashi, T., Koide, K. 1998. Effects of dietary vitamin E Ssupplementation for One week before slaughter on drip, colour an lipid stability during display in japanese black steer beef. *Meat Sci.* 49, 165-174.
- Motta, V.T., 2003. *Bioquímica clínica para laboratório: princípios e interpretações*. 4.ed. Editora Médica Missau, Porto Alegre, Brasil.
- Mobaraki, M.A., Shahryar, H.A., Dizaji, A.A., 2013. The effects of vitamin E-Se supplemented on some of serum biochemical parameters in the laying japanese quail. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* 2, 29-32.
- Moro, M.E.G., Ariki, J., Souza, P.A., Souza, H.B.A., Moraes, M.B., Vargas, F.C., 2006. Rendimento de carcaça e composição química da carne da perdiz nativa (*Rhynchotus rufescens*). *Cienc. Rural*, 36, 258-262.

- Niu, Z.U., Liu, F.Z., Yan, Q.L., Li, W.C., 2009. Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poult Sci.* 88, 2101-2107.
- NRC - National Research Council, Nutrient requirements of poultry, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.
- Payne, R.L., Southern, L.L., 2005. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poult Sci.* 84, 898-902.
- Pinto, R., Ferreira, A.S., Albino, L.F.T., Gomes, P.C., Vargas Junior, J.G., 2002. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. *R. Bras. Zootec.* 31, 1761-1770.
- Pompeu, M.A. 2014. Níveis de vitamina E na dieta para frangos de corte nas fases inicial e de crescimento. 2014. PhD Tese. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Pope, C. R. 1991. Pathology of lymphoid organs with emphasis on immunosuppression. *Vet. Immunol. Immunop.* 30, 31-44.
- Ribeiro, A.M.L., Vogt, I.K., Canal, C.W., Laganá, C., Streck, A.F., 2008. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. *R. Bras. Zootec.* 37, 636-644.
- Rosebrough, R.W. 1999. Dietary fat and triiodothyronine (T3) interactions in the broiler chicken. *J. Nutr. Res.* 69, 292-298.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T., Euclides, R.F., 2011. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. Viçosa, Brasil.
- Rutz, F., Murphy, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. 2009. In: I Congresso Internacional do uso da Levedura na Alimentação Animal. Campinas, São Paulo, Brasil. pp. 21-36.
- Sakomura, N.K. 2004. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Braz. J. Poult. Sci.* 6, 1-11.
- Saláková, A., Stranková, E., Válková, V.; Buchtová, H., Steinhäuserová, I. 2009. Quality indicators of chicken broiler raw and cooked meat depending. *Acta Vet. Brno.* 78, 497-504.

- Scherer, C. 2009. Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento. PhD Tese. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Skřivan, M., Dlouha G., Mašata O., Ševčíkova S. 2008. Effect of dietary selenium on lipid oxidation, selenium and vitamin E content in the meat of broiler chickens. Czech J. Anim. Sci. 53, 306-311.
- Silva, J.E.S., Moura, A.M.A., Nogueira, R.A. 2012. Efeito dos ácidos graxos essenciais sobre lipídemia e vascularização da membrana vitelina de codornas japonesas. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 64, 1603-1612.
- Silva, R.M., Furlan, A.C., Ton, A.P.S., Martins, E.N., Scherer, C., Murakami, A.E., 2009. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. Rev. Bras. Zootec. 38, 1509-1524.
- Souza, P.A., Souza, H.B.A., Pelicano, E.R.L., Gardini, C.H.C., Oba, A., Lima, T.M.A., 2006. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. Rev. Port. Cienc. Vet. 101, 87-94.
- Statistical Analyses System-SAS, (2001) Version Release 8.2. for Windows. CD-ROM (Cary).
- Stoyanchev, K. 2007. Effects on the environmental stress on experimentally induced muscular dystrophy in broiler turkeys. Revue Méd. Vét. 158, 190-195.
- Takeara, P., Toledo, A.L., Granda, E.R.S., Albuquerque, R., Trindade Neto, M.A., 2010. Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 62, 1455-1461.
- Ton, A.P.S. 2010. Exigência de treonina e triptofano digestível para codornas de corte. PhD Tesis. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Uden, P.C., Boakye, T., Kahakachchi, C., Tyson, J.F., 2004. Selective detection and identification of Se containing compounds- review and recent developments. J. Chromatogr. A, 1050, 85-93.
- Zhaboli, G.R., Bilondi, H.H., Miri, A., 2013. The effect of dietary antioxidant supplements on abdominal fat deposition in broilers. Life Sci. J. 10, 228-233.
- Zouari, N., Elgharbil, F., Fakhfakh, N., Bacha, A.B., Gargouri, Y., Miled, N., 2010. Effect of dietary vitamin E supplementation on lipid and colour stability of chicken thigh meat. Afr. J. Biotechnol. 9, 2276-2283.
- Wang, Y.X., Zhan, D.Y., Yuan, D., Zhang, X.W., Wu, R.J., 2011. Effects of selenomethionine and sodium selenite supplementation on meat quality,

selenium distribution and antioxidant status in broilers. *Czech J. Anim. Sci.* 56, 305-313.

Yoon, I., Werner, T.M., Butler, J.M., 2007. Effects of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. *Poult Sci.* 86, 727-730.

## V- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados, foi possível propor os níveis de suplementação de selênio inorgânico (0,29 mg/kg/ração) e vitamina E (10 UI/kg/ração) para codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade, visando melhor conversão alimentar. Sugere-se ainda no período de 14 a 35 dias de idade, a utilização dos níveis máximos ou superiores para o Se inorgânico (0,4500 mg/kg/ração) e vitamina E (49 UI/kg/ração), afim de averiguar níveis que proporcionem o máximo desempenho zootécnico dos animais.

A suplementação de selênio orgânico e vitamina E não afetou o desempenho das aves no período de 0 a 14 dias de idade e piorou alguns parâmetros de desempenho no período de 14 a 35 dias de idade. Os resultados sugerem que a utilização dos níveis mínimos de selênio orgânico (0,1125 mg/kg/ração) e vitamina E (10 UI/kg/ração) em rações à base de milho e farelo de soja são suficientes para atender as exigências das codornas de corte, resultando em economia de microingredientes na formulação dos premix utilizados na coturnicultura de corte.

O número de trabalhos que se tratam de suplementação vitamínico-mineral para codornas de corte ainda são escassos. O surgimento de pesquisas que determinem adequados níveis de suplementação contribuem para a formação de uma base sólida para a determinação do correto balanceamento das rações a fim de proporcionar o máximo desempenho das aves e garantir um maior retorno econômico as indústrias e aos produtores.