

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PODODERMATITE E QUALIDADE DE CARCAÇA DE FRANGOS DE
CORTE SUPLEMENTADOS COM MINERAIS ORGÂNICOS E VITAMINA E**

CRISTIANE SANFELICE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

BOTUCATU - SP
Dezembro - 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PODODERMATITE E QUALIDADE DE CARCAÇA DE FRANGOS DE
CORTE SUPLEMENTADOS COM MINERAIS ORGÂNICOS E VITAMINA E**

CRISTIANE SANFELICE

Mestre em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

BOTUCATU - SP
Dezembro - 2015

FICHA CATALOGráfICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Sanfelice, Cristiane, 1985-
 S224p Pododermatite e qualidade de carcaça de frangos de corte suplementados com minerais orgânicos e vitamina E / Cristiane Sanfelice. - Botucatu : [s.n.], 2015
 xi, 134 f. : fots. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2015
 Orientador: Ariel Antonio Mendes
 Inclui bibliografia

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Frango de corte - Carcaças. 3. Minerais na nutrição animal. 4. Dermatite digital. I. Mendes, Ariel Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Ofereço

À Deus por me guiar, me proteger e me levantar nos momentos de angústia.

Dedico

Aos meus pais,

João Luiz Sanfelice e Silvana Pastre Sanfelice e meus irmãos Viviane e João Paulo Sanfelice pelos ensinamentos, pelo exemplo de caráter, honestidade, pela força nos momentos mais difíceis e por nunca me deixarem desistir

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao professor Dr. Ariel Antonio Mendes pelos ensinamentos, pelo exemplo de profissionalismo, por mesmo a distância saber me orientar nos momentos difíceis.

Minha mais sincera gratidão

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa e Auxílio Financeiro.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade.

Aos amigos, Barbara Cristina da Silva Fernandes, Daniele Martins Rodrigues, Édina de Fátima Aguiar, Elisane Lenita Milbradt, Bruna Boaro Martins, Giovanni Silva Prado, Carolina Bresne e Jonatas Garcia Neiro que formaram minha equipe de trabalho, muito obrigada pela ajuda, pelos bons momentos, por estarem sempre ao meu lado.

À Prof^a. Dra. Márcia Regina Fernandes Boaro Martins pelo aprendizado, pela ajuda na interpretação dos resultados das lâminas histológicas.

À Prof^a. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz pela ajuda e bons momentos.

Aos professores: Dr. Roberto de Oliveira Roça e Dr. José Roberto Sartori, por suas palavras de apoio, colaboração e amizade durante todos esses anos.

À Prof^a Maria Márcia Pereira Sartori e ao Prof. Carlos Roberto Padovani pela grande ajuda nas análises estatísticas.

Às empresas: Mcassab® pela doação dos suplementos vitamínico e mineral, Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda pela doação dos minerais orgânicos, DSM® Produtos Nutricionais do Brasil principalmente ao Dr. Isaac Bittar pelo fornecimento da vitamina E.

Aos Professores Dr. Alcides Amorim Ramos (*in memoriam*) pelas palavras de incentivo constante e Dr. Edivaldo Antonio Garcia pela colaboração.

Ao Prof. Dr. Pedro Magalhães Padilha por ajudar nas análises de selênio e zinco, por sempre colaborar. Ao Prof. Dr. Luis Artur Loyola Chardulo por ceder seu laboratório para as análises de MFI, pela colaboração e apoio.

Aos amigos da pós-graduação Vitor Barbosa Fascina, Fabiana Golin Luiggi, Grace Alessandra de Araujo Baldo, Lúcio Vilela Girão, Giulianna

Zilocchi, André Michel de Castilhos, Jéssica Malheiros, pela grande ajuda, bons momentos e ótimos conselhos.

Aos secretários da Pós-Graduação em Zootecnia, Seila Cristina Cassinelli Vieira, Ellen C. Guilhen e Carlos Pazini Junior, pelo apoio.

Aos secretários do departamento de Produção Animal, Renato Agostinho Arruda e Antonio Cláudio Morales Júnior pela constante ajuda e amizade.

Aos funcionários da FMVZ-UNESP/Botucatu, Antonio Carlos Godoy, Paulo Sérgio Luiz, José Luiz Barbosa, Pedro Leite Izidoro, Celso Paulo Martins (*in memoriam*), Luiz Carlos Fioravante, Rodrigo Martin, Gilson Campos, Paulo Inácio Primo, José Carlos dos Santos, Maria Irene Francisca de Arruda, Odair Vieira, Danilo Teodoro Dias, Ariovaldo Inácio Primo Junior, Marcos Rogério Martinionis, pela grande ajuda na resolução dos problemas, pela amizade e boas conversas.

Aos funcionários da Fábrica de Ração Paulo Sérgio dos Santos e Moisés dos Santos pela ajuda e atenção durante o preparo das rações, pelos bons momentos e amizade.

Aos amigos Guilherme Mendes Machado, Daniel Argentim, Guilherme Pilan, Isadora Arruda, Mauricio Furlan Martins, Eduardo Cuellar e Natalia Elisa e Juliana Cristina Ramos Rezende pela grande amizade, ajuda, risadas e presença.

À toda minha família, Pastre e Sanfelice por me dar exemplos de honestidade, pelo incentivo, pela alegria que a suas presenças me proporcionaram.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
INTRODUÇÃO	2
REVISÃO DE LITERATURA	4
1. Pododermatite: ocorrência nas aves	4
2. Lesões de carcaça e resistência da pele	5
3. Microminerais orgânicos na avicultura	6
3.1. Zinco	7
3.2. Selênio	8
4. Vitamina E	9
5. Relação vitamina E, selênio e zinco	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CAPÍTULO 2	19
PODODERMATITE, LESÕES DE CARCAÇA E RESISTÊNCIA DA PELE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM MINERAIS ORGÂNICOS	19
RESUMO	20
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
CAPÍTULO 3	56
SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS ORGÂNICOS E VITAMINA E NA QUANTIFICAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE PODODERMATITE, RENDIMENTO DE CARCAÇA, QUALIDADE DA CARNE E SISTEMA IMUNE DE FRANGOS DE CORTE	56
RESUMO	57
INTRODUÇÃO	59
MATERIAL E MÉTODOS	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
CONCLUSÃO	103

REFERÊNCIAS	104
CAPÍTULO 4	112
COMPLEXED ZINC AND MANGANESE SUPPLEMENTATION ON GROWTH PERFORMANCE FOOT PAD DERMATITIS, CARCASS AND MEAT QUALITY OF BROILERS.....	112
ABSTRACT	113
INTRODUCTION.....	114
MATERIAL AND METHODS	115
RESULTS AND DISCUSSION.....	120
CONCLUSION	128
CAPÍTULO 5	132
IMPLICAÇÕES	133

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
Tabela 1. Composição percentual das rações basais utilizadas em cada fase experimental.....	26
Tabela 2. Teores de selênio (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.....	28
Tabela 3. Teores de zinco (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.....	29
Tabela 4. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 7 dias de idade.....	37
Tabela 5. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 21 dias de idade.....	38
Tabela 6. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 35 dias de idade.....	39
Tabela 7. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 42 dias de idade.....	40
Tabela 8. Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 42 dias de idade.....	42
Tabela 9. Escore de lesão de pododermatite em frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio.....	43
Tabela 10. Distribuição da incidência de lesões de pele em frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio.....	44
Tabela 11. Resistência da pele em frangos de corte aos 42 dias de idade e suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio.....	45
Tabela 12. Avaliação da quantidade de colágeno e espessura da epiderme de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio.....	46
CAPÍTULO 3	
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações basais utilizadas em cada fase experimental.....	63
Tabela 2. Teores de zinco (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de	65

corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.....	
Tabela 3. Teores de selênio (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.....	66
Tabela 4. Teores de vitamina E (UI/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.....	67
Tabela 5. Bactérias alvo dos <i>primers</i> utilizados.....	78
Tabela 6. Escore de lesão de pododermatite em frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	82
Tabela 7. Teste do Qui-quadrado (χ^2) para os dados de pododermatite	82
Tabela 8. Distribuição da incidência de dermatose em frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	86
Tabela 9. Resistência da pele em frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânico e diferentes concentrações de vitamina E.....	87
Tabela 10. Avaliação da quantidade de colágeno e espessura da epiderme de frangos de corte aos 42 dias de idade, suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	89
Tabela 11. Valores de inibição da hemaglutinação (HI) (expressos em log2) de frangos de corte vacinados contra o vírus da Doença de Newcastle e suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânico e diferentes concentrações de vitamina E.....	90
Tabela 12. Variáveis hematológicas de frangos de corte aos 21 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	92
Tabela 13. Variáveis hematológicas de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou	93

inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	
Tabela 14. Peso dos órgãos do sistema imune de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	94
Tabela 15. Percentagem da região cortical da bursa de Fabrícus de frangos de corte (42 dias de idade) suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	95
Tabela 16. Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte aos 42 dias alimentados com minerais inorgânicos ou orgânicos (zinco e selênio) e diferentes concentrações de vitamina E.....	97
Tabela 17. Valores de pH e cor (L*, a* e b*) da carne de peito de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	98
Tabela 18. Valores médios dos parâmetros de qualidade da carne de peito de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	100
Tabela 19. Valores médios de TBARS (mg de malonaldeído/kg da amostra) para carne de peito de frango de corte aos 42 dias de idade e suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.....	101
Tabela 20. Valores de quantificação relativa de bactérias da família Enterobacteriaceae, gênero <i>Staphilococcus spp</i> e <i>Clostridium perfringens</i> na cama e tecido lesionado do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	103

CAPÍTULO 4

Table 1. Nutrient composition of basal diet.....	117
Table 2. Effect of Zn source on broiler live performance from 1 to 49 days of age.....	121
Table 3. Effect of Zn source on meat quality attributes of breast fillets at 49 days of age.....	122

Table 4. Effect of Zn source on the incidence and severity of BBS in broilers at 35 d of age.....	123
Table 5. Effect of Zn source on the color (L*, a* and b*) of cooked thigh meat of broilers at 35 d of age.....	124
Table 6. Effect of Zn source on carcass yields of broiler chickens at 49d of age	125
Table 7. Effect of Zn source on broiler carcass quality at 35 and 49 d of age	126
Table 8. Effect of Zn source on the incidence of FPD, litter moisture and ammonia volatilization.....	127
Table 9. Effect of Zn source on the incidence of breast muscle anomalies (myopathies).....	128

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	Página
Figura 1. Fotografia de escore macroscópico de lesão do coxim plantar de frangos de corte, aos 41 dias de idade. Em A: Escore 0; B: Escore 1 e C: Escore 2.....	31
Figura 2. Fotomicrografia da pele da região da coxa de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em: E – epiderme, C – colágeno, TA - tecido adiposo. T.Masson. 20x.....	33
Figura 3. Ausência de selênio na ração das aves. Em A: cavidade torácica com presença de diátese exsudativa; B: Abdômen de frango de corte evidenciando a presença de crostas na pele; C: mau empenamento.....	41
Figura 4. Fotografia de lesões macroscópicas da pata de frangos de corte após o abate aos 42 dias de idade. Em A: Escore 0 (ausência de lesão); B: Escore 1 (lesão inicial) e C: Escore 2 (lesão severa).....	48
Figura 5. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, escore 1- sem lesão. Em: E0-Control - escore 0 controle, E0T1 – escore 0 tratamento 1, E0T2 - escore 0 tratamento 2, E0T3 - escore 0 tratamento 3, E0T4 - escore 0 tratamento 4, E0T5 - escore 0 tratamento 5, E0T6- escore 0 tratamento 6. Observar: (E) epiderme,	49

(D) derme, (CB) camada basal, (CE) camada espinhosa, (CG) camada granulosa e (PD) papila dérmica. H.E., 20x.....	
Figura 6. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, escore 1 – lesão inicial. Em: E1-Controle - escore 1 controle, E1T1 – escore 1 tratamento 1, E1T2 - escore 1 tratamento 2, E1T3 - escore 1 tratamento 3, E1T4 - escore 1 tratamento 4, E1T5 - escore 1 tratamento 5, E1T6 - escore 1 tratamento 6. Observar: (E) epiderme, (D) derme, (CB) camada basal, (CE) camada espinhosa, (CG) camada granulosa. H.E., 20x.....	50
Figura 7. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, escore 2 – lesão severa. Em: E2-Controle - escore 2 controle, E2T1 – escore 2 tratamento 1, E2T2 - escore 2 tratamento 2, E2T3 - escore 2 tratamento 3 E2T4 - escore 2 tratamento 4, E2T5 - escore 3 tratamento 5, E2T6 - escore 2 tratamento 6. Observar: (E) epiderme, (D) derme, (CC) camada córnea. H.E., 20x.....	51

CAPÍTULO 3

	Página
Figura 1. Avaliação da resistência da pele de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A: Corte inicial, insição de 1 a 2 cm na região entre sobrecoxa e dorso; Em B: Mensuração da incisão com paquímetro após as aves passarem pela escalda e depena.....	70
Figura 2. Fotomicrografia da pele da região da coxa de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em: E – epiderme, C – colágeno, TA - tecido adiposo. T.Masson. 20x.....	72
Figura 3. Fotografia de lesões macroscópicas do coxim plantar de frangos de corte após o abate aos 42 dias de idade. Em A: Escore 0 (ausência de lesão); B: Escore 1 (lesão inicial) e C: Escore 2 (lesão severa).....	83
Figura 4. Fotomicrografia do coxim plantar sem lesão de frangos de corte aos 42 dias de idade. Epiderme (E), derme (D), camada germinativa (CG), camada espinhosa (CE), camada granulosa (CGr), camada lúcida (CL), camada córnea (CC). HE, 40X.....	84
Figura 5. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de	85

idade. A: Escore 0- sem lesão, B: Escore 1- lesão inicial, C: Escore 2- lesão grave. Sendo, camada germinativa (CG), camada espinhosa (CE), camada granulosa (CGr), camada lúcida (CL), camada córnea (CC). HE, 40X.....

CAPÍTULO 1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores países produtores e exportadores de aves, sendo o maior exportador mundial de carne de frango com 4,260 milhões de toneladas exportadas em 2015, volume 4% superior ao obtido em 2014. Com produção de 13,136 milhões de toneladas em 2015, volume 3,5% superior ao obtido no ano anterior, o Brasil assume o segundo lugar no ranking dos maiores produtores de carne de frango superando a China (ABPA, 2015). A produtividade e a qualidade da avicultura brasileira são reconhecidas mundialmente pelos excelentes índices zootécnicos obtidos, sendo que os principais responsáveis por esse sucesso são manejo e a nutrição, já que as linhagens criadas aqui são as mesmas existentes no mercado mundial. Apesar disso, a indústria avícola sofre com a alta incidência de condenações de carcaça parciais e totais devido a lesões de pele, resultando em perdas econômicas significativas. Dentre as lesões que causam condenações parciais e, mesmo totais, destacam-se os hematomas, arranhões, dermatites, dermatoses, celulites e pododermatite.

A ocorrência de pododermatite, também causa perdas significativas já que as patas e os pés de frango são cortes com alto valor no mercado externo, principalmente o asiático os quais consideram esses cortes como iguarias. No Brasil o comércio de pés é importante uma vez que representam 82,57% das exportações de produto de frango (ZHANG, 2009). Outro entrave gerado pela presença da pododermatite é o impacto negativo sobre o bem estar das aves (BRADSHAW & BROOM, 2002), sendo inclusive utilizada como critério objetivo de auditoria nas avaliações de bem estar dos sistemas de produção de aves na Europa e Estados Unidos (NCC, 2005).

O aparecimento das lesões de pata tem sido associado à dieta, à alta densidade de alojamento (BILGILI et al., 2006) e à problemas de manejo, principalmente relacionados à qualidade da cama do aviário, como tipo de material (BILGILI et al., 2009) e umidade (CENGIZ et al., 2010). Já as lesões de carcaça ocorrem principalmente durante as fases finais de criação e o problema se acentua durante o abate. O teor de umidade da cama também tem grande influência sobre a incidência das lesões na carcaça de frango, além de propiciar ambiente favorável ao

desenvolvimento de bactérias que podem contaminar a pele dos frangos (OLIVEIRA et al., 2002).

Deste modo, o uso de microminerais orgânicos como zinco e selênio, os quais potencialmente melhoram a absorção intestinal, o aproveitamento do alimento pela ave e consequentemente reduz a excreção de nutrientes (RUTZ, 2007; NOLLET et al., 2007; KIEFER, 2005), pode ser uma alternativa, para melhorar a qualidade da cama e reduzir a incidência de lesões de pata e pele. Adicionalmente a suplementação de vitamina E aliada aos microminerais pode atuar sobre o sistema imune das aves e diminuir as contaminações microbiológicas nas lesões de pele e patas.

Com base nestes aspectos, surgiu a proposta deste trabalho, que teve como objetivo avaliar a influência dos minerais orgânicos (selênio e zinco) sobre a incidência de pododermatite, incidência de lesões e resistência da pele, avaliar a influência destes minerais aliados a vitamina E sobre a incidência e caracterização microbiológica da pododermatite, qualidade da carne, rendimento e qualidade de carcaça e sistema imune em frangos de corte.

O Capítulo 2, intitulado **“Pododermatite, lesões de carcaça e resistência da pele de frangos de corte suplementados com minerais orgânicos”** foi redigido de acordo com as normas editoriais da Revista *Livestock Science* (ISSN 1871-1413).

O Capítulo 3, intitulado **“Suplementação de minerais orgânicos e vitamina E na incidência de pododermatite, resistência da pele, lesões e rendimento de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte”** foi redigido de acordo com as normas editoriais da Revista *Poultry Science* (ISSN 0032-5791).

O Capítulo 4, intitulado **“Complexed zinc and manganese supplementation on growth performance, foot pad dermatitis, carcass and meat quality of broilers”** foi dividido em dois artigos, o primeiro deles aceito para publicação na revista *International Journal of Poultry Science* (ISSN 1682-8356) e o segundo enviado para publicação na revista *The Journal of Poultry Science* (ISSN 1346-7395).

O Capítulo 5 apresenta as implicações finais do trabalho.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Pododermatite: ocorrência nas aves

A pododermatite se caracteriza pela inflamação do coxim plantar das aves, podendo afetar também os coxins digitais e pode ser definida como um tipo de dermatite de pele em frangos de corte que afeta as patas (SAENMAHAYAK et al., 2010). O coxim plantar e digital das aves podem ser comparados aos coxins dos carnívoros, ou seja, são regiões da pele altamente queratinizadas, pigmentadas, mais espessa que a dos demais tecidos do corpo e desprovidas de pelos (BANKS, 1992).

As lesões no coxim plantar resultam em desconforto e dor quando úlceras severas se desenvolvem, afetando não só a qualidade de vida e o bem-estar dessas aves (BROOM & REEFMANN, 2005; NÄÄS, 2008), devido a dificuldade de locomoção e a limitação ao acesso a água e alimento, mas também causando elevado impacto econômico (SHEPHERD & FAIRCHILD, 2010; BILGILI et al., 2006). Devido ao aumento da comercialização, sobretudo da exportação das patas, os avicultores chegam a receber incentivos financeiros para lotes de frangos com bom rendimento das patas, sendo muito valorizado o tamanho, a presença de patas isentas de inflamações e lesões necróticas, já que estas podem ir além da superfície plantar (BILGILI et al., 1999).

Estudos realizados no Reino Unido revelaram descarte de 3,3% de aves por problemas locomotores evidentes e 27,6% com dificuldade de locomoção, relacionados diretamente com a taxa de crescimento (KNOWLES et al., 2008). Levantamentos realizados por Pfeifer & Dall'Aqua (2002) no Reino Unido, relataram que para cada 1% de aves com problemas locomotores evidentes, existe cerca de mais 2 a 3% de aves com problemas locomotores subclínicos.

Neste sentido a pododermatite também é parte de um problema geral para a locomoção, e está associada à nutrição, peso corporal, saúde do lote, problemas de manejo, principalmente relacionados à qualidade da cama do aviário (BILGILI et al., 2009; SHEPHERD & FAIRCHILD, 2010), criações com alta densidade de alojamento e linhagens de crescimento rápido (DAWKINS et al., 2004). Outros fatores como tipo de criação, sexo e deficiência de biotina, podem predispor à pododermatite

(MENDONÇA, 2000). Embora não haja consenso na literatura quanto à incidência de pododermatite de acordo com o sexo das aves, Harms & Simpson (1975) e Martins et al. (2011) relataram maior incidência nos machos, Berg (2004) não encontrou diferença entre os sexos mas outro estudo demonstra maior incidência nas fêmeas (KJAER et al., 2006).

2. Lesões de carcaça e resistência da pele

Assim como a pododermatite as lesões de carcaça podem ser atribuídas a diversos fatores destacando-se, de acordo com Fallavena (2001), a alta densidade populacional, a baixa qualidade da cama e o funcionamento inadequado do sistema imune. Atualmente na cadeia avícola é comum o aumento da densidade de criação das aves a fim de maximizar a produção. Com o aumento da densidade de criação de frangos de corte de 10 para 13 e 16 aves/m² houve aumento na receita e no custo total, obtendo-se maior lucro bruto com o aumento da densidade (MOREIRA et al., 2004). Entretanto, os frangos de corte criados sob alta densidade podem sofrer uma série de prejuízos conforme relatado por alguns pesquisadores, como mau empenamento (BARBI & ZAVIEZO, 2000), prejuízos para o bem estar (GARCIA et al., 2002) e redução do peso corporal (MOREIRA et al., 2004).

Neste sentido o aparecimento de lesões, principalmente na região do dorso e das coxas em especial no caso dos frangos de corte criados sob alta densidade populacional, está relacionado ao empenamento, pois as penas das aves funcionam como proteção da pele (GARCIA et al., 2002). O que se confirma com os achados de Proudfoot & Hulan (1985), os quais observaram aumento significativo na incidência de dermatite lombar aos 42 dias de idade, quando aumentaram as taxas de lotação.

Outro fator que atua sobre a incidência de lesões de carcaça é a qualidade da cama do aviário. O teor de umidade da cama pode ter grande influência sobre a incidência das lesões na carcaça de frangos por ser um fator favorável ao desenvolvimento de bactérias que podem contaminar a pele e, consequentemente, a carcaça (ANGELO et al., 1997). Assim, é possível que os teores de umidade e nitrogênio aumentados com a excreção fecal das aves no aviário aumentem o desenvolvimento bacteriano e a severidade de lesões de carcaça nesses animais.

A pele é um dos maiores órgãos do corpo, atingindo 16% do peso corporal (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2011) sendo formada pela epiderme e derme. Na epiderme das aves são encontrados quatro estratos: estrato basal, estrato espinhoso (estrato intermediário), estrato de transição e estrato córneo (BANKS, 1992).

A resistência da pele está totalmente relacionada à quantidade de colágeno e qualquer fator nutricional que influencie estará indiretamente afetando resistência da pele (ROSSI et al., 2007). Aliado ao mau empenamento, a baixa resistência da pele contribui para reduzir o desempenho e a qualidade de carcaça de frangos de corte (FALLAVENA, 2001). Portanto, a presença de colágeno garante a manutenção da qualidade da pele, visto que cerca de 5% das condenações de carcaça no processamento ocorrem devido a lesões de pele (LEESON & SUMMERS, 2005).

3. Microminerais orgânicos na avicultura

Os microminerais têm grande importância na alimentação das aves, pois participam de uma série de processos bioquímicos essenciais para o crescimento e desenvolvimento da ave (BRITO et al., 2006). As fontes de microminerais usadas normalmente na avicultura são as inorgânicas (óxidos, sulfatos, cloretos e outros). Porém, quando estes sais chegam ao estômago das aves, ocorre uma dissociação das moléculas, devido ao pH ácido, liberando os íons metálicos no intestino delgado. O transporte destes íons para o interior das células intestinais ocorre por difusão passiva ou pelo transporte ativo na presença de carreadores, se os íons não encontram carreador disponível no intestino, são excretados (HERRICK, 1993; POLLI, 2002).

Na tentativa de suprir as necessidades das aves ocorre a suplementação extra de minerais de fontes com baixa absorção levando a excreção excessiva desses, o que pode causar efeitos prejudiciais, como diarreia e desequilíbrios, reduzir a absorção de outros minerais através de antagonismo e ainda prejudicar a qualidade da cama, além do impacto ambiental (LEESON & SUMMERS, 1997). Devido a este fato, nos últimos anos cresceu o interesse por fontes de microminerais orgânicos na avicultura mundial, pois estes são melhores absorvidos e distribuídos no organismo das aves melhorando o desempenho zootécnico, a qualidade da carcaça, e diminuindo a excreção dos minerais que poluem o ambiente (BORGES, 2011).

As formas orgânicas aumentam a biodisponibilidade dos minerais em relação às formas inorgânicas, o que pode trazer benefícios, tais como: maior taxa de crescimento, maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora na qualidade de carne e ovos, redução da taxa de mortalidade e redução do efeito do estresse (REDDY et al., 1992). Nollet et al. (2007) suplementaram os minerais manganês (Mn), zinco (Zn), ferro (Fe) e cobre (Cu) na forma orgânica para frangos de corte em menores níveis do que a dieta controle, composta por minerais inorgânicos, e obtiveram excreções de 46, 63, 73 e 55% menores, respectivamente, quando comparados as dietas suplementadas com minerais inorgânicos.

Segundo a AAFCO (1997), os minerais orgânicos, podem ser definidos como íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica formando estruturas com características únicas de estabilidade e de alta biodisponibilidade mineral. Além disso, tais minerais são mais prontamente transportados e a absorção intestinal é maior, são mais estáveis e protegidos bioquimicamente das reações adversas com outros nutrientes da dieta, que poderiam reduzir a taxa de absorção dos mesmos (CLOSE, 1998). Assim, os minerais orgânicos podem ser adicionados a uma concentração muito mais baixa na dieta do que minerais inorgânicos, sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho produtivo e com potencial para reduzir a excreção de minerais (NOLLET et al., 2007).

3.1. Zinco

O zinco (Zn) é um micromineral muito importante devido seu papel no funcionamento do sistema imune, pois está associado à enzimas essenciais para a manutenção da integridade de células envolvidas na resposta imune (DARDENNE et al., 1985). A deficiência de zinco resulta no retardo no crescimento, na formação anormal do esqueleto, alopecia, dermatites, empenamento anormal, e no comprometimento da reprodução de machos e fêmeas (MATEOS et al., 2005).

O principal papel do zinco é atuar como componente ativo da enzima respiratória anidrase carbônica encontrada nas hemácias e nas células parietais do estômago e ainda está envolvido em processos de formação de queratina, colágeno e síntese de ácido nucléico na pele (CLOSE, 1999). Além disso, participa da

regeneração da queratina e tem efeito direto na integridade da pele (JOHNSON & FAKLER, 1998; MATEOS et al., 2005).

Normalmente o zinco é adicionado nas dietas das aves na forma de óxido, sulfato ou carbonato e, já algum tempo, na forma orgânica, para melhorar o crescimento e a produtividade animal (JACQUES, 2001). Hess et al. (2000) trabalharam com a suplementação de zinco orgânico para frangos de corte e obtiveram redução na incidência de celulite. Os autores concluíram que, apesar de não obter resposta para os parâmetros zootécnicos, houve aumento da resistência ao corte nas aves suplementadas em níveis de 45 ppm e, por conseguinte, melhora na qualidade da carcaça. Da mesma forma, Rossi et al. (2007) não encontraram resultados positivos para o desempenho das aves com adição de zinco orgânico na dieta de frangos de corte. Entretanto, observaram aumento no número de camadas de células na epiderme, células com maior conteúdo, e núcleo arredondado e atribuíram esses resultados em função do zinco promover maior síntese protéica, resultado positivo pois, quanto maior o número de camadas de células epiteliais maior será a barreira à entrada de microrganismos patogênicos (JOHNSON et al., 2001).

3.2. Selênio

Considerado um micronutriente essencial pelas suas importantes funções no organismo animal, o selênio é um dos mais controversos microminerais, pois pode ser tóxico em altas concentrações ou quando deficiente causar problemas relacionados ao aumento da suscetibilidade a várias doenças em humanos e animais (LYONS et al., 2007), e a diátese exsudativa (edema subcutâneo devido ao aumento da permeabilidade capilar) e fibrose pancreática nas aves, as quais podem levar o animal a morte (HENRY & AMMERMAN, 1995).

Este micromineral possui importante papel nas enzimas antioxidantes como a glutathione peroxidase, pois protege as células contra o processo oxidativo e previne a ocorrência de doenças metabólicas e infecciosas. O selênio está envolvido na integridade de membrana e de numerosas selenoproteínas e é requerido pelas aves para manutenção da saúde e qualidade de carne (CHOCT & NAYLOR, 2004), no maior ganho de peso, melhora na conversão alimentar, redução da mortalidade, redução do

gotejamento e aumento do tempo de prateleira, por reduzir a peroxidação lipídica (SURAI, 2006). Além disso, de acordo com Choct et al. (2004), o aumento na concentração de selênio orgânico na dieta proporciona melhores rendimentos de carcaça e peito, melhor empenamento das aves, além de reduzida perda por gotejamento, que foi justificada pelos autores como melhora na resistência da membrana celular e nos danos provocados pelos radicais livres, causando diminuição na perda de água do músculo.

Da mesma maneira que os demais microminerais a absorção do selênio pode ser afetada pela forma com que este se apresenta na dieta. A selenometionina (forma orgânica) é absorvida pelo trato digestivo por transporte ativo semelhante ao da absorção da metionina, enquanto que o selênio inorgânico e a seleniocisteína não são ativamente transportados (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999). O fato das aves alimentadas com o selênio orgânico armazenarem este composto nos músculos e em outros tecidos como o fígado, pâncreas e rins, faz com que as mesmas se tornem mais resistentes a períodos de estresse intenso, pois podem sintetizar mais selenoproteínas a partir de suas reservas prevenindo o mal que seria causado pelo excesso de radicais livres produzidos nestas situações (SURAI, 2002). Em seus estudos, Downs et al. (2000a) encontraram maiores concentrações de selênio no músculo do peito de frangos de corte suplementados com fonte orgânica de selênio quando comparada com uma fonte inorgânica.

4. Vitamina E

Classificada como lipossolúvel de origem vegetal, a vitamina E é essencial para integridade e para o ótimo funcionamento dos sistemas reprodutivo, muscular, circulatório, nervoso e imune (LESHCHINSKY & KLASING, 2001). Esta vitamina é o principal antioxidante lipossolúvel presente na membrana celular, pois desempenha papel importante na quebra de cadeia e capturador de radical livre nas membranas celulares e organelas (YOUNG et al., 2003).

Devido seu efeito oxidante no metabolismo celular a vitamina E possui a capacidade de reduzir a incidência de necrose no fígado e degeneração muscular (ALBERS et al., 2002). Como a oxidação lipídica é a principal causa da deterioração

da qualidade de produtos cárneos (MORRISEY et al., 1994), a administração de vitamina E para os animais aumenta a qualidade destes produtos através da prevenção da oxidação lipídica e por minimizar as perdas de exsudato da carne durante o armazenamento (MITSUMOTO et al., 1995; SURAI, 2002).

O grau de oxidação de gordura na carne geralmente é determinado pelo método de TBARS, o qual é um bom indicador de ranço (GUILLE'N-SANS & GUZMA'N-CHOZAS, 1998) e demonstra informações importantes sobre a oxidação lipídica nos alimentos, de maneira que é essencial conhecer a composição do produto que será avaliado.

Com relação a suplementação de vitamina E na ração, Jensen et al. (1995) recomendaram níveis de 200 mg de vitamina E/kg de dieta para assegurar menor número de peróxidos formados durante o armazenamento da carcaça num período de seis meses. E ainda, Morrissey et al. (1997) recomendaram suplementação de 200 mg de vitamina E/kg na dieta de frangos de corte, administrado pelo menos quatro semanas antes do abate, com o objetivo de otimizar a concentração de vitamina E na carcaça e garantir adequada estabilidade da carne contra a peroxidação dos lipídeos. Menor morbidade em frangos de corte com infecções subclínicas de IBD foram relatadas por Klasing (1997) quando as aves foram suplementados com 178 mg de vitamina E/kg de ração.

De acordo com Klasing (1998), o acréscimo de vitamina E nas rações de frangos de corte e perus, em níveis maiores que recomendados para crescimento e produção, estimulou a resposta imune humoral e reduziu a severidade das lesões de infecção por *Escherichia coli*, indicada pela redução da mortalidade e aumento do ganho de peso. Isso se comprovou pelos achados de outros pesquisadores que relataram a importância da suplementação de vitamina E no aumento da imunidade à infecção por *Escherichia coli* (TENGERDY & BROWN, 1977), doença infecciosa da Bursa (MCILROY et al., 1993) e doença de Newcastle (FRANCHINI et al., 1995) em frangos de corte.

5. Relação vitamina E, selênio e zinco

Existe estreita relação entre selênio e vitamina E, pois essa vitamina, encontrada nas membranas de células e organelas é a primeira linha de defesa,

evitando danos causados pela peroxidação fosfolipídica. O selênio como componente da glutathione peroxidase, age como segunda linha de defesa, auxiliando a vitamina E a evitar a formação dos peróxidos metabólicos. Na maioria dos casos, vitamina E e selênio agem mutuamente e cada um age poupando o outro (COMBS Jr., 1981; MCDOWELL, 1992). De acordo com Karadas & Surai (2004), o fornecimento de concentrações ótimas de selênio orgânico na dieta em combinação com a vitamina E é um passo importante para maximizar o desempenho animal. A carência de ambos em frangos de corte está relacionada à diátese exsudativa e distrofia muscular (COMBS Jr., 1991; LEESON & SUMMERS, 2001).

A nutrição pode ser usada como ferramenta para modular o sistema imune, a fim de produzir um estado ideal de imunidade, pois as reações do sistema imunológico necessitam de energia e de vários nutrientes para a formação de células e de outras substâncias envolvidas no sistema de defesa do organismo (KLASING, 1998). A utilização de selênio aliado a vitamina E mostrou melhores resultados sobre a imunidade em várias espécies animais (FINCH & TURNER, 1996). Alguns mecanismos nutricionais agem na resistência às doenças nas aves, entre esses, a vitamina E juntamente com o selênio tem efeito direto na ação regulatória dos leucócitos, deprimindo a liberação de prostaglandinas e modulando a liberação de citosinas, induzindo assim, uma resposta imune celular comprovada no homem e camundongos (BECK & HARPER, 2000), nos carneiros (RAMOS et al., 1998), suínos (DAZA et al., 2000) e nos frangos de corte (SWAIN et al., 2000).

A vitamina E e zinco também possuem relação no organismo, pois de acordo com Rutz (2002) ambos têm papel preponderante na resposta imune (celular e humoral), cicatrização e manutenção da qualidade da pele. Pela sua função imune auxiliar, o zinco mostrou aumento na produção de anticorpos contra a doença de New Castle quando usado isolado ou aliado a vitamina E (CARDOSO et al., 2006). Algumas patologias associadas com deficiência de zinco podem ser prevenidas por altos níveis de antioxidante nas dietas. Neste sentido, a vitamina E mostrou-se o mais potente protetor contra deficiência de zinco, demonstrando significativa interação fisiológica entre a vitamina E e zinco suplementados na ração de frangos de corte, conforme os achados de Bettger et al. (1980). Da mesma forma, Downs et al. (2000b) verificaram efeito aditivo na interação do zinco e da vitamina E, concluindo que seu

uso melhora o desempenho das aves. Por ser uma doença causada principalmente pela lesão da pele, obtida como uma resposta imune contra a invasão da bactéria, a celulite pode ser reduzida pelo aumento no nível dietético de vitamina E e zinco na dieta dos frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2015. Disponível em <http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf> Acesso em: 10/11/2015.

AAFCO - ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL. Official Publication. Atlanta, 266p., 1997.

ALBERS, N.; GOTTERBARM, W.; HEIMBECK, T. H.; KELLER, J.; SEEHAWER, T. D. TRAN. **Vitamins in Animal Nutrition**. Bonn: AWT, 2002. 77 p.

ANGELO, J.C.; GONZALES, E.; KONGO, N.; ANZAI, N.H.; CABRAL, M.M.C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.

BANKS, W.J. **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. Editora Manole Ltda. p.391-424, 1992.

BARBI, J.H.T.; ZAVIEZO, D. Síndrome do mau empenamento em frangos de corte. In: Simpósio Internacional de Ciências Avícolas, 4ed, MG. **Anais...** Uberlândia UFV, p. 49-65, 2000.

BECK M.A.; HARPER A. E. Nutritionally induced oxidative stress: effect on viral disease. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.71, p.1676-1679, 2000.

BERG, C.C. Pododermatitis and hock burn in broiler chickens. In: Weeks, C. A. BUTTERWORTH, A. *Measuring and auditing broiler welfare*. CABI Publishing, Wallingford, UK, p.37-50, 2004.

BETTGER, W. J.; REEVES, P. G.; SAVAGE, J. E.; O'DELL, B. L. Interaction of zinc and vitamin E in the chick. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 163, n. 3, p. 432-436, 1980.

BILGILI, S.E.; MONTENEGRO, G.I.; HESS, J.B.; ECKMAN, M.K. Sand as litter for rearing broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 345-351, 1999.

BIGILI, S. F., M. A. ALLEY, J. B. HESS, AND M. NAGARAJ. Influence of age and sex on foot pad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, p. 433–441, 2006.

BILGILI, S. F., J. B. HESS, J. P. BLAKE, K. S. MACKLIN, B. SAENMAHAYAK, AND J. L. SIBLEY. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, p. 583–589, 2009.

BORGES, C. A. Uso de Minerais Orgânicos na Avicultura. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/artigos/p0.htm> Acesso em: 21/11/11

BRADSHAW, R. H., R. D. Kirkden, and D. M. BROOM. A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. *Avian Poult. Biol. Rev.* 13:45–103, 2002.

BRITO, J.A.G., BERTECHINI A.G., FASSANI E.J., RODRIGUES P.B., FREITAS R. T. F. Uso de microminerais na forma de complexo orgânico em rações para frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1342-1348, 2006.

BROOM, D.M., and N. REEFMANN. Chicken welfare as indicated by lesions on carcass in supermarkets. **British Poultry Science**, v. 46, p. 407–414, 2005.

CARDOSO, A.L.S.P.; ALBUQUERQUE, R.; TESSARI, E.N.C. Humoral immunological response in broilers vaccinated against New Castle Disease and supplemented with dietary zinc and vitamin E. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 8, n. 2, p. 99-103, 2006.

CENGİZ, O., J. B. HESS, and S. F. BILGILI. Effect of early and late exposure to litter moisture on foot pad dermatitis in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, p. 46, (Abstr.), 2010.

CHOCT, M.; NAYLOR, A. J. The effect of dietary selenium source and vitamin E levels on performance of male broilers. **Journal of Animal Science**, v. 17, n. 7, p. 1000–1006, 2004.

CHOCT, M.; NAYLOR, A. J.; REINKE, N. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. **British Poultry Science**, v. 45, n. 5, p. 677–683, 2004.

CLOSE, W.H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: Biotechnology in the food industry, In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14. Nottingham. **Proceedings of the 14 Alltech's Annual Symposium**, p. 469–376, 1998.

CLOSE, W.H. Organic minerals for pig: an update. In: Biotechnology in the Feed Industry. **Proceedings of Alltech 15th Annual Symposium**. T.P. Lyons and K.A. Jacques, ed. *Nottingham University Press*. UK. p. 51–60, 1999.

COMBS JR., G.F. Influences of dietary vitamin E and Selenium on the oxidant defense system of the chick. **Poultry Science**, v. 60, p. 2098-2105, 1981.

COMBS JR, G.F. **The vitamins**. San Diego: Academic Press, 1991. 528 p.

DARDENNE, M. SAVINO, W, BERRIH, S., BACH, J.F. A zinc dependent epitope of the molecule of thymulin, a thymic hormone. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 82, p. 7035, 1985.

DAZA, A.; SALADO, S.; GALVEZ, J.F.; GUTIERREZ-BARQUIN, M. Effect of vitamin E and selenium supplementation on the immune system, hematological parameters and the performance of weaned pigs. **Investigacion Agraria, Produccion y Sanidad Animales**, v. 15, n. 1-2, p. 21–30, 2000.

DAWKINS, M.S.; DONNELLY, C.A.; JONES, T.A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. **Nature**, v. 427, p. 342–344, 2004.

DOWNS, K.M.; HESS, J.B.; BILGILI, S.F. Selenium source effect on broiler carcass characteristics, meat quality and drip loss. **Journal of Applied Animal Research**, Auburn, v. 18, n. 1, p. 61–72, 2000a.

DOWNS, K.M.; HESS, J.B.; MACKLIN, K.S.; N ORTON, R.A. Dietary zinc complexes and vitamin E reducing cellulitis incidence in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, n. 3, p. 319-323, 2000b.

FALLAVENA, L.C.B. Lesões cutâneas em frangos de corte: causas, diagnóstico e controle. In: Conferencia APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 205–216, 2001.

FINCH, J.N., TURNER, R.J. Effects of selenium and vitamin E in immune responses of domestic animals. **Research in Veterinary Science**, v. 60, p. 97-106, 1996.

FRANCHINI, A.; BERTUZZI S.; TOSARELLI, C.; MANFREDA, G. Vitamin E in viral inactivated vaccines. **Poultry Science**, v. 74, p. 666–671, 1995.

GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A. NÄÄS, I.A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I.C.L.; TAKITA T.S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, 2002.

GUILLÉN-SANS, R.; GUZMÁN-CHOZAS, M.; The thiobarbituric acid (TBA) reaction in foods: A Review. **Food Science and Nutrition**, v. 38, p. 315–330, 1998.

HARMS, R.H.; SIMPSON, C. F. Biotin deficiency as a possible cause of swelling and ulceration on footpads. **Poultry Science**, v. 54, n. 5, p. 1711–1713, 1975.

HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. Selenium Bioavailability. In: AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. (Eds.). **Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acids, Minerals, and Vitamins**. San Diego: ACADEMIC PRESS, p.303-336, 1995.

HERRICK, J.B. Mineral in animal health. In: ASHMEAD, H.D. (Ed.). The roles of amino acid chelates in animal nutrition. New Jersey: Noyes, p. 3-9. 1993.

HESS, J.B; NORTON, R.A.; DOWNS, M.; MACKLIN, K.S.; BILGILI, S.F. Trace minerals complexes found to reduce avian cellulitis levels in broiler studies. **Trace mineral**, v. 6, n. 4, p. 1–6, 2000.

JACQUES, K.A. Selenium metabolism in animals: the relationship between dietary selenium form and physiological response. Proceedings of Alltech's 17th the Annual Symposium. p. 319–348, 2001.

JENSEN, C.; SKIBSTED, L.H.; JACKOBSEN, K. Supplementation of broiler diets with all-rac- α - or a mixture of natural source rrr- α -, γ -, δ -tocopherol acetate. 2. effect on the oxidative stability of raw and precooked meat products. **Poultry Science**, v. 74, p. 2048–2056, 1995.

JOHNSON, A.B.; FAKLER, T.M. Trace minerals in swine and poultry nutrition. In: Technical Bulletin. Zinpro Corporation. 24p. 1998.

JOHNSON, R.W.; ESCOBAR, J.; WEBEL, D.M. Nutrition and immunolgy of swine. In: Swine nutrition. Austin, J. Lewis, L. Lee Southern, ed. CRC Press. Boca Raton, London. New York, Washington p. 545–562, 2001.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11.ed. Guanabara Koogan. 2011. p. 359–370.

KARADAS, F., SURAI, P. F. Interações entre Selênio e Vitamina E: Será que 1+1 é igual a mais de 2? In: Simpósio Brasileiro Alltech, 2004, Curitiba. Anais... p. 57–73.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutrime**, p. 215–236, 2005.

KLASING, K.C. Interaction between nutrition and infectious disease. In: Calnek BW, Beard CW, McDougald LR, Saif YM editors. Diseases of poultry. 10 ed. Ames: **Iowa University Press**; p.73–79, 1997.

KLASING, K.C. Nutritional modulation of resistance to infectious diseases. **Poultry Science**, v. 77, p. 1119–1125, 1998.

KJAER, J. B.; SU, G.; NIELSEN, B. L.; SØRENSEN, P. Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. **Poultry Science**, v. 85, p. 1342–1348, 2006.

KNOWLES, T.G.; KESTIN, S.C.; HASLAM, S.M.; BROWN, S.N.; GREEN, L.E.; BUTTERWORTH, A.; POPE, S.J.; PFEIFFER, D.; NICOL, C.J. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. **Journal of Bone**, v. 2, p. 1545, 2008.

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

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 4.ed. Guelph: University Books, 2005. 398p.

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

LESHCHINSKY, T.V.; KLASING, K.C. Relationship Between the Level of Dietary Vitamin E and the Immune Response of Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1590–1599, 2001.

LYONS, M.P.; PAPAZYAN, T.T.; SURAI, P.F. Selenium in food chain and animal nutrition: lessons from nature. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 20, n. 7, p. 1135–1155, 2007.

MARTINS, B.B.; MENDES, A.A.; MARTINS, M.R.F.B.; MILBRADT, E.L.; FERNANDES, B.C.S.; ARAUJO, E.P. Caracterização macroscópica e microscópica da incidência de pododermatite em diferentes linhagens e sexo em frangos de corte. In Conferência Facta, Santos, **Anais...** Santos, 2011.

MATEOS, G. G.; LÁZARO, R.; ASTILLERO J. R.; SERRANO, M. P. Trace mineral: what text books don't tell you. In: **Re-defining mineral nutrition**. Taylor-Pichard and L.A. Tucker. ed. **Nottingham University Press**, p. 21–62, 2005.

MCDOWELL, L. R. Selenium. In: **Minerals in animal and human nutrition**. Academic Press, 1992, p. 294 – 311.

MCILROY, S. G.; GOODALL, E. A.; RICE, D. A.; MCNULTY, M. S.; KENNEDY, D. G. Improved performance in commercial broiler flocks with subclinical infectious bursal disease when fed diets containing increased concentrations of vitamin E. **Avian Pathology**, v. 22, p. 81–94, 1993.

MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 352–357, 2011.

MENDONÇA, C.X. Enfermidades do Sistema Locomotor. In. BERCHIERI, A.; MACARI, M. **Doença das Aves**. FACTA – Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, SP, p. 31–36, 2000.

MITSUMOTO, M.; ARNOLD, R. N.; SCHAEFER, D.M.; CASSENS, R.G. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip loss to cooking loss in fresh beef longissimus during display. **Journal Animal Science**, n. 73, p. 2289–2294, 1995.

MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; ROÇA, R.O.; GARCIA, E.A.; NAAS, I.A.; GARÓFALO, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. Efeito da Densidade Populacional sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne em Frangos de Corte de Diferentes Linhagens Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1506–1519, 2004.

MORRISEY, P.A.; BUCKLEY, D.J.; SHEEHY, P.J.A.; MONAHAN, F.J.M. Vitamin E and meat quality. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 53, p. 289–295, 1994.

MORRISSEY, P.A.; BRANDON, S.; BUCKLEY, D.J. Tissue content of α -tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary α -tocopherol acetate supplement for various periods preslaughter. **British Poultry Science**, v. 38, p. 84–88, 1997.

NÄÄS, I.A. Deficiências locomotoras em frangos de corte e bem-estar animal. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, suplemento técnico, n. 2, 2008.

National Chicken Council. 2005. National Chicken Council Animal Welfare Guidelines and Audit Checklist. Natl. Chicken Council, Washington, DC. <http://www.nationalchickencouncil.com/aboutIndustry/detail.cfm?id=19> Accessed March 05, 2014.

NOLLET, L.; VAN DER KLIS, J.D.; LENSING, M.; SPRING, P. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. **Journal Applied of Poultry Research**, v. 16, p. 592–597, 2007.

OLIVEIRA, M. C.; GOULART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frango de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2002.

PFEIFER, D.J.; DALL'AQUA, F. An Analysis of an industry national broiler chicken leg weakness study in united Kingdom. Epidemiology Division of the Royal Veterinary College University of London, 2002.

POLLI, S.R. Boletim Informativo Nutron Pet, n.4, 2002. Disponível em: <http://www.animalworld.com.br/vet/ver.php?id=190>. Acesso em 15/04/2005.

PROUDFOOT, F.G.; HULAN, H.W. Effects of stocking density on the incidence of scabby hip syndrome among broiler chickens. **Poultry Science**, v. 64, p. 2001–2003, 1985.

RAMOS, J. J.; FERNANDEZ, A.; VERDE, M.T.; GOMEZ, J. Effect of inoculation with selenium and/or vitamin E on the immune response of lambs. **Medicina Veterinaria**, v. 15, n. 5, p. 291–296, 1998.

REDDY, A.B.; DWIVED, J.N.; ASHMED, A.D. Mineral chelation generates profit. **Misset-World Poultry**, v. 8, p. 13–15, 1992.

ROSSI, P.; RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; ZAUKE, N. H. F. Influence of Graded Levels of Organic Zinc on Growth Performance and Carcass Traits of Broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p. 219–225, 2007.

RUTZ, F. Absorção de Vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 375 p.

SAENMAHAYAK, B., S. F. BILGILI, J. B. HESS, and M. SINGH. Live and processing performance of broiler chickens fed diets supplemented with complexed zinc. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 19, p. 334–340, 2010.

SHEPHERD, E. M., and B. D. FAIRCHILD. Footpad dermatitis in poultry. **Poultry Science**, v. 89, p. 2043–2051, 2010.

SURAI, P. F. et al. **Selenium in nutrition and health**. Vol. 974. Nottingham: Nottingham University Press, 2006.

SURAI, P. F. Selenium in poultry nutrition: A new look at an old element. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. **World's Poultry Science Journal**, v. 58, p. 333–347, 2002.

SWAIN, B.K.; JOHRI T. S.; MAJUMDAR, S. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. **British Poultry Science**, v. 41, n. 3, p. 287–292, 2000.

TENGERDY, R. P.; BROWN J. C. Effect of vitamin E and A on humoral immunity and phagocytosis in *E. coli* infected chickens. **Poultry Science**, v. 56, p. 957–963, 1977.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **Mineral nutrition of livestock**. New York: CAB International; 1999.

ZHANG, J. Semi-annual Report 2009. Global Agriculture Information Network. Beijing: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – Foreign Agricultural Service. Gain Report Number: CH9014, 05 March 2009.

YOUNG, J.F.; STAGSTED, J.; JENSEN, S.K.; KARLSSON, A.H.; HENCKEL, P. Ascorbic acid, α -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. **Poultry Science**, v. 82, p. 1343–1351, 2003.

CAPÍTULO 2

**PODODERMATITE, LESÕES DE CARÇA E RESISTÊNCIA DA PELE DE
FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM MINERAIS ORGÂNICOS**

PODODERMATITE, LESÕES DE CARÇAÇA E RESISTÊNCIA DA PELE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM MINERAIS ORGÂNICOS

RESUMO – Com objetivo de avaliar o efeito da suplementação dos microminerais orgânicos zinco e selênio na dieta de frangos de corte, sobre a incidência e caracterização de pododermatite, lesão de carcaça, resistência da pele, desempenho e rendimento de carcaça e partes. Para isto, utilizou-se 1260 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb® 500. O programa alimentar foi dividido em quatro fases e o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2+1, sendo três níveis de suplementação de zinco (Zn) orgânico (0, 45, 90 mg/kg de zinco), dois níveis de suplementação de selênio (Se) orgânico (0, 0,3 mg/kg de selênio-levedura) e uma dieta controle com 0,3 mg/kg de Se e 60 mg/kg de Zn inorgânicos, com seis repetições de 30 aves cada. Aos 41 dias de idade todas as aves foram avaliadas no aviário quanto a incidência de pododermatite. Aos 42 dias de idade 588 aves (84 aves/tratamento) foram abatidas no abatedouro experimental da FMVZ, UNESP. Na ocasião foram avaliados incidência de lesões de carcaça, resistência da pele, avaliação histológica do coxim plantar e pele, rendimento de carcaça e partes e desempenho das aves. Para pododermatite foi observada diferença ($P \leq 0,05$) na pata esquerda, entre os escores de lesão 0 e 2, sendo que as que receberam maior suplementação de zinco apresentaram menor incidência. Para lesões de carcaça houve diferença ($P \leq 0,05$) com relação à percentagem de hematomas e contusões de asa. Aliando-se os resultados de desempenho, rendimento de carcaça e partes e as avaliações histológicas do coxim plantar e pele, os melhores resultados foram obtidos para aves que receberam 0,3 mg/kg de Se e 45 ou 90 mg/kg de zinco orgânicos. A utilização de selênio e zinco orgânico não influenciou a incidência de pododermatite e de lesões de carcaça. Os resultados obtidos pelo uso de selênio e zinco orgânicos em menor quantidade que a fonte inorgânica não afetaram o desempenho, o rendimento de carcaça e partes e ainda, melhoram a estrutura histológica da região da pododermatite.

Palavras-chave: aves, coxim plantar, mineral complexado, qualidade de carcaça

FOOT PAD DERMATITIS, SKIN LESION AND STRENGTH IN BROILER CHICKENS SUPPLEMENTED WITH ORGANIC MINERALS

ABSTRACT - The present study aimed at evaluating the effects of organic zinc and selenium supplementation in the diet of broiler chicken, on the incidence of pododermatitis, skin lesions and skin strength, footpad and skin histology and performance. In total, 1260 one-day-old male Cobb® 500 broilers were housed. The feeding program included four phases and a completely randomized experimental design in a 3x2+1 factorial arrangement, using three organic zinc supplementation levels (0, 45, 90 mg zinc/kg feed), two organic selenium supplementation levels (0 or 0.3 mg selenium yeast/kg feed) and a positive-control diet with inorganic trace mineral supplementation, with six replicates of 30 birds each. At 41 days of age, all birds were submitted to pododermatitis incidence evaluation. At 42 days of age, a total of 588 birds were sacrificed at the FMVZ, UNESP experimental processing plant, and carcasses were evaluated to the incidence of skin lesions, skin strength, footpad dermatitis and performance. Significant difference ($P \leq 0.05$) in the left leg in lesion scores 0 (absent) and 2 (severe lesion) being broilers fed the highest level of zinc supplementation (90 mg/kg) presented the lowest incidence of contact pododermatitis. Related to skin lesions differences were detected ($P \leq 0.05$) just in incidence of carcass bruising and wing bruises. In skin strength no differences were detected related to levels of organic zinc and selenium. Combining the results of performance and histological evaluations of the footpad and skin, the best results were obtained for birds fed 0.3 mg/kg Se and 45 or 90 mg/kg organic zinc. The use of organic selenium and zinc did not influence the incidence of foot pad dermatitis and carcass lesion. The results from use selenium and zinc in low amount compare to inorganic source do not affect the performance, carcass and parts yield, but improve the histological structure of foot pad dermatites.

Keywords: carcass quality, complexed mineral, footpad, poultry

INTRODUÇÃO

A indústria avícola sofre frequentemente com a alta incidência de condenações de carcaça parciais e totais devido a lesões de pele, resultando em perdas econômicas significativas (Shepherd & Fairchild, 2010; Bilgili et al., 2006). As principais lesões que causam condenações são os hematomas, arranhões, dermatites, dermatoses, celulites e pododermatite.

A pododermatite é um tipo de dermatite de pele em frangos de corte que afeta as patas (Saenmahayak et al., 2010). As lesões são normalmente de natureza superficial, mas podem resultar em dor e desconforto para ave quando se tornam úlceras profundas (Bilgili et al., 2009) e tem sido associada à dieta deficiente, à alta densidade de alojamento e à problemas de manejo, principalmente relacionados à qualidade da cama do aviário. A qualidade do ambiente tem se tornado cada vez mais relevante e fatores como ventilação e umidade que interferem diretamente na qualidade do ar e da cama, devem ser controlados durante todo o período de criação até a idade de abate (Estevez, 2007). Essa doença é um importante marcador da degradação da cama aviária, devido à alta densidade de alojamento que é severamente criticada pelas associações de bem-estar animal (Martrenchar et al., 1997).

Assim como a pododermatite as lesões de carcaça podem ser atribuídas a diversos fatores destacando-se, de acordo com Fallavena (2001), a alta densidade populacional, a baixa qualidade da cama e o funcionamento inadequado do sistema imune. É comum na cadeia avícola o aumento da densidade de criação das aves a fim de maximizar a produção, obtendo-se maior lucro bruto com o aumento da densidade (Moreira et al., 2004). Entretanto, os frangos de corte criados sob alta densidade

podem sofrer uma série de prejuízos conforme relatado por alguns pesquisadores, como mau empenamento (Barbi & Zaviezo, 2000), prejuízos para o bem estar (Garcia et al., 2002) e redução do peso corporal (Moreira et al., 2004).

Os microminerais essenciais para o metabolismo animal são normalmente suplementados nas rações das aves e obtidos de fonte inorgânica, como por exemplo, os óxidos, sulfatos e cloretos (Polli, 2002), mas estes apresentam baixa biodisponibilidade. Devido a este fato, nos últimos anos cresceu o interesse por fontes de microminerais orgânicos na avicultura mundial (Borges, 2011), pois estes são melhor absorvidos e distribuídos no organismo das aves melhorando o desempenho zootécnico, a qualidade da carcaça, e diminuindo a excreção dos minerais que poluem o ambiente (Bao et al., 2006).

O zinco é um micromineral essencial e participa de inúmeras atividades biológicas nos animais com particular importância para o rápido crescimento das aves (Liu et al., 2011). Alguns pesquisadores (Hess et al., 2001; Rossi et al., 2007) encontraram resultados positivos na melhora da qualidade da pele e redução de lesões na carcaca de frangos suplementados com zinco orgânico. O selênio está envolvido na integridade de membrana e de numerosas selenoproteínas e é requerido pelas aves para manutenção da saúde e qualidade da carne (Choct & Naylor, 2004).

Neste sentido, o uso de microminerais orgânicos como zinco e selênio, que melhorem a absorção intestinal, o aproveitamento do alimento pela ave e, conseqüentemente, reduzam a excreção de nutrientes, pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade da cama e reduzir a severidade de lesões de pata e pele, mantendo o desempenho e rendimento de carcaça. Portanto, o objetivo deste trabalho

foi avaliar a suplementação dos microminerais zinco (Zn) e selênio (Se) orgânicos e a incidência de pododermatite, qualidade de carcaça e desempenho em frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

AVES, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Processo nº 100/2012-CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Botucatu.

Um experimento foi conduzido na Área de Ensino, Pesquisa e Extensão em Avicultura de Corte da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, utilizou-se 1260 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb[®] 500, criados em densidade de 12 aves/m² alojados em aviário experimental de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento, apresentando 40m de comprimento e 8m de largura e pé-direito de 3,5m dividido em 48 boxes.

O material utilizado na cama foi maravalha de eucalipto nova com aproximadamente 12 cm de espessura. Cada box é equipado com uma campânula elétrica, comedouro tubular semiautomático e bebedouro tipo pendular. Na fase inicial foram utilizados comedouros tubulares infantis, os quais foram substituídos até o final da segunda semana de idade. O aquecimento inicial (primeira semana) dos pintinhos foi realizado por campânulas elétricas com lâmpadas infravermelho de 250W, instaladas em cada box e aliado a isto, foi utilizado aquecimento com campânulas acionadas à GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e distribuídas ao longo do aviário.

DIETAS, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MANEJO DAS AVES

As rações experimentais foram produzidas na Fábrica de Rações da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu. O programa alimentar foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial: (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias), sendo que as rações foram isoprotéicas e isocalóricas e suas composições percentuais calculadas encontram-se na Tabela 1, seguindo as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos propostas por Rostagno et al. (2011).

O fornecimento de água e de ração foi *ad libitum*. O programa de luminosidade foi: iluminação de 24 horas durante os 3 primeiros dias e 20 horas para o restante do período de criação. As aves foram inicialmente mantidas à 32°C e a temperatura foi gradualmente reduzida 3°C por semana até atingir a temperatura final de 21°C no final da quarta semana. O aviário é equipado com ventiladores, os quais foram utilizados de acordo com a necessidade e aliado ao manejo de cortinas, para manutenção da temperatura ambiente do aviário. Os dados de temperatura e umidade ambiente, máxima e mínima foram registrados diariamente, utilizando-se um termo higrômetro de máxima e mínima.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações basais utilizadas em cada fase experimental.

Ingredientes	Fases			
	Pré-Inicial (1 a 7d)	Inicial (8 a 21d)	Crescimento (22 a 33d)	Final (34 a 42d)
Milho	55,003	59,166	61,786	66,482
Farelo de soja	38,323	34,798	31,600	27,405
Fosfato bicálcico	1,925	1,520	1,283	1,090
Calcário calcítico	0,910	0,920	0,859	0,760
Óleo de soja	2,220	2,180	3,165	2,990
Sal iodado	0,508	0,490	0,460	0,455
Suplemento vitamínico ^{1*}	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ^{2*}	0,050	0,050	0,050	0,050
DL-metionina (99%)	0,356	0,285	0,254	0,240
L-lisina (78%)	0,290	0,217	0,188	0,230
Treonina	0,105	0,064	0,045	0,048
Cloreto de colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,100
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	-
Total (kg)	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950	3000	3100	3150
Proteína Bruta (%)	22,20	20,80	19,50	18,00
Cálcio (%)	0,920	0,819	0,732	0,638
Fósforo disponível (%)	0,470	0,391	0,342	0,298
Sódio (%)	0,220	0,210	0,200	0,195
Aminoácidos totais				
Lisina (%)	1,310	1,174	1,078	1,010
Metionina (%)	0,511	0,458	0,431	0,404
Metionina+Cistina (%)	0,944	0,846	0,787	0,737
Triptofano (%)	0,223	0,200	0,194	0,182
Treonina (%)	0,852	0,763	0,701	0,656
Arginina (%)	1,415	1,268	1,164	1,091

1- Suplemento vitamínico MC-MIX Frangos Mcassab[®] controle inorgânico, fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente, níveis de garantia/kg de ração: vit. A (11.000, 11.000, 9.000 e 6.000 UI); vit. D₃(2.000, 2.000, 1.600 e 1.000 UI); vit. E (16, 16, 14 e 10 mg); vit. K₃ (1,5; 1,5; 1,5 e 1,0 mg); Vit. B₁ (1,2, 1,2, 1,0 e 0,6 mg); vit. B₂ (4,5; 4,5; 4,0 e 2,0 mg); vit. B₆ (2,0; 2,0; 1,8 e 0,8 mg); vit. B₁₂ (16, 16, 12 e 6 µg); ácido fólico (0,4, 0,4, 0,3 e 0 mg); ácido pantotênico (9,2; 9,2; 8,28 e 7,36 mg); biotina (0,06; 0,06; 0,05 e 0,03 mg); niacina (35, 35, 30 e 10 mg); selênio (0,30; 0,30; 0,30 e 0,40 mg). *Suplemento vitamínico para demais tratamentos ausente de selênio e mesmo conteúdo por kg para os demais ingredientes.

2- Suplemento mineral MC-MIX mineral aves Mcassab[®] controle inorgânico, níveis de garantia/kg de ração: Cu (9 mg); I (2 mg); Fe (30 mg); Mn (60 mg) Zn (60 mg). *Suplemento mineral Mcassab[®] para demais tratamentos ausente de zinco e mesmo conteúdo por kg para os demais ingredientes.

3- Anticoccidiano maduramicina para a fase pré-inicial, inicial e crescimento, na quantidade 0,5kg/t de ração.

Análise da ração

Todas as rações experimentais foram analisadas para avaliação dos teores de microminerais zinco e selênio (Tabelas 2 e 3). Estas avaliações foram realizadas no Laboratório de Espectrometria Atômica Aplicada do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências (IBB) da UNESP, Campus Botucatu.

Para o teor de zinco pesou-se 0,1g de ração que foi colocado diretamente em balões de digestão para mineralização da matéria orgânica. Em seguida, adicionou-se 5mL de ácido nítrico supra puro e 3,5mL de peróxido de hidrogênio 30%*m/m*. O extrato ácido resultante foi transferido para balões volumétricos de 10mL e os volumes foram acertados com água deionizada. Para as determinações de selênio foi utilizada a técnica de espectrometria atômica e em seguida o método por atomização em forno de grafite (Silva et al., 2007). As determinações de zinco e selênio foram feitas por espectrometria de absorção atômica utilizando-se o equipamento da Shimadzu AA-6800 e as condições descritas no manual do fabricante (Marckzenko, 1976).

Quando se avalia a média da concentração de selênio para cada tratamento (Tabela 2) observa-se que os valores analisados variaram de acordo com a inclusão de selênio sendo que para os tratamentos T1, T2 e T3, ou seja, sem inclusão de selênio na ração se obtiveram os menores valores médios de selênio 0,14 mg/kg. Os tratamentos T4, T5, T6 com inclusão de 0,3 mg/kg de selênio orgânico, e o tratamento controle com 0,3 mg/kg selênio inorgânico, também estão de acordo com o suplementado pois apresentaram os valores médios de 0,48 mg/kg, independente da fase de criação (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de selênio (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.

Tratamento	Fases de criação				Média
	Pré-inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)	Crescimento (22-35 dias)	Final (36-42 dias)	
1	0,140	0,146	0,144	0,145	0,144
2	0,144	0,140	0,141	0,142	0,142
3	0,143	0,142	0,145	0,140	0,143
4	0,480	0,478	0,483	0,487	0,482
5	0,474	0,482	0,478	0,483	0,479
6	0,477	0,479	0,475	0,475	0,477
Controle	0,476	0,472	0,479	0,481	0,477

¹Análises realizadas no Laboratório de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências (IBB) da UNESP.

Conforme apresentado na Tabela 3, os teores de zinco nas rações experimentais se encontram adequados as dosagens suplementadas as quais foram de 0, 45 e 90 mg/kg. Nos tratamentos sem adição de zinco (T1 e T4) os resultados médios independente da fase de criação foram de 1,71 e 1,43 mg/kg, respectivamente. Para os tratamentos com adição de 45 mg/kg de zinco orgânico (T2 e T5), os resultados médios foram de 45,3 e 46,8 mg/kg, respectivamente, valores bem próximos ao adicionado. Para os tratamentos com adição de 90mg/kg de zinco (T3 e T6) os resultados médios foram de 95,8mg/kg para ambos tratamentos. O controle inorgânico no qual foi adicionado 60 mg/kg de zinco apresentou valores médios de 63,8 mg/kg de acordo com o que foi suplementado. É importante salientar que todos os valores de selênio e zinco estão um pouco acima do que foi suplementado na ração o que deve ser atribuído às concentrações destes microminerais contidas nos ingredientes da dieta, milho e farelo de soja.

Tabela 3. Teores de zinco (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final de criação.

Tratamento	Fases de criação				Média
	Pré-inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)	Crescimento (22-35 dias)	Final (36-42 dias)	
1	1,8	1,6	1,7	1,7	1,7
2	49,0	43,0	44,0	45,0	45,3
3	95,0	97,0	95,0	96,0	95,8
4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,4
5	46,0	47,0	48,0	46,0	46,8
6	92,0	98,0	94,0	99,0	95,8
Controle	63,0	64,0	62,0	66,0	63,8

¹Análises realizadas no Laboratório de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências (IBB) da UNESP.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2+1, sendo três níveis de suplementação de zinco orgânico (0, 45, 90 mg/kg de zinco) e dois níveis de suplementação de selênio orgânico (0, 0,3 mg/kg de selênio-levedura) e uma dieta controle com minerais inorgânicos, com seis repetições de 30 aves cada. Deste modo os tratamentos experimentais foram constituídos de dieta basal a qual não continha as fontes dos microminerais em questão, sendo as mesmas adicionadas separadamente.

Os tratamentos foram: T1- 0 mg/kg de selênio e zinco orgânicos ; T2- 0 mg/kg de selênio + 45 mg/kg de zinco orgânicos; T3- 0 mg/kg de selênio orgânico + 90 mg/kg de zinco orgânico; T4- 0,3 mg/kg de selênio orgânico + 0 mg/kg de zinco orgânico; T5- 0,3 mg/kg de selênio orgânico + 45 mg/kg de zinco orgânico; T6- 0,3

mg/kg de selênio orgânico + 90 mg/kg de zinco orgânico; Controle (C): 0,3 mg/kg selênio inorgânico + 60 mg/kg de zinco inorgânico.

A fonte de zinco (Bioplex[®] Zn) e de selênio (Sel-Plex[®]) orgânico utilizada foi obtida da empresa *Alltech* do Brasil Agroindustrial Ltda. Os suplementos comerciais foram fornecidos pela empresa Mcassab[®] e fabricados de acordo com cada fase de criação e tratamentos sem inclusão de selênio e zinco ou com adição desses microminerais na forma convencional (fonte inorgânica) no caso do suplemento utilizado no controle.

MÉTODOS E AVALIAÇÕES

Aos 41 dias de idade, a integridade do coxim plantar de todas as aves foi avaliada. As lesões existentes foram mensuradas com auxílio de régua, atribuindo-se desta forma os escores que variam de 0 a 2, sendo 0 o coxim sem lesão, 1 coxim com lesão inicial (diâmetro até 5mm) e 2 coxim com lesão grave (diâmetro acima de 5mm) (Figura 1). Durante a avaliação foram selecionadas cinco aves, as quais foram devidamente identificadas no aviário, dentro de cada escore macroscópico em cada um dos tratamentos, para a avaliação histopatológica das lesões. Após o abate foram colhidos o coxim plantar para as análises histológicas.



Figura 1. Fotografia de escore macroscópico de lesão do coxim plantar de frangos de corte, aos 41 dias de idade. Em A) Escore 0; B) Escore 1 e C) Escore 2.

Aos 42 dias de idade, um total de 588 aves, sendo 84 aves por tratamento e 14 por repetição, foram abatidas no Abatedouro Experimental da FMVZ, UNESP. As aves permaneceram em jejum alimentar por seis horas e foram abatidas por corte da artéria carótida e veia jugular após atordoamento por eletronarcose, a seguir foram escaldadas, depenadas e evisceradas.

Avaliação da incidência de lesões de carcaça

Todas as aves abatidas foram avaliadas quanto a presença ou ausência de hematomas, arranhões, cortes na pele, dermatite, dermatose, celulite e contusões de asas e coxas.

Análise da resistência da pele

Para esta avaliação foram utilizadas 48 aves por tratamento, 8 aves de cada repetição, cujas carcaças foram submetidas a uma incisão com bisturi, de aproximadamente 1 a 2 centímetros, feito na região entre a sobrecoxa e dorso, o qual foi posteriormente medido com o auxílio de um paquímetro. Em seguida, as aves passaram pela escaldadeira e depenadeira e a incisão foi novamente medida com o

auxílio do paquímetro. A resistência da pele foi mensurada através da diferença da extensão da incisão antes e após a passagem das aves pela escaldadeira e depenadeira, conforme a metodologia preconizada por Rossi et al. (2007).

Avaliação da quantidade de colágeno da pele

Para avaliação da quantidade de colágeno da pele, foram colhidos segmentos de aproximadamente 2 cm de pele da região do peito de duas aves por repetição, sendo 12 aves por tratamento, os cortes foram lavados com água destilada, posteriormente fixadas em placas de polipropileno e mergulhadas em solução de formalina tamponada a 10% por 24 horas. Após esse período, o material foi reduzido a fim de eliminar as bordas dilaceradas e foram lavados em água corrente por 48 horas, com a finalidade de retirar o fixador utilizado. Após fixação e secção, todo material foi desidratado por imersão em uma série crescente de álcoois, diafanizado em três trocas de xilol e incluído em parafina (paraplast). A microtomia foi realizada com auxílio de micrótomo automático (Leica, RM-2145) equipado com navalhas descartáveis, obtendo-se uma série de cortes com 4 µm de espessura. Os cortes foram colocados em álcool 30%, em seguida imersos em água destilada a 37°C e, posteriormente, distendidos sobre lâminas histológicas e levados para estufa, onde permaneceram por 60 minutos a uma temperatura de 60°C. Após esses procedimentos os cortes sofreram a desparafinização, por meio de três passagens por álcool etílico. Posteriormente, foram hidratados em álcoois de concentrações decrescentes e submetidos aos métodos de colorações com Tricrômico de Masson, de acordo com a metodologia preconizada por Behmer et al. (2003).

A mensuração da quantidade de colágeno foi realizada nas lâminas histológicas, com auxílio do microscópio óptico com objetiva 20x acoplado a um sistema computadorizado de captura de imagem (Leica Qwin 3.0). Capturou-se 10 imagens de cada lâmina, sendo realizadas, no mínimo, três leituras de cada imagem, portanto 30 de cada lâmina, para que fosse possível abranger toda extensão do corte, tornando a medida mais precisa (Figura 2).

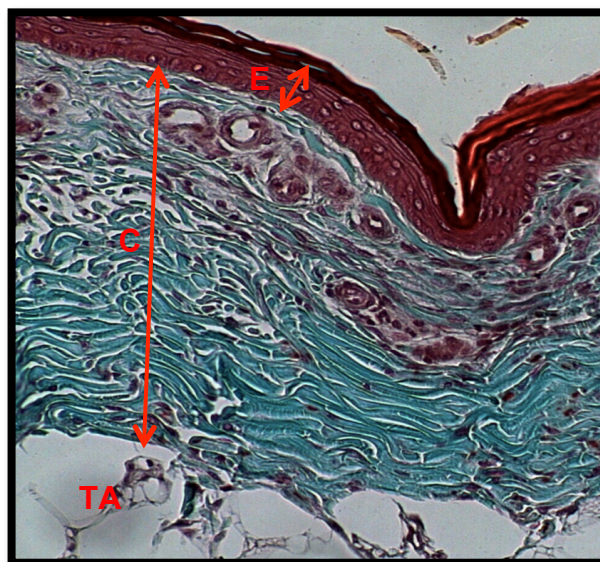


Figure 2. Fotomicrografia da pele de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em: C – colágeno, E – epiderme, TA – tecido adiposo. T. Masson, 20x.

Avaliação histopatológica das lesões do coxim plantar

Durante o abate foram colhidos o coxim plantar de todas as aves previamente selecionadas e identificadas (cinco aves por score e por tratamento), para confecção

das lâminas histológicas. Posteriormente as amostras colhidas foram lavadas com água destilada, mergulhadas em solução de formalina tamponada 10% por 24 horas. Após esse período, o material foi reduzido a fim de eliminar as bordas dilaceradas e lavado em água corrente por 48 horas, com a finalidade de retirar o fixador utilizado. Após fixação e secção, todo material foi desidratado por imersão em uma série crescente de álcoois (entre 70% e absoluto), diafanizado em três trocas de xilol e incluído em parafina (paraplast). Os cortes histológicos foram recolhidos em lâminas e corados com hematoxilina e eosina (HE). A avaliação das lesões foi obtida através da análise dos cortes histológicos realizada com auxílio do microscópio óptico acoplado a um sistema computadorizado de captura de imagem (Leica Qwin 3.0).

Avaliação do desempenho

Para a avaliação do desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade) nos períodos de 1-7 dias; 8-21 dias; 22-35 dias e 36-42 dias e 1-42 dias, foram registradas as quantidades de ração consumida e realizadas as pesagens das aves no final de cada fase de criação. A mortalidade foi registrada diariamente, para determinação do consumo real das aves.

O consumo de ração foi calculado pela diferença de pesos entre a quantidade fornecida e as sobras existentes no final de cada fase. O ganho de peso foi calculado pela diferença entre a pesagem da fase final e da fase anterior. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração das aves e seu ganho de peso em cada fase já corrigido pelo peso das aves mortas no período. A viabilidade e o índice de eficiência produtiva (IEP) também foram calculados. A fórmula utilizada para o

calculado do IEP foi: ((ganho de peso médio diário (g) x viabilidade (%)) / conversão alimentar) / 10.

Rendimento de carcaça e partes

Para avaliação do rendimento de carcaça e partes, foram utilizadas 24 aves por tratamento, sendo 4 aves de cada box experimental. Todas as aves foram pesadas individualmente antes do abate e, após o abate, foi efetuada a pesagem das carcaças sem cabeça, pés e gordura abdominal e a pesagem das partes (peito, dorso, asas, coxa-sobrecoxa). O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate [%RC = (peso carcaça*100/peso vivo)]. Rendimento das partes dorso, asas, coxa+sobrecoxa e peito foi calculado em função do peso da carcaça quente [%RP = (peso da parte*100/peso carcaça)]. As determinações foram realizadas segundo metodologia descrita por Mendes (1990).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de incidência de pododermatite foram submetidos ao teste de Qui-quadrado (χ^2) e as lesões de pele ao teste de Goodman para o contraste entre as populações binomiais (Goodman, 1964). Os dados de resistência da pele, colágeno, espessura da epiderme, desempenho e rendimento de carcaça e partes foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e posteriormente ao teste de comparação de médias de Tukey para as variáveis com diferença estatística com 5% de significância. Utilizou-se *Software* Estatístico Minitab 16 (MINITAB, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período pré-inicial (1-7 dias) as aves apresentaram diferença com relação aos níveis Zn ($P \leq 0,05$) para ganho de peso (GP) e consumo de ração (CR), sendo que as aves que receberam dieta com 0 mg/kg de Zn apresentaram menor ganho de peso e consumo de ração quando comparadas aos demais níveis de zinco (Tabela 4). Esses resultados indicam que a ausência de Zn na fase inicial é prejudicial às aves, pois de acordo com McDowell (2003) a deficiência de Zn resulta em redução do consumo de ração e crescimento da ave. Quando comparadas ao controle (minerais inorgânicos), aves que receberam dieta com 0 ou 0,3 mg/kg de selênio orgânico apresentaram menor GP e CR, neste caso a inclusão de selênio orgânico não foi positiva.

No período de criação de 1 a 21 dias (Tabela 5) foram observadas diferenças ($P \leq 0,05$) entre todas as variáveis GP, CR, CA e VB. Houve interação ($P \leq 0,05$) entre os níveis de zinco e selênio para o GP, os maiores valores, ou seja, os melhores resultados foram apresentados pelas aves que receberam suplementação de 0,3 mg/kg de selênio orgânico e 45 ou 90 mg/kg de zinco orgânico, embora esses grupos não tenham apresentado diferença com relação ao controle. Dessa forma, podemos inferir que, quando comparado à dieta controle (fonte inorgânica) utilizada comercialmente a mesma quantidade de selênio orgânico (0,3 mg/kg) e valores inferiores de zinco orgânico (45 e 90 mg/kg) foram eficientes para garantir o ganho de peso das aves.

Tabela 4. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 7 dias de idade.

1-7 dias de idade										
	Cont ¹	Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			0	0,3		Cont	Zn	Se	ZXS	
GP (g)	139	0	125 γ	124 γ	125B	0,000	0,000	0,279	0,279	3,6
		45	140	141	140A					
		90	137	143	140A					
		Média	134	136						
CR (g)	155	0	141 γ	143 γ	142B	0,000	0,000	0,220	0,554	3,2
		45	156	156	156A					
		90	154	158	156A					
		Média	150	152						
CA (g/g)	1,11	0	1,11	1,16	1,14	0,114	0,276	0,458	0,055	3,0
		45	1,11	1,10	1,10					
		90	1,12	1,11	1,12					
		Média	1,11	1,12						
VB (%)	100	0	98,9	99,4	99,2	0,527	0,235	0,644	0,806	1,1
		45	100	100	100					
		90	99,4	99,4	99,4					
		Média	99,4	99,6						

¹Cont – Controle, valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB). ²CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F (P<0,05). γ : Diferem com o controle (minerais inorgânicos) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

As aves que receberam dieta ausente de selênio independente dos níveis de zinco orgânico (0, 45 ou 90mg/kg), apresentaram menor GP e CR quando comparadas as demais suplementações e quando comparadas ao controle, apresentaram menor GP, CR e aumento na CA.

A suplementação de 0,3 mg/kg de selênio orgânico e ausência de zinco na ração determinou valores intermediários de GP e CR, diferindo dos demais tratamentos, isso demonstra que a suplementação apenas de selênio orgânico não foi suficiente para obter um máximo consumo de ração e ganho de peso das aves, mas quando aliada ao Zn orgânico o resultado foi eficiente. O CR foi maior para aves

suplementadas com 45 ou 90 mg/kg de Zn orgânico, quando comparadas as que não receberam zinco na dieta. Houve melhora no CR, CA e VB ($P \leq 0,05$) para aves que receberam 0,3 mg/kg de selênio orgânico quando comparadas as aves que receberam 0 mg/kg de selênio orgânico.

Tabela 5. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 21 dias de idade.

1-21 dias de idade										
	Cont ¹	Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			0	0,3		Cont	Zn	Se	ZXS	
GP (g)	958	0	777A γ	888B γ	833	0,00	0,01	0,00	0,04	3,6
		45	790A γ	959Aa	875					
		90	779A γ	956Aa	868					
		Média	782	934						
CR (g)	1342	0	1144 γ	1242 γ	1193B	0,00	0,00	0,00	0,08	3,5
		45	1175 γ	1337	1256A					
		90	1167 γ	1349	1258A					
		Média	1162b	1309a						
CA (g/g)	1,41	0	1,48 γ	1,41	1,45	0,00	0,41	0,00	0,17	2,4
		45	1,52 γ	1,40	1,46					
		90	1,51 γ	1,42	1,47					
		Média	1,50a	1,41b						
VB (%)	98,9	0	96,1	97,2	96,7	0,12	0,45	0,04	0,53	3,1
		45	93,9	97,8	95,8					
		90	96,7	98,3	97,5					
		Média	95,6b	97,8a						

¹Cont – Controle, valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB). ²CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$). γ : Diferem com o controle (minerais inorgânicos) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

No período de 1-35 e 1-42 dias (Tabelas 6 e 7, respectivamente) foram observadas diferenças ($P \leq 0,05$) entre as suplementações quanto ao GP, CR, CA, VB e IEP (índice de eficiência produtiva), ou seja, em todos os parâmetros de desempenho avaliados. Não houve interação ($P > 0,05$), entretanto, a suplementação de 0,3 mg/kg de

selênio orgânico resultou em GP, CR, CA, VB e IEP melhores ($P \leq 0,05$) quando comparado à 0 mg/kg de Se.

Tabela 6. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 35 dias de idade.

1-35 dias de idade										
	Cont ¹	Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			0	0,3		Cont	Zn	Se	ZXS	
GP (g)	2314	0	1987 γ	2265	2126B	0,00	0,02	<0,00	0,72	2,8
		45	2032 γ	2343	2187AB					
		90	2056 γ	2330	2193A					
		Média	2025b	2313a						
CR (g)	3594	0	3116 γ	3481	3299B	0,00	0,00	<0,00	0,63	2,3
		45	3177 γ	3603	3390A					
		90	3226 γ	3639	3433A					
		Média	3173b	3575a						
CA (g/g)	1,56	0	1,60	1,55	1,57	0,00	0,32	<0,00	0,08	1,8
		45	1,64 γ	1,55	1,59					
		90	1,61 γ	1,57	1,58					
		Média	1,61a	1,56b						
VB (%)	96,7	0	89,4 γ	97,2	93,3	0,00	0,14	<0,00	0,22	4,1
		45	87,2 γ	96,1	91,7					
		90	93,3	96,7	95,0					
		Média	90.0b	96.7a						

¹Cont - Controle, valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB). ²CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$). γ : Diferem com o controle (minerais inorgânicos) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

De modo geral, o consumo de ração e o ganho de peso foram melhores ($P \leq 0,05$) entre as aves que receberam 45 e 90 mg/kg de zinco orgânico quando comparadas à 0 mg/kg. Em trabalho realizado com níveis crescentes de zinco orgânico (15; 30; 45 e 60 mg/kg na ração e níveis fixos de 0,2 mg/kg de selênio orgânico) Rossi et al. (2007) não encontraram diferença no desempenho das aves no período de 1 a 42 dias. Da mesma forma, Pacheco et al. (2011) não obtiveram diferença entre os níveis de suplementação de zinco orgânico no CR, GP, CA e viabilidade das aves.

Houve diferença ($P \leq 0,05$) com relação ao fornecimento de minerais na forma inorgânica, ou seja, dieta controle, sendo que aves que receberam 0 mg/kg de Se e 0, 45 ou 90 mg/kg de Zn orgânico apresentaram menor GP, CR e IEP quando comparadas ao controle. Em seus estudos, Moreira et al. (2001) não obtiveram diferença entre as fontes orgânica e inorgânica de selênio com relação ao CR e CA mas obtiveram diferença com relação ao GP e peso vivo dos frangos de corte no período de 1 a 42 dias.

Tabela 7. Desempenho de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 42 dias de idade.

1-42 dias de idade										
	Cont ¹	Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)		Média	Probabilidade				CV ² (%)
			0	0,3		Cont	Zn	Se	ZXS	
GP (g)	2938	0	2653 γ	2854	2754B	0,00	0,00	0,00	0,34	2,3
		45	2735 γ	2971	2853A					
		90	2672 γ	2952	2812AB					
		Média	2687b	2926a						
CR (g)	4752	0	4181 γ	4691	4436B	0,00	0,01	0,00	0,69	2,6
		45	4243 γ	4827	4535AB					
		90	4307 γ	4882	4594A					
		Média	4244b	4800a						
CA (g/g)	1,65	0	1,67	1,65	1,66	0,01	0,13	0,00	0,16	2,7
		45	1,75 γ	1,65	1,70					
		90	1,72	1,67	1,69					
		Média	1,71a	1,66b						
VB (%)	92,8	0	82,2 γ	96,7	89,4	0,00	0,10	0,00	0,46	6,8
		45	76,1 γ	93,3	84,7					
		90	83,9	95,0	89,4					
		Média	80,7b	95,0a						
IEP (%)	394,6	0	311,6 γ	397,3	354,4	0,00	0,44	0,00	0,39	8,2
		45	284,5 γ	399,4	342,0					
		90	311,1 γ	399,9	355,5					
		Média	302,4b	398,9a						

¹Cont - Controle, valores médios de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB). ²CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,05$). γ : Diferem com o controle (minerais inorgânicos) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Além do baixo desempenho apresentado pelas aves que receberam ração sem selênio e com níveis crescentes de zinco orgânico (0, 45 ou 90 mg/kg) foi possível observar redução no empenamento, aumento de refugagem, presença de diátese exsudativa e formação de crostas na pele das aves durante o período de criação das aves (Figura 3).

Deste modo, com relação ao desempenho das aves é possível observar levando em consideração todos os períodos de criação, que o mesmo foi melhor entre as aves que receberam suplementação de 0,3 mg/kg de selênio + 45 mg/kg de zinco orgânicos e 0,3 de Se orgânico + 90 mg/kg de Zn orgânico, o qual foi semelhante ao controle (0,3 mg/kg Se inorgânico e 60 mg/kg de Zn inorgânico), quando comparados às demais suplementações.

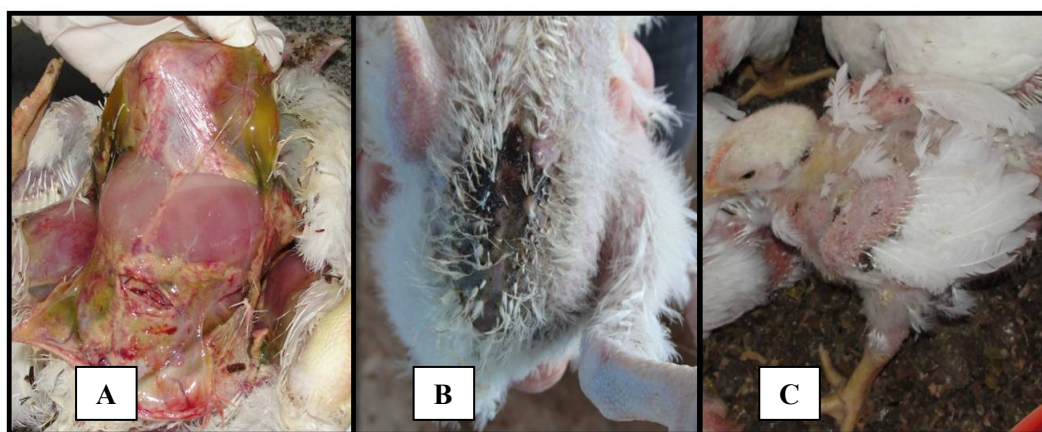


Figura 3. Ausência de selênio na ração das aves. Em A: cavidade torácica com presença de diátese exsudativa; B: Abdômen de frango de corte evidenciando a presença de crostas na pele; C: mau empenamento.

O rendimento de carcaça (Tabela 8) foi maior ($P \leq 0,05$) entre aves que receberam 0,3 mg/kg de selênio quando comparadas a dieta sem selênio (0 mg/kg), o que é esperado uma vez que, de acordo com Choct et al. (2004), o selênio proporciona

melhora na resistência da membrana celular e aos danos provocados pelos radicais livres, causando diminuição na perda de água do músculo e consequentemente melhorando o rendimento de carcaça.

Tabela 8. Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos zinco e selênio aos 42 dias de idade.

	Cont. ¹	Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)		Média	Probabilidade				CV (%) ²
			0	0,3		Cont.	Zn	Se	ZXS	
Carcaça	78,6	0	76,8 γ	77,7	77,3	0,001	0,085	0,002	0,969	2,6
		45	77,3	78,4	77,9					
		90	76,5 γ	77,5	77,0					
		Média	76,9b	77,9a						
Peito	42,2	0	40,9	41,7	41,3B	0,178	0,032	0,208	0,085	3,7
		45	42,4	41,9	42,1A					
		90	40,9	41,8	41,4AB					
		Média	41,4	41,8						
C + SC	29,0	0	29,3	28,9	29,1	0,933	0,578	0,972	0,313	4,8
		45	28,6	29,1	28,8					
		90	29,2	29,1	29,2					
		Média	29,0	29,0						
Asas	10,3	0	10,4	10,2	10,3	0,388	0,832	0,161	0,621	5,8
		45	10,3	10,3	10,3					
		90	10,5	10,2	10,3					
		Média	10,4	10,2						
Dorso	17,9	0	18,5	18,3	18,4A	0,337	0,042	0,156	0,484	7,3
		45	17,7	17,6	17,7B					
		90	18,6	17,9	18,3AB					
		Média	18,3	17,9						

¹Cont - Controle, Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste F. ²CV, coeficiente de variação.

γ : Diferem com o controle (minerais inorgânicos) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Com relação a suplementação de zinco orgânico aves que receberam 45 mg/kg apresentaram melhor rendimento de peito e menor de dorso ($P \leq 0,05$) quando comparadas as que receberam dieta ausente de zinco (0 mg/kg). Pode-se inferir que o

zinco possui papel fundamental no metabolismo das aves (Mateos et al., 2005) e ainda, a suplementação com 45 mg/kg de zinco orgânico foi suficiente pra garantir um bom rendimento de peito e menor de dorso pois não diferiu do controle inorgânico com maior quantidade de zinco (60 mg/kg) adicionada a ração. Comparadas ao controle inorgânico aves que receberam dieta com 0 mg/kg de Se orgânico e 0 ou 90 mg/kg de Zn orgânico apresentaram menor rendimento de carcaça.

Para avaliação de pododermatite não houve diferença ($P>0,05$) entre as dietas experimentais (Tabela 9). Entretanto, Oliveira et al. (2010) observaram que a adição de zinco orgânico melhorou a queratinização da pele e contribuiu para reduzir o grau de pododermatite em frangos. Ainda, de acordo com Rossi et al. (2007) a suplementação de zinco orgânico na dieta não melhorou o desempenho, mas proporcionou melhor qualidade tecidual da pele em frangos de corte.

Tabela 9. Incidência de lesão de pododermatite (%) em frangos de corte suplementados com dieta contendo microminerais orgânicos zinco e selênio.

Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)	Escore de lesão (%)		
		0	1	2
0	0	37,02	18,32	44,66
	0,3	35,34	20,08	44,58
45	0	49,34	21,83	28,82
	0,3	45,60	25,60	24,72
90	0	39,33	24,72	35,96
	0,3	49,80	22,49	27,71
Controle	-	41,00	26,82	32,18
Probabilidade ¹				0,99

¹Teste de Qui-quadrado (χ^2).

Com relação aos resultados para lesões de pele foram observadas diferenças ($P \leq 0,05$) com relação à percentagem de hematomas e contusões de asa (Tabela 10) para os demais parâmetros avaliados (arranhões, cortes na pele, dermatite, dermatose, celulite e contusões de coxa), não houve diferença. Foi observada menor incidência de hematomas nas carcaças suplementadas com 0,3 mg/kg de selênio e 0 mg/kg de zinco (Tratamento 4) quando comparadas as aves que não receberam zinco e selênio na dieta (Tratamento 1).

Resultados distintos foram observados por Rossi et al. (2007), os quais obtiveram redução nas condenações de carcaças e melhora no aspecto visual das carcaças nas aves que receberam suplementação de zinco orgânico de, no mínimo, 45 mg/kg. Com relação às contusões de asa, as aves suplementadas com 0,3 mg/kg de selênio e 90 mg/kg de zinco (Tratamento 6) apresentaram maior incidência quando comparadas ao Controle, ou seja as aves que receberam zinco e selênio inorgânico.

Tabela 10. Distribuição da incidência de lesões de pele em frangos de corte suplementados com dieta contendo microminerais orgânicos zinco e selênio.

Tratamento	Hematomas		Contusões de asas	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
1	26b	55a	76ab	5ab
2	33ab	52ab	77ab	8ab
3	36ab	48ab	80ab	4ab
4	51a	34b	77ab	8ab
5	45ab	40ab	76ab	9ab
6	36ab	48ab	71b	13a
Controle	45ab	38ab	81a	2b

Duas proporções seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si quanto aos respectivos tratamentos, fixada a categoria de resposta.

Com relação a análise de resistência da pele (Tabela 10) não foi observada melhora ($P>0,05$) em função dos níveis crescentes de zinco e selênio orgânico, aos 42 dias de idade. Entretanto, Rossi et al. (2007) obtiveram melhora na resistência da pele aos 42 dias para aves suplementadas com níveis crescentes de zinco orgânico, recomendando inclusão de níveis a partir de 45 mg/kg de zinco orgânico na dieta das aves para melhora na resistência da pele.

Tabela 11. Resistência da pele em frangos de corte aos 42 dias de idade e suplementados com dieta contendo microminerais orgânicos (zinco e selênio).

Zinco (mg/kg)	Selênio (mg/kg)	Diferença de lesão	
		cm	%
0	0	0,23	10,5
	0,3	0,23	10,3
45	0	0,37	16,4
	0,3	0,27	11,8
90	0	0,34	13,7
	0,3	0,27	12,1
Controle		0,31	13,7
Probabilidade ¹			
Zinco			0,069
Selênio			0,074
ZxS			0,447
CV ² (%)			96,3

¹Probabilidade ao nível de 5% de significância.

²CV: coeficiente de variação.

Houve diferença ($P\leq 0,05$) na avaliação da quantidade de colágeno da pele entre os níveis de selênio orgânico (0 ou 0,3 mg/kg) e controle (inorgânico). Aves que receberam suplementação de 0,3 mg/kg de selênio orgânico ou a dieta controle

diferiram das aves que receberam ração sem selênio, neste caso as aves que receberam selênio orgânico e dieta controle apresentaram maior quantidade de colágeno na pele.

Da mesma forma, foi observada diferença ($P \leq 0,05$) de colágeno entre os níveis de suplementação de zinco orgânico, sendo que as aves que receberam 45 mg/kg de zinco orgânico apresentaram maior quantidade de colágeno quando comparado as aves que não receberam suplementação de zinco na dieta. Esses resultados comprovam a eficácia dos minerais na melhora da qualidade da pele, já que a mesma apresenta grande quantidade de colágeno e queratina, sendo que o zinco e o selênio estão relacionados a síntese do colágeno (Leeson and Summers, 2005) e da queratina (Dahlke et al., 2005), respectivamente.

Tabela 12. Avaliação da espessura de colágeno e epiderme de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com dieta contendo microminerais orgânicos (selênio e zinco).

Zinco (mg/kg)	Colágeno (μ)			Epiderme (μ)		
	Selênio (mg/kg)		Média	Selênio (mg/kg)		Média
	0	0,3		0	0,3	
0	122,9	173,1	148,0B	12,6	12,5	12,5B
45	160,3	178,5	169,4A	13,4	13,9	13,6AB
90	139,2	171,6	155,4AB	15,0	14,4	14,7A
Controle			173,5			15,0
Média	140,8by	174,4a		13,6	13,6	
Probabilidade						
Zinco			0,037			0,001
Selênio			0,000			0,936
ZxS			0,163			0,624
CV (%)						

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. y: difere do controle pelo teste de Dunnet.

Foi observado aumento da espessura da epiderme ($P \leq 0,05$) com relação a quantidade de zinco orgânico, sendo que aves que receberam 90 mg/kg de zinco orgânico apresentaram a epiderme mais espessa quando comparada às aves que receberam dieta sem suplementação de zinco. Esses resultados são positivos pois, a epiderme é um tecido de proteção caracterizado por sua grande estabilidade estrutural (Strauss and Maltoltsy, 1981). O aumento na sua espessura pode proporcionar melhor resistência da pele, e melhora na taxa de renovação celular, e ainda melhora na resposta imune, pois de acordo com Hargis (1998) na camada basal se encontram as células de Langerhans importantes na modulação e mediação das respostas imunológicas da ave.

A descrição macroscópica da pododermatite foi semelhante para todos os tratamentos analisados, ou seja, para o escore 0, em que o coxim plantar apresenta-se sem lesão, a pele apresentou coloração amarelada e íntegra. Para o escore 1 a lesão inicial apresentou coloração levemente escurecida apresentando diâmetro de até 5mm e se mantendo restrita ao coxim plantar, enquanto que no escore 2, a lesão apresentou coloração marrom escuro, sendo o diâmetro da lesão acima de 5mm, podendo se estender para as articulações interfalângicas e társicas (Figura 4).

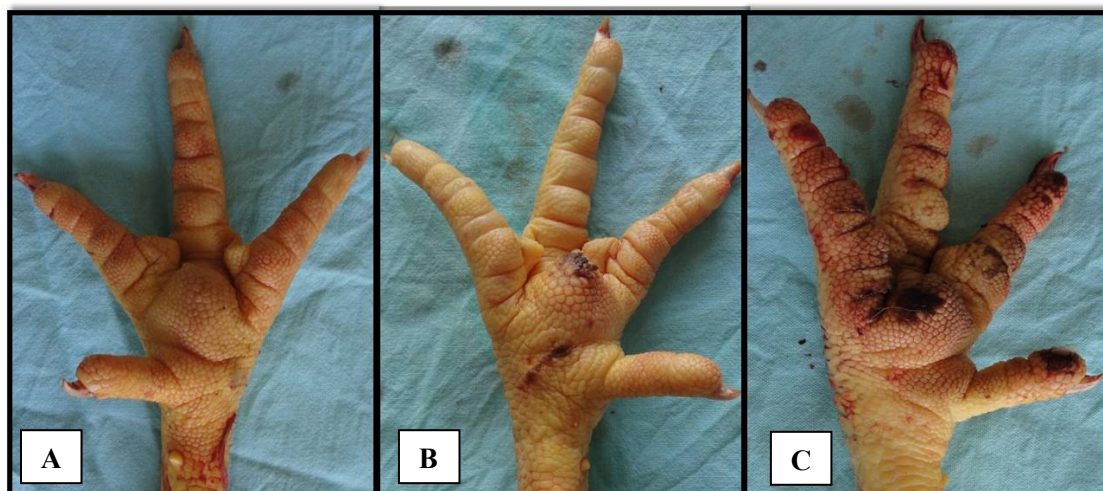


Figura 4. Fotografia de lesões macroscópicas da pata de frangos de corte após o abate (42 dias de idade). Em A: Escore 0 (ausência de lesão); B: Escore 1 (lesão inicial) e C: Escore 2 (lesão severa).

Nas avaliações histológicas de coxim plantar das aves foi possível observar para o escore 0, ou seja, nas patas sem lesão, dentre todos os tratamentos estudados uma semelhança de estrutura da epiderme, exceto para os tratamentos T1 e Controle. No tratamento T1 foi possível verificar a presença de todas as camadas constituintes da epiderme, porém as mesmas não apresentaram-se bem estruturadas. Por outro lado, o tratamento controle notou-se uma redução na espessura das camadas granulosa e espinhosa, além de uma diminuição das papilas dérmicas (Figura 5).

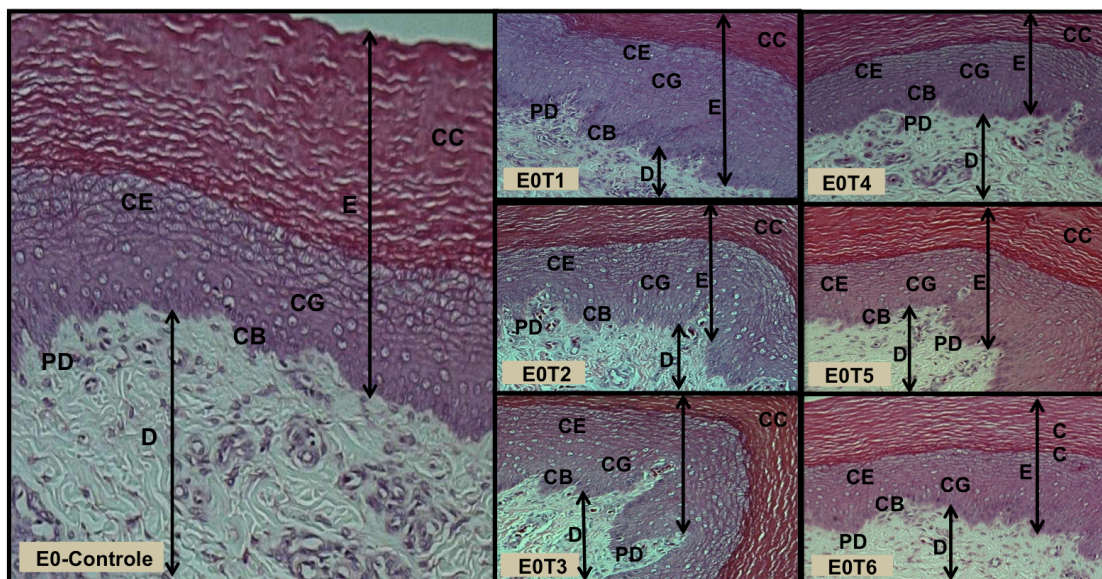


Figura 5. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, escore 0- sem lesão. Em: E0-Controle - escore 0 controle, E0T1 – escore 0 tratamento 1, E0T2 - escore 0 tratamento 2, E0T3 - escore 0 tratamento 3, E0T4 - escore 0 tratamento 4, E0T5 - escore 0 tratamento 5, E0T6- escore 0 tratamento 6. Observar: (E) epiderme, (D) derme, (CC) camada córnea, (CB) camada basal, (CE) camada espinhosa, (CG) camada granulosa e (PD) papila dérmica. H.E., 20x.

No escore de lesão 1 (inicial), a camada córnea apresentou-se rompida em todos os tratamentos no ponto central da lesão, no entanto nas bordas da lesão a camada córnea já se mostrava contínua. De modo semelhante nos tratamentos T1 e T2, observou-se um desarranjo da estrutura da epiderme e uma invasão das células da derme para a epiderme nos locais de lesão. Nos demais tratamentos embora a epiderme tenha mostrado estrutura alterada, ainda foi possível reconhecer as diferentes camadas que a constituía. Esse desarranjo se mostrou maior nos tratamentos T3 (sem inclusão de selênio), T4 (sem inclusão de zinco) e Controle (minerais inorgânicos) (Figura 6).

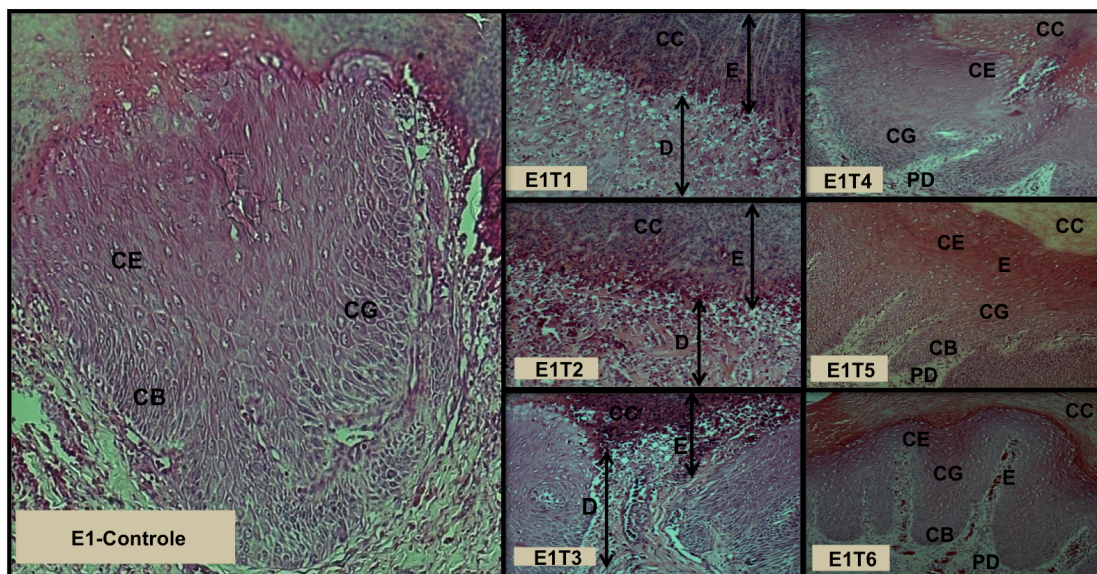


Figura 6. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, escore 1 – lesão inicial. Em: E1-Control – escore 1 controle, E1T1 – escore 1 tratamento 1, E1T2 - escore 1 tratamento 2, E1T3 - escore 1 tratamento 3, E1T4 - escore 1 tratamento 4, E1T5 - escore 1 tratamento 5, E1T6 - escore 1 tratamento 6. Observar: (E) epiderme, (D) derme, (CB) camada basal, (CC) camada córnea, (CE) camada espinhosa, (CG) camada granulosa. H.E., 20x.

No grau máximo de lesão do coxim plantar, ou seja escore 2, o desarranjo se mostrou ainda maior que no escore 1, com a presença de extensas áreas de necrose e aprofundamento da lesão até a derme. No entanto, nos tratamentos T5 e T6, ainda foi possível reconhecer embora com morfologia alterada, as células que compõem as camadas da epiderme. Deste modo é possível inferir que no escore de lesão inicial (1) e severo (2) os tratamentos T5 (0,3 mg/kg de Se e 45 mg/kg de Zn orgânicos) e T6 (0,3 mg/kg de Se e 90 mg/kg de Zn orgânicos) apresentaram melhores resultados a nível histológico, ou seja, a estrutura da epiderme estava mais preservada. Nas avaliações histológicas os melhores resultados foram obtidos para os tratamentos 5 e 6, pois diante do escore de lesão inicial (escore 1) e severo (escore 2) foi possível

observar melhora na região da lesão, ou seja, foram mais eficientes quando comparados as demais inclusões e ao controle (Figura 7).

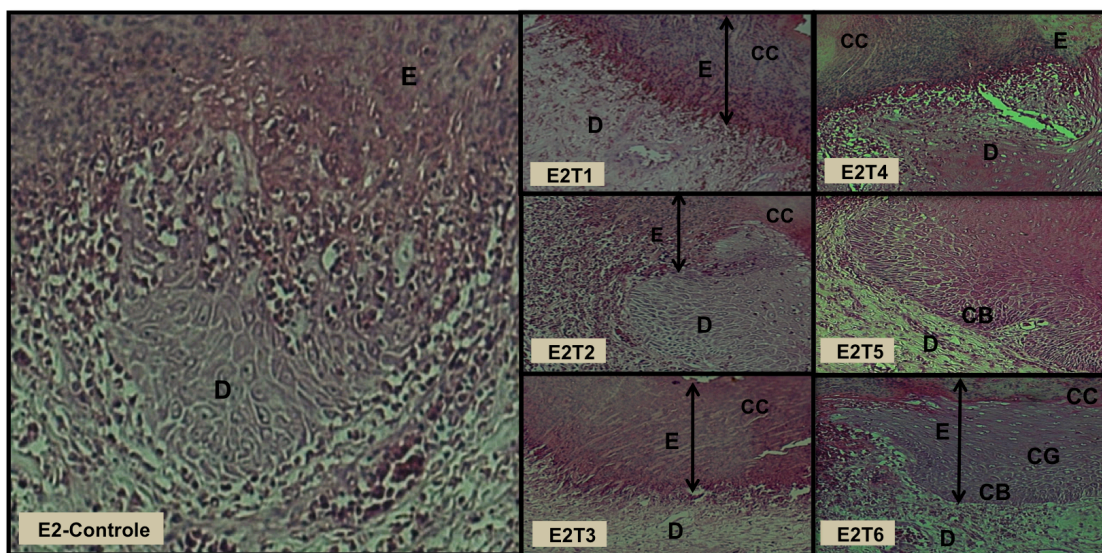


Figura 7. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, escore 2 – lesão severa. Em: E2-Controle - escore 2 controle, E2T1 – escore 2 tratamento 1, E2T2 - escore 2 tratamento 2, E2T3 - escore 2 tratamento 3, E2T4 - escore 2 tratamento 4, E2T5 - escore 2 tratamento 5, E2T6 - escore 2 tratamento 6. Observar: (E) epiderme, (D) derme, (CC) camada córnea, (CB) camada basal, (CG) camada granulosa. H.E., 20x.

CONCLUSÃO

A utilização de selênio e zinco orgânico não influenciou a incidência de pododermatite e de lesões de carcaça. Os resultados obtidos pelo uso de selênio e zinco orgânicos em menor quantidade que a fonte inorgânica não afetaram o desempenho, o rendimento de carcaça e partes e ainda, melhoram a estrutura histológica da região da pododermatite.

REFERÊNCIAS

- Bao, Y.M., Choct M., Iji P.A. and Bruerton K. 2006. Broiler chickens could benefit from organically-complexed copper, iron, manganese and zinc. Pages 222–225 in Proc. 18th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, Australia.
- Behmer, O.A, Tolosa, E.M.C., Freitas Neto, A.G. 2003. Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica. 2 ed. Barueri, Editora Manole, 331p.
- Bigili, S.F., Alley, M.A., Hess J.B., M. Nagaraj. 2006. Influence of age and sex on foot pad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. J. Appl. Poult. Res. 15, 433–441.
- Bilgili, S.F., Hess J.B., Blake J.P., Macklin K.S., Saenmahayak B., Sibley J.L. 2009. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 18, 583–589.
- Borges, C.A. Uso de Minerais Orgânicos na Avicultura. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/artigos/p0.htm> Acesso em: 21/11/11
- Choct, M., Naylor, J. 2004. The effect of dietary Se source and vitamin E levels on performance of male broilers. Asian-Australian J. Poult. Sci., 17(7):1000-1006.
- Choct, M., Naylor, A.J., Reinke, N. 2004. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. Bri. Poult. Sci., 45(5) 677-683.
- Dahlke, F. et al. 2005. Suplementação dietética de selênio para frangos de corte e seus efeitos sobre o empenamento. Arch. Vet. Sci. 10, (1)27-33.
- Estevez, I. Density allowances for broilers: where to set the limits. 2007. Poult. Sci. 86, 1265- 1272.

Goodman, L.A. 1964. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial populations. *Annals of Mathematical Statistics*. 35(2), 716-725.

Greene, J. A., R. M. Mccracken, and R. T. Evans. 1985. A contact dermatitis of broilers—Clinical and pathological findings. *Avian Pathol*. 14, 23–38.

Hargis, A.M. 1998. Sistema tegumentar. In: *Patologia veterinária especial de Thomson*. 2ed. Carlton, W.W. e Mc Gavin, M.D. Trad. Claudio S.L. de Barros. Porto Alegre: Artmed, p.486-540.

Hess, J.B., Bilgili, S.F., Parson, A.M., Downs, K.M. 2001. Influence of complexed zinc products on live performance and carcass grade of broilers. *J. Appl. Anim. Res*. 19, 49-60.

Leeson, S. and Summers, J. D. 2005. *Commercial poultry nutrition*. University Books, Guelph. 398p.

Liu, Z.H., Lu, L., Li, S.F., Zhang, L.Y., XI, L., Zhang, K.Y., Luo, X.G. 2011. Effects of supplemental zinc source and level on growth performance, carcass traits, and meat quality of broilers. *Poult. Sci*. 90, 1782–1790.

Marckzenko, Z. 1976. *Spectrometric Determination of Elements*. Chichester: Elli Horwood, 643p.

Martrenchar, A., Morisse, J.P., Huonnic, D., Cotte, J.P. 1997. Influence of stocking density on some behavioural, physiological and productivity traits of broilers. *Vet. Res*. 28 (5), 473-480.

Mateos, G. G., Lázaro, R., Astillero, J. R., Serrano, M. P. 2005. Trace mineral: what text books don't tell you. In: *Re-defining mineral nutrition*. Taylor-Pichard and L. A. Tucker. ed. Nottingham University Press. p. 21-62.

McDowell, L. R. 2003. Zinc. In: Minerals animal and human nutrition. ed. Elsevier Science, Amsterdam, p. 357-396.

MINITAB® Statistical Software [computer program], version 16. 2010. State College, PA: Minitab Inc.

Moreira, J., Custódio, D.S., Abreu, C.M.P., Bertechini, A.G., Oliveira, D.F., Cardoso, M. G. 2001. Efeito de fonte e níveis de selênio na atividade enzimática da glutathione peroxidase e no desempenho de frangos de corte. *Cienc. Agrotec.*, 25(3), 645-649.

Oliveira W.N.K., Silva J. L., Lucena C.A.L., K.R.L. Silva, F.N. Takata, Joaquim Evêncio-Neto. Uso do zinco orgânico na prevenção de lesões de pododermatite em aves. X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife, 18 a 22 de outubro. 2010.

Pacheco, B.H.C., Kobashigawa, E., Pavesi, M., Natori, M. M., Nakagi, V. S., Faria D. E. 2011. Níveis dietéticos de zinco sobre o desempenho de frangos de corte. *Anais do Premio Lamas*.

Polli, S.R. Boletim Informativo Nutron Pet, n.4, 2002. Disponível em: <http://www.animalworld.com.br/vet/ver.php?id=190>. Acesso em 15/04/2005

Rossi, P., Rutz, F., Anciuti, M.A., Rech, J.L., Zauk, N.H.F. 2007. Influence of Graded Levels of Organic Zinc on Growth Performance and Carcass Traits of Broilers. *Journal Appl. Poul. Res.* 16, 219–225.

Rostagno, H.S. et al. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3 ed. Viçosa: MG/UFV, Departamento de Zootecnia, 252 p.

Rutz, F., E.A. Pan, and G.B. Xavier. 2007. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. Revista Aveworld. Disponível em< <http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/141>> Acesso em: 20/11/2014.

Shepherd, E. M., and B. D. FAIRCHILD. 2010. Footpad dermatitis in poultry. Poul. Sci. 89, 2043–2051.

Silva F.A., Neves R.C.F., Quintero-pinto L.G., Padilha C.C.F., Jorge S.M.A., Barros M.M., Pezzato L.E., Padilha P.M. 2007. Determination of selenium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the bioavailability of this micronutrient in feed used in pisciculture. Chemosph. 68, 1542-1547.

Strauss, J. S., Maltoltsy, A.G. 1981. Pele. In: Histologia. 4ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, Koogan S. A. p. 485-516.

CAPÍTULO 3

**SUPLEMENTAÇÃO DE MINERAIS ORGÂNICOS E VITAMINA E NA
IDENTIFICAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE PODODERMATITE,
RENDIMENTO DE CARCAÇA, QUALIDADE DA CARNE E SISTEMA
IMUNE DE FRANGOS DE CORTE**

Suplementação de minerais orgânicos e vitamina E na identificação microbiológica de pododermatite, rendimento de carcaça, qualidade da carne e sistema imune de frangos de corte

RESUMO – Um experimento foi realizado com objetivo de avaliar a suplementação dos minerais orgânicos (selênio e zinco) aliados a vitamina E sobre a incidência e caracterização microbiológica da pododermatite, qualidade de carcaça e da carne e sobre o sistema imune de frangos de corte. Para isto, utilizou-se 1260 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb® 500. O programa alimentar foi dividido em quatro fases e o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2+1, sendo três níveis de suplementação de vitamina E (100, 150 e 200UI/kg de ração) e dois níveis de suplementação de microminerais inorgânico ou orgânico (controle- 0,3 mg/kg Se + 60 mg/kg de Zn inorgânicos ou 0,3 mg/kg de Se e 45 mg/kg de Zn orgânicos) e uma dieta controle, com seis repetições de 30 aves. Aos 10 dias de idade todas as aves foram vacinadas contra a Doença de Newcastle. Aos 41 dias de idade todas as aves foram avaliadas quanto a incidência de pododermatite. Aos 42 dias, um total de 420 aves foram abatidas no abatedouro experimental para avaliação da incidência de lesões de carcaça, resistência da pele, rendimento de carcaça e partes, qualidade de carne, quantificação microbiológica e histologia do coxim plantar e pele. Houve diferença ($P \leq 0,05$) para o escore de lesão grave. As aves que receberam dieta com minerais orgânicos e maior quantidade de vitamina E apresentaram menor incidência de pododermatite. Aves que receberam zinco e selênio orgânico apresentaram maior quantidade de colágeno e a epiderme mais espessa ($P \leq 0,05$). Houve redução da área cortical da Bursa para aves que receberam maior quantidade de vitamina E e fonte orgânica. Conclui-se que, aves que receberam dieta com zinco e selênio orgânico apresentaram menor incidência de pododermatite, aumento da quantidade de colágeno e espessura da epiderme e estão melhor preparadas para reagir frente a um desafio imunológico.

Palavras-chave: aves, cor, mineral orgânico, pododermatite, qualidade

Organic mineral and vitamin E supplementation on microbiological podermatite contamination, carcass yield, meat quality and immune system of broiler

ABSTRACT - The present study aimed at evaluating the effects of organic zinc and selenium supplementation combined with vitamin E on the incidence of pododermatitis, microbiological characterization, footpad and skin histology, skin lesions and skin strength, meat quality, carcass and cut yield and in immune system of broiler chicken. In total, 1260 one-day-old male Cobb® 500 broilers were housed. The feeding program included four phases and a completely randomized experimental design in a 3x2+1 factorial arrangement was applied, using three vitamin E supplementation levels (100, 150, 200UI/kg feed), two minerals supplementation inorganic or organic (control- minerals in inorganic form or 0.3 mg selenium yeast/kg plus 45 mg/kg organic zinc) and a positive-control diet (vitamin E and minerals in commercial premix), with six replicates of 30 birds each. At 10 days of age, all birds were immunized for Newcastle disease. At 41 days of age, all birds were submitted to footpad examination of both feet in the broiler house to pododermatitis incidence. At 42 days of age, a total of 420 birds, treatment) were sacrificed at the experimental processing plant, the carcasses were evaluated to the incidence of skin lesions; skin strength, carcass and cut yield, and it was collected samples to meat quality analyses, microbiological characterization, histological examination of foot pad and skin. Significant difference ($P \leq 0.05$) in lesion scores 3 (severe), broilers fed with organic mineral and high vitamin E level presented the lowest incidence of contact pododermatitis. The source organic or inorganic affected ($P \leq 0.05$) and broiler fed with organic zinc and selenium have the collagen layer and epidermis thicker. Birds fed with inorganic source and 150UI of vitamin E had the highest dermatosi incidence. It was concluded that broiler supplemented with organic zinc and selenium reduce the incidence of pododermatitis and increased thickness of collagen and epidermis.

Key words: birds, color, foot pad dermatitis, quality, organic mineral

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador mundial de carne de frango com 4,260 milhões de toneladas exportadas em 2015, volume 4% superior ao obtido em 2014 e o segundo maior produtor (ABPA, 2015). Apesar disso, a indústria avícola sofre com a alta incidência de condenações de carcaça parciais e totais devido a lesões de pele, resultando em perdas econômicas significativas. Dentre as lesões que causam condenações destacam-se os hematomas, arranhões, dermatites, dermatoses, celulites e pododermatite.

A pododermatite e as lesões de carcaça podem ser atribuídas a diversos fatores destacando-se dieta deficiente, alta densidade populacional, a baixa qualidade da cama, problemas de manejo e o funcionamento inadequado do sistema imune (Fallavena, 2001). É comum na cadeia avícola o aumento da densidade de criação das aves a fim de maximizar a produção, obtendo-se maior lucro bruto com o aumento da densidade (Moreira et al., 2004). Entretanto, os frangos de corte criados sob alta densidade podem sofrer uma série de prejuízos conforme relatado por alguns pesquisadores, como mau empenamento (Barbi & Zaviezo, 2000), prejuízos para o bem estar (Garcia et al., 2002) e redução do peso corporal (Moreira et al., 2004).

O uso de microminerais têm grande importância na alimentação de todos animais, pois estes participam de uma série de processos bioquímicos essenciais para o crescimento e desenvolvimento (Brito et al., 2006). As fontes de microminerais usadas normalmente na avicultura são as inorgânicas (Polli, 2002). Embora, essa forma apresente baixa biodisponibilidade para aves. Neste sentido, o uso de microminerais orgânicos que melhorem a absorção intestinal, o aproveitamento do alimento pela ave e, conseqüentemente, reduza a excreção de nutrientes, pode ser uma alternativa, para

melhorar a qualidade da cama, reduzir a incidência das lesões de pata e, ainda, pode trazer benefícios como melhora na qualidade da carne, da carcaça e aumento do rendimento de carcaça e partes (Bao et al., 2006; Borges, 2011).

Dessa forma, surge o interesse em estudar o efeito da suplementação da vitamina E, zinco, selênio orgânico e suas possíveis interações positivas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação desses minerais orgânicos aliados a vitamina E sobre a incidência e análise microbiológica da pododermatite, qualidade da carne, rendimento e qualidade de carcaça e sobre o sistema imune de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

AVES, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Processo nº 100/2012-CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Botucatu.

Um experimento foi realizado nas instalações da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, utilizou-se 1260 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb® 500, vacinados no incubatório contra as doenças de Marek e Gumboro. As aves foram criadas em densidade de 12 aves/m² e alojadas em aviário experimental de alvenaria, coberto com telhas de barro, apresentando 40m de comprimento e 8m de largura e pé-direito de 3,5m, dividido em 44 boxes. O material utilizado na cama foi maravalha de

eucalipto nova com aproximadamente 12 cm de espessura. Cada boxe foi equipado com uma campânula elétrica, comedouro tubular semiautomático e bebedouro tipo pendular. Na fase inicial foram utilizados comedouros tubulares infantis, os quais foram substituídos até o final da segunda semana de criação. O aquecimento inicial dos pintinhos foi realizado por campânulas elétricas providas de lâmpadas infravermelhas de 250W, presentes em cada box.

DELINEAMENTO, DIETA EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial $3 \times 2 + 1$, sendo três níveis de suplementação de vitamina E (100, 150 e 200 UI de vitamina E/kg de ração) e dois níveis dos microminerais selênio (Se) e zinco (Zn) (Controle- 0,3 mg/kg Se inorgânico + 60 mg/kg de Zn inorgânico ou Suplementado com 0,3 mg/kg de Se orgânico e 45 mg/kg de Zn orgânico) e uma dieta Controle com vitamina E (25 UI/kg de ração) e minerais inorgânicos (0,3 mg/kg de Se inorgânico + 60 mg/kg de Zn inorgânico), com 6 repetições de 30 aves cada, totalizando 1260 aves.

A fonte de zinco (Bioplex[®] Zn) e de selênio (Sel-Plex[®]) orgânico utilizada foi fornecida pela empresa *Alltech* do Brasil Agroindustrial Ltda. A fonte de Vitamina E (Rovimix[®] E-50) foi fornecida pela empresa *DSM* - Produtos Nutricionais do Brasil. Os suplementos comerciais foram produzidos pela empresa *Mcassab*[®] e fabricados de acordo com cada fase de criação e de acordo com as dietas experimentais, ou seja, suplemento sem inclusão de selênio e zinco (para as dietas com suplementação na forma orgânica), ou suplemento com adição desses microminerais na forma convencional (fonte inorgânica). Todos os suplementos vitamínicos continham

vitamina E, de forma que, em cada dieta experimental foi adicionado um dos níveis de vitamina E estudados (100, 150 ou 200 UI).

As rações experimentais foram produzidas na Fábrica de Rações da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu. Depois de fabricadas, as rações foram armazenadas em sala isenta de luz solar direta e cobertas com lonas para evitar ao máximo a exposição à luz. O programa alimentar foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias), sendo que as rações foram isoprotéicas e isocalóricas, e suas composições percentuais calculadas encontram-se na Tabela 1, seguindo as recomendações para frangos de corte machos de desempenho superior das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011).

As rações experimentais foram avaliadas em todas as fases de criação com relação aos ingredientes de interesse os microminerais zinco e selênio (Tabelas 2 e 3) e a vitamina E (Tabela 4). A avaliação do teor de zinco e selênio foi realizada no Laboratório de Espectrometria Atômica Aplicada do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências (IBB) da UNESP, Campus Botucatu.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações basais utilizadas em cada fase experimental.

Ingredientes	Fases			
	Pré-Inicial (1 a 7d)	Inicial (8 a 21d)	Crescimento (22 a 33d)	Final (34 a 42d)
Milho	53,527	56,544	59,270	63,422
Farelo de soja	39,453	36,165	32,658	29,090
Fosfato bicálcico	1,888	1,359	1,345	1,000
Calcário calcítico	0,920	1,080	0,900	0,884
Óleo de soja	2,625	3,376	4,365	4,284
Sal iodado	0,508	0,491	0,473	0,456
Suplemento vitamínico ^{1*}	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ^{2*}	0,050	0,050	0,050	0,050
DL-metionina (99%)	0,356	0,308	0,288	0,251
L-lisina (78%)	0,264	0,243	0,277	0,250
Treonina	0,099	0,074	0,064	0,063
Cloreto de colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,050
Inerte	0,100	0,100	0,100	0,100
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	-
Total (kg)	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2960	3050	3150	3200
Proteína Bruta (%)	22,40	21,20	19,80	18,40
Cálcio (%)	0,920	0,841	0,758	0,663
Fósforo disponível (%)	0,470	0,401	0,354	0,309
Sódio (%)	0,220	0,210	0,200	0,195
<i>Aminoácido Digestível</i>				
Lisina (%)	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina (%)	0,516	0,475	0,452	0,424
Metionina+Cistina (%)	0,953	0,876	0,826	0,774
Triptofano (%)	0,225	0,207	0,204	0,191
Treonina (%)	0,861	0,791	0,735	0,689
Arginina (%)	1,430	1,315	1,221	1,145

1- Suplemento vitamínico MC-MIX Frangos Mcassab[®] controle, fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente, níveis de garantia/kg de ração: vit. A (11.000, 11.000, 9.000 e 6.000 UI); vit. D₃ (2.000, 2.000, 1.600 e 1.000 UI); vit. E (16, 16, 14 e 10 mg); vit. K₃ (1,5; 1,5; 1,5 e 1.0 mg); Vit. B₁ (1,2, 1,2, 1,0 e 0,6 mg); vit. B₂ (4,5; 4,5; 4,0 e 2,0 mg); vit. B₆ (2,0; 2,0; 1,8 e 0,8 mg); vit. B₁₂ (16, 16, 12 e 6 mcg); ácido fólico (0,4, 0,4, 0,3 e 0 mg); ácido pantotênico (9,2; 9,2; 8,28 e 7,36 mg); biotina (0,06; 0,06; 0,05 e 0,03 mg); niacina (35, 35, 30 e 10 mg); selênio (0,25; 0,25; 0,20 e 0,40 mg).
*Suplemento vitamínico para demais tratamentos ausente de selênio e mesmo conteúdo por kg para os demais ingredientes.

2- Suplemento mineral MC-MIX mineral aves Mcassab[®] controle, níveis de garantia/kg de ração: Cu (9 mg); I (2 mg); Fe (30 mg); Mn (60 mg) Zn (60 mg). *Suplemento mineral Mcassab[®] para demais tratamentos ausente de zinco e mesmo conteúdo por kg para os demais ingredientes.

3- Anticoccidiano Aviax[®] Premix 5% para a fase pré-inicial, inicial e crescimento, na quantidade 0,5kg/t de ração.

Para o teor de zinco a análise foi feita por espectrometria de absorção atômica, pesando-se 0,1g de ração que foi colocado diretamente em balões de digestão para mineralização da matéria orgânica. Em seguida, adicionou-se 5mL de ácido nítrico supra puro mais 3,5mL de peróxido de hidrogênio 30%*m/m*. O extrato ácido resultante foi transferido para balões volumétricos de 10mL e os volumes foram acertados com água deionizada. Para as determinações de selênio foi utilizada a técnica de espectrometria atômica e em seguida o método por atomização em forno de grafite (Silva et al., 2007). Em ambas as determinações (zinco e selênio) feitas por espectrometria de absorção atômica utilizou-se o equipamento da Shimadzu AA-6800 e as condições descritas no manual do fabricante (Marckzenko, 1976).

A determinação de vitamina E nas rações foi realizada no Laboratório de Análises Químicas LTDA – LABTEC, localizado na cidade de Hortolândia/SP, a análise foi realizada por cromatografia líquida (HPLC) método desenvolvido pelo laboratório.

Quando avaliou-se as concentrações de zinco nas dietas suplementadas com zinco orgânico na quantidade de 45 mg/kg (em todas as fases de criação) pode-se observar valores médios de 62,67; 64,67; 56,33 e 68,00, nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente (Tabela 2). Os valores estão um pouco acima do valor suplementado (45 mg/kg) entretanto adequados pois estas variações são atribuídas a concentração de zinco contida nos ingredientes da ração, milho e farelo de soja principalmente. Para as dietas experimentais com adição de zinco na forma inorgânica (suplemento comercial), foram obtidos valores médios de 82,75; 82,75; 66,75 e 56,75 mg/kg nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente,

os quais variaram de acordo com a fase de criação e se encontram totalmente adequados (em todas as fases) às recomendações de Rostagno et al. (2011).

Tabela 2. Teores de zinco (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final.

Vitamina E	Minerais	Zinco (mg/kg)				Média
		Pré-inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)	Crescimento (22-35 dias)	Final (36-42 dias)	
100	Inorgânico	82±2	85±1	68±1	57±1	73,00
	Orgânico	58±1	69±2	51±1	68±1	61,50
150	Inorgânico	83±2	83±2	66±1	55±1	71,75
	Orgânico	64±2	55±1	57±1	70±1	61,50
200	Inorgânico	85±1	83±2	64±1	57±1	72,25
	Orgânico	66±2	70±2	61±1	66±1	65,75
Controle	-	81±2	82±2	69±1	58±1	72,50
Média		74,14	75,29	62,29	61,57	

*Análises realizadas no Laboratório de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências (IBB) da UNESP.

Para as dietas com adição de 0,30 mg/kg de selênio orgânico em todas as fases de criação os resultados variaram de 0,37 a 0,48 mg/kg, com pouca variação atribuída ao selênio contido nos ingredientes da ração (Tabela 3). Para as dietas experimentais com adição de selênio na forma inorgânica (suplemento comercial), foram encontrados valores médios de 0,45; 0,49; 0,40 e 0,26 mg/kg nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente, os quais variaram de acordo com a fase de criação e acompanharam a composição do suplemento vitamínico (específico para cada fase). Todas as dietas experimentais, independente da fonte de selênio utilizada

(orgânica ou inorgânica), estão de acordo com o proposto por Rostagno et al. (2011) com relação aos níveis de suplementação de selênio na ração de frangos de corte.

Tabela 3. Teores de selênio (mg/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final.

Vitamina E	Minerais	Selênio (mg/kg)*				Média
		Pré-inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)	Crescimento (22-35 dias)	Final (36-42 dias)	
100UI	Inorgânico	0,45±6	0,50±5	0,40±4	0,26±4	0,40
	Orgânico	0,48±7	0,43±6	0,37±4	0,42±5	0,43
150UI	Inorgânico	0,45±1	0,45±7	0,40±5	0,25±4	0,39
	Orgânico	0,45±6	0,44±6	0,48±5	0,44±4	0,45
200UI	Inorgânico	0,44±5	0,50±9	0,40±5	0,26±3	0,40
	Orgânico	0,48±8	0,47±7	0,43±6	0,46±4	0,46
Controle	Inorgânico	0,44±6	0,49±8	0,40±6	0,26±3	0,40
Média		0,46	0,47	0,41	0,34	

*Análises realizadas no Laboratório de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências (IBB) da UNESP.

Com relação a suplementação de vitamina E os valores ficaram dentro do esperado para as dietas experimentais suplementadas com 100UI de vitamina E/kg de ração com valores médios de 118,5UI/kg (Tabela 4). Entretanto, para as dietas experimentais suplementadas com 150 e 200 UI, os valores ficaram um pouco abaixo do valor adicionado nas dietas, com média de 138,6 e 167,0UI, respectivamente. Isso pode ser devido a sensibilidade a luz que a vitamina E apresenta e mesmo com os cuidados necessários durante o armazenamento da ração ocorrem perdas significativas. Com relação as médias de vitamina E em cada fase de criação é possível notar que os valores diminuíram acompanhando a fase e a mudança do

suplemento vitamínico (diferente para cada fase de criação) ficando dentro do esperado. A ração controle continha apenas a vitamina E do suplemento vitamínico comercial, por isso os valores médios de todas as fases ficaram 32,5% abaixo do recomendado por Rostagno et al. (2011).

Tabela 4. Teores de vitamina E (UI/kg) nas rações experimentais de frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final.

Vitamina E	Minerais	Vitamina E (UI/kg)*				
		Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final	Média
100UI	Inorgânico	167	100	120	100	118,5
	Orgânico	160	110	100	91	
	Média	163,5	105,0	110,0	95,5	
150UI	Inorgânico	155	132	130	117	138,6
	Orgânico	168	157	135	115	
	Média	161,5	144,5	132,5	116,0	
200UI	Inorgânico	172	204	154	146	167,0
	Orgânico	166	165	173	156	
	Média	169	184,5	163,5	151,0	
Controle	-	21	22	5	12	18,3

*Análises realizadas no Laboratório de Análises Químicas LTDA – LABTEC, Hortolândia/SP.

MANEJO DAS AVES

Tanto a água como a ração foram fornecidas à vontade e a iluminação foi de 24 horas durante os 3 primeiros dias e 20 horas para o restante do período de criação. Os dados de temperatura e umidade máxima e mínima foram registrados diariamente, utilizando-se um termohigrômetro de máxima e mínima. O protocolo experimental utilizado está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Protocolo nº 100/2012-CEUA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu.

Aos 10 dias de idade todas as aves foram vacinadas individualmente, por via ocular, contra a Doença de Newcastle (New-Vacin HB1[®] Biovet S.A.). Para se verificar se os minerais orgânicos selênio e zinco aliados a vitamina E melhoram o sistema imune dos frangos foram realizadas colheitas de sangue aos 10, 21 e 42 dias de idade. Para avaliação dos parâmetros hematológicos foram realizadas colheitas de sangue aos 21 e 42 dias de idade das aves.

Aos 41 dias de idade no aviário todas as aves tiveram as patas avaliadas quanto à integridade do coxim plantar. Quando houve lesão, esta foi medida com auxílio de régua, atribuindo-se desta forma os escores que variam entre 0 a 2, em que 0 é um coxim sem lesão, 1 equivale a uma lesão inicial, com diâmetro até 5mm e 2 a uma lesão grave, com diâmetro acima de 5mm. Durante a avaliação foram selecionadas cinco aves dentro de cada escore macroscópico em cada um dos tratamentos, as quais foram devidamente identificadas no aviário e destinadas a rotina histopatológica das lesões.

Durante a avaliação macroscópica do coxim plantar foram selecionadas e identificadas outras 10 patas de cada tratamento, dentro do escore de lesão 2 (grave) para colheita de material da região da lesão no dia do abate, para posterior quantificação relativa de DNA de bactérias do gênero *Clostridium perfringes*, *Staphylococcus spp* e da família Enterobacteriaceae pela técnica da PCR (*Polymerase Chain Reaction*) em tempo real. Foram colhidas amostras de cama de todas as unidades experimentais, para posterior quantificação das bactérias descritas anteriormente, pela técnica da PCR em tempo real.

Aos 42 dias de idade, um total de 420 aves, sendo 60 aves por tratamento e 10 por repetição, foram transportadas até o abatedouro experimental da FMVZ, UNESP

onde foram pesadas individualmente e posteriormente abatidas. As aves receberam jejum alimentar de 6 horas, foram eutanasiadas por corte da artéria carótida e veia jugular após atordoamento por eletronarcose, a seguir foram escaldadas, depenadas e evisceradas.

METODOLOGIAS DAS ANÁLISES

Avaliação histopatológica de lesões de coxim plantar

Durante o abate foram colhidos o coxim plantar de todas as aves previamente selecionadas e identificadas, para confecção das lâminas histológicas. Posteriormente as amostras colhidas foram fixadas em formalina tamponada 10% e todas as peças foram incluídas em parafina para serem cortadas com 5-7µm de espessura. Os cortes histológicos foram recolhidos em lâminas e corados com hematoxilina e eosina (HE). A avaliação das lesões foi realizada no Laboratório de Anatomia do Instituto de Biociências (IBB) de Botucatu – UNESP.

Avaliação da incidência de lesões de carcaça

Para avaliação da incidência de lesões de pele, todas as aves abatidas foram avaliadas quanto a presença ou ausência de hematomas, arranhões, cortes na pele, dermatite, dermatose, celulite e contusões de asa e coxa.

Análise de resistência da pele

Para avaliação da resistência da pele foram utilizadas 36 aves por tratamento, 6 aves de cada repetição, depois de abatidas foram submetidas a um corte feito com bisturi na região entre a sobrecoxa e dorso (aproximadamente 1 a 2 centímetros), o

qual foi posteriormente medido com o auxílio de um paquímetro (Figura 1A). Em seguida, as aves passaram pela escaldadeira e depenadeira e a incisão foi novamente medida com o auxílio do paquímetro (Figura 1B). A resistência da pele foi mensurada através da diferença da extensão da incisão antes e após a passagem das aves pela escaldadeira e depenadeira e expressa em porcentagem (%), seguiu-se a metodologia descrita por Rossi et al. (2007).

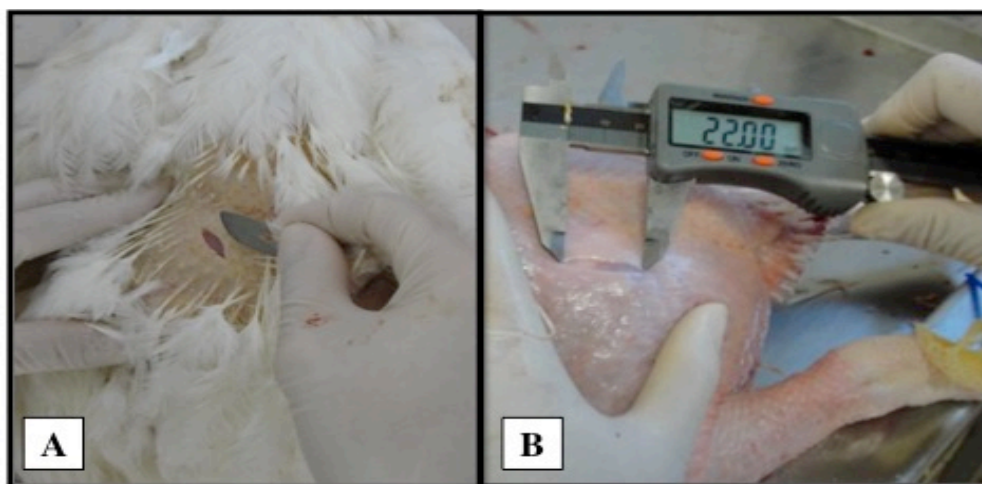


Figura 1. Avaliação da resistência da pele de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A: Corte inicial da pele, insição de 1 a 2 cm na região entre sobrecoxa e dorso; Em B: Mensuração da incisão com paquímetro após as aves passarem pela escalda e depena.

Avaliação da quantidade de colágeno da pele e espessura da epiderme

Para avaliação da quantidade de colágeno da pele foram colhidos segmentos de aproximadamente 2 cm de pele da região entre a sobrecoxa e dorso da ave, de 10 aves de cada tratamento experimental, as quais foram lavadas com água destilada, posteriormente fixadas em placas de polipropileno e mergulhadas em solução de

formalina tamponada a 10% por 24 horas. Após esse período, o material foi reduzido a fim de eliminar as bordas dilaceradas e foram lavados em água corrente por 48 horas, com a finalidade de retirar o fixador utilizado. Após fixação e secção, todo material foi desidratado por imersão em uma série crescente de álcoois, diafanizado em três trocas de xilol e incluído em *paraplast*. A microtomia foi realizada com auxílio de micrótomo automático (Leica, RM-2145) equipado com navalhas descartáveis, obtendo-se uma série de cortes com 4-5 µm de espessura. Os cortes foram colocados em álcool 30%, em seguida imersos em água destilada a 37°C e, posteriormente, distendidos sobre lâminas histológicas e levados para estufa, onde permaneceram por 60 minutos à temperatura de 60°C. Após esses procedimentos os cortes sofreram a desparafinização, através de duas passagens pelo xilol. Posteriormente, foram hidratados em álcoois de concentrações decrescentes e submetidos aos métodos de colorações com Tricrômico de Masson, de acordo com a metodologia preconizada por Behmer et al. (2003).

A mensuração da quantidade de colágeno foi realizada nas lâminas histológicas por meio de imagens do corte histológico, obtidas com auxílio do microscópio óptico com objetiva 20x acoplado a um sistema computadorizado de captura de imagem (Leica Qwin 3.0). Foram capturadas 10 imagens de cada lâmina e realizadas três leituras de cada imagem da camada da epiderme e derme (Figura 2).

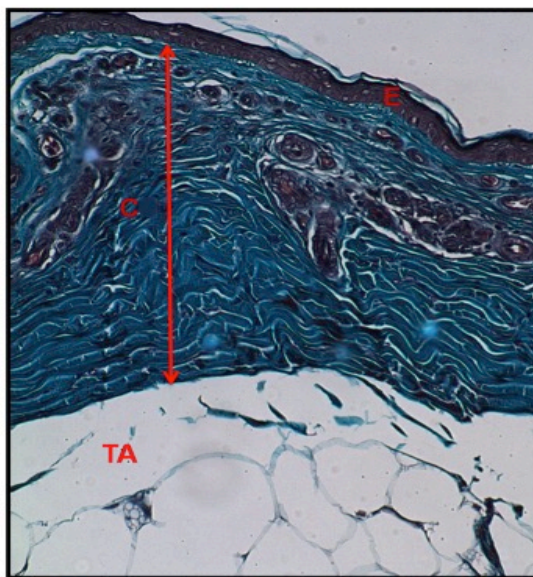


Figura 2. Fotomicrografia da pele da região da coxa de frangos de corte aos 42 dias de idade. Em: E – epiderme, C – colágeno, TA - tecido adiposo. T.Masson. 20x.

Avaliação do rendimento de carcaça e partes

Para isso foram utilizadas 36 aves por dieta experimental, sendo 6 aves de cada repetição. Todas as aves foram pesadas individualmente antes do abate e posteriormente foi efetuada a pesagem das carcaças sem cabeça, pés e gordura abdominal e a pesagem das partes (peito, dorso, asas, coxa-sobrecoxa). O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate [%RC = (peso carcaça*100/peso vivo)]. Rendimento das partes dorso, asas, coxa+sobrecoxa e peito foi calculado em função do peso da carcaça quente [%RP = (peso da parte*100/peso carcaça)].

Qualidade de carne

Para a análise de qualidade de carne foram utilizadas 24 aves por dieta experimental, quatro aves por repetição. Todas as carcaças foram resfriadas por 15 minutos à 10°C e 40 minutos a 0°C e, após o resfriamento os peitos foram desossados e os filés colocados em sacos plásticos identificados, acondicionados em caixa de isopor com gelo e transportados para o laboratório para as análises de qualidade da carne. Com 24 horas *post-mortem*, foram avaliados o pH, cor objetiva e perda de exsudato. Para as análises de perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar e TBARS (aos 30, 60 e 90 dias) as amostras foram congeladas à -20°C até a realização das análises.

Os valores de pH dos filés foram mensurados utilizando-se peagâmetro (Hommis, modelo 238) acoplado a uma sonda (Digimed, modelo CF1) diretamente no músculo *Pectoralis major*. A cor dos filés do peito foi determinada, em triplicata, por meio de um espectrofotômetro Minolta portátil CR 400 pelo sistema CIELab e avaliados os parâmetros L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) de acordo com metodologia proposta por Van Laack et al. (2000).

Amostras de 80 gramas do músculo *Pectoralis major* foram utilizadas para a análise de perda de exsudato. Para isso, cada amostra foi suspensa em rede e colocada em saco plástico inflado, por período de 48 horas à temperatura de 4°C, conforme metodologia descrita por Rasmussen & Anderson (1996). A determinação da percentagem de perda por exsudação foi realizada pela diferença entre o peso final e peso inicial da amostra conforme a seguinte equação: $\%PE = (Pf - Pi) \times 100 / Pi$, sendo que PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra.

Para a perda de peso por cocção, amostras de filés de peito foram colocadas em embalagens plásticas e cozidas em banho-maria à 85°C por 30 minutos, até atingirem uma temperatura interna final de 75 à 80°C. Posteriormente, os filés foram resfriados em temperatura ambiente e pesados novamente. A diferença entre o peso inicial (*in natura*) e final (cozido) correspondeu a perda de peso por cozimento (Honikel, 1987).

As amostras utilizadas para determinação da perda de peso por cozimento foram também usadas para determinar a força de cisalhamento. Após pesados os peitos foram embrulhados em papel alumínio mantidos sob temperatura de 5°C *over night*. Para essa avaliação foi utilizado o texturômetro TAXT *plus* (Stable Micro Systems), equipado com dispositivo *Razor Blade*, calibrado com peso padrão de 5kg e padrão rastreável, sendo avaliados a energia (N*mm) e a força de cisalhamento (N) (Cavitt et al., 2004). A velocidade de descida do dispositivo foi de 10mm/s e os filés foram posicionados com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas *Razor Blade*, realizaram-se cinco cortes na superfície cranial do filé em cada amostra.

Para quantificar o teor de oxidação lipídica da carne de peito foram utilizadas duas aves por unidade experimental (doze aves por tratamento). A determinação do valor de TBARS foi realizado pela técnica modificada de Madsen et al. (1998). Para isto, foram homogeneizados, durante um minuto, utilizando-se um misturador Ultra-Turrax 10,0g de amostra adicionadas de 50,0 mL de solução de ácido tricloroacético (7,5% de TCA, 0,1% de EDTA e 0,1% de propilgalato). Em seguida, esta mistura foi filtrada e uma alíquota de 5,0 mL foi misturada com 5,0 mL de solução de TBA (0,020 mol/L) e colocada em banho-maria (100°C) por 10 minutos. A absorbância das amostras foi medida a 532nm utilizando-se espectrofotômetro. O TBARS foi avaliado em duplicata e expresso em miligrama de malonaldeído (MDA) por quilograma de

carne utilizando-se como base uma curva padrão (concentração entre 0,1nmol/L e 6nmol/L) feita com 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

O Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) foi avaliado segundo Culler et al. (1978), para sua determinação foram separados 3g do músculo *Pectoralis major*, adicionados 30mL de TMFI (tampão de índice de fragmentação miofibrilar). As amostras foram homogeneizadas e centrifugadas a 1200XG por 17 minutos à temperatura de 2°C, descartando-se o sobrenadante. O sedimento foi dissolvido em 30mL de TMFI (2°C), utilizando um bastão de vidro até completa dissolução do sedimento e centrifugado novamente. Posteriormente, foi descartado o sobrenadante e o sedimento ressuspenso em 8mL de TMFI (2°C). As alíquotas foram filtradas e armazenadas em tubos (15mL) identificados e refrigerados. Em seguida, foi extraída a proteína, em duplicata para cada suspensão, foram colocados 0,75mL de TMFI e 0,25mL de amostra em tubo de ensaio e adicionado 4mL de reagente de biureto. Posteriormente foram realizadas as leituras em absorbância no comprimento de onda de 540nm, sendo obtidos os valores de MFI pelo seguinte cálculo $MFI = 200 \times \text{absorbância obtida}$.

Quantificação relativa de DNA de bactérias do gênero *Clostridium perfringes*, *Staphilococcus spp* e da família Enterobacteriaceae na cama e no tecido lesionado

Para a quantificação das bactérias eleitas da região do coxim plantar lesionado foram colhidas, no momento do abate, amostras de 10 aves por tratamento, sendo que todas patas receberam escore de lesão de pododermatite 2 (lesão grave). Após o abate as patas foram higienizadas com álcool e detergente, colhidas e reduzidas com auxílio

de lâminas de vidro estéreis. As mesmas foram acondicionadas em microtubos estéreis do tipo criotubo e armazenadas a -80°C até a extração do DNA.

O DNA bacteriano das amostras de cama foi extraído com *kit* de extração QIAamp® DNA Stool Mini Kit (QIAGEN) seguindo as recomendações do fabricante. O DNA bacteriano das amostras de tecido lesionado (colhidas da região de pododermatite) foi extraído com *kit* de extração QIAamp® cador Pathogen Mini Kit (QIAGEN).

Bactérias e condições de cultivo

A cepa bacteriana utilizada como controle positivo foi a *Escherichia coli* (ATCC 25922) que foi cultivada em caldo Brain Heart Infusion (BHI, Oxoid) a 36°C por 12 horas. Para isolamento das colônias, 0,1mL do caldo foi estriado em placas contendo ágar MacConkey (Himedia) e mantido em estufa a 37°C por 24 horas.

PCR em tempo real

Para pesquisa de bactérias da família Enterobacteriaceae foi utilizado um par de *primers* (EntF [5'CATTGACGTTACCCGCAGAAGAAGC-3'] e EntR [5'-CTCTACGAGACTCAAGCTTGC-3'], Invitrogen, Brasil), tamanho do fragmento amplificado de 195pb e temperatura de anelamento de 63°C (Wise & Siragusa, 2007). Para bactérias do gênero *Clostridium perfringes* foi utilizado um par de *primers* (ClosF [5'CGCATAACGTTGAAAGATGG'3] e ClosR [5'CCTTGGTAGGCCGTTACCC'3], Invitrogen, Brasil), tamanho do fragmento amplificado de 105pb e temperatura de anelamento de 55°C (Wise & Siragusa, 2005). Para pesquisa de bactérias do gênero *Staphilococcus spp* (StF [5'CAGGAGAAGTTAAAGAACAAGAAG-3'] e StR [5'

GTGAACGAACTAATTGAGATACG-3'], Invitrogen, Brasil) tamanho do fragmento amplificado de 118 pb e temperatura de anelamento de 60°C (Fazzeli et al., 2013).

A reação padrão de 20µL foi composta de 10µL de Go Taq qPCR Master Mix (Promega) 200nM de cada *primer* (*Forward* e *Reverse*), 5,02µL de água isenta de nucleases, 4µL de DNA extraído das amostras e 0,18µL de CXR Reference Dye (Promega). As reações para quantificação relativa foram executadas em placas ópticas e conduzidas em um aparelho ABI 7300 (Applied Biosystems), seguindo as condições térmicas de ciclagem pré determinadas: 95°C por 2 minutos; 40 ciclos de 95°C por 15 segundos; temperatura de anelamento específica de cada *primer* por 1 minuto, seguidos de curva dissociação de 95°C, 60°C com leitura de fluorescência a cada 0,1°C.

Para quantificação relativa dos grupos alvo (Tabela 5), foram utilizadas amostras contaminadas artificialmente com as bactérias usadas como controle positivo. A partir dessas amostras foram construídas curvas com cinco pontos por meio de diluições sucessivas. Valores da quantificação relativa das bactérias foram obtidos usando o *software* SDS versão 1.2.3 (DetectionSystems Sequência 1.2.3 - 7300 Real Time PCR System - Applied Biosystems, EUA). As amostras controle de Enterobacteriaceae, *Clostridium perfringes* e *Staphilococcus spp* receberam valor relativo de 100, todos os valores foram calculados em relação a amostra controle.

Tabela 5. Bactérias alvo dos *primers* utilizados.

qPCR	Gêneros
Enterobacteriaceae	<i>Escherichia</i> , <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Citrobacter</i> ,
	<i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Erwinia</i> , <i>Serratia</i> , <i>Hafnia</i> ,
	<i>Edwardsiella</i> , <i>Proteus</i> , <i>Providencia</i> , <i>Morganella</i> ,
	<i>Yersinia</i> .

Fonte: Rintilla et al., (2004).

Parâmetros sanguíneos

Foram colhidos 5mL de sangue, pela punção da veia braquial, de duas aves por unidade experimental. Cada ave foi identificada na primeira colheita por anilha numerada para evitar variação individual utilizou-se sempre a mesma ave. As amostras foram acondicionadas em tubos de ensaio, deixadas em descanso para a formação de coágulo, posteriormente foram centrifugadas durante 10 minutos a 1500 rpm, para separação do soro. O soro foi acondicionado individualmente em criotubos, identificados de acordo com o tratamento e repetição, imediatamente congelados e posteriormente enviados ao laboratório AVIPA - Avicultura Integral e Patologia, Campinas – SP, para avaliação de títulos séricos de anticorpos contra o vírus da Doença de Newcastle pelas técnicas de ensaio imunoenzimático - *Kit* ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) produzido pela empresa Idexx Laboratórios e utilizando metodologia descrita por Purchase et al. (1989) e teste de inibição de hemaglutinação (HI).

Para avaliação dos parâmetros hematológicos foi realizada colheita de sangue de uma ave por box experimental, essas aves foram identificadas para próxima

colheita, foram colhidos 2mL de sangue, através da veia braquial, com seringa contendo anticoagulante na proporção de 20 µL EDTA-K3 a 5% para cada 1mL de sangue. As amostras de sangue foram acondicionadas em microtubos devidamente identificados por tratamento e repetição, imediatamente levadas ao Laboratório Clínico Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu.

O hemograma completo foi realizado por técnica manual com diluição de 10µL de sangue em 1mL de azul de toluidina a 0,01%. A contagem das células foi determinada em câmara de Neubauer conforme o método de Natt & Herrick (1952) e incluiu contagem de eritrócitos, leucócitos totais e trombócitos. A contagem de eritrócitos foi realizada em 5 quadrantes do retículo central da câmara de Neubauer e multiplicada por 5.000 para se obter a contagem por microlitro de sangue. Os leucócitos foram contados em todo o retículo central e multiplicados por 1.000 e os trombócitos foram quantificados em todo o retículo central em ambos os lados da câmara e multiplicados 500. A leitura de hematócrito foi realizada em capilar pelo método do microhematócrito e a determinação das proteínas plasmáticas totais por refratometria. A dosagem de hemoglobina foi realizada por meio do método da cianometahemoglobina após a centrifugação da reação, devido à interferência de leitura pela presença dos núcleos livres após a lise dos eritrócitos em aves (Fudge, 2000). Para a confecção dos esfregaços, as lâminas foram devidamente identificadas e acondicionadas em caixas apropriadas. O diferencial de leucócitos foi feito em 100 células de esfregaço sanguíneo corado pelo corante *Wright*. A contagem foi realizada em microscópio utilizando-se aumento 100x em óleo de imersão.

Percentagem do córtex do folículo linfóide bursal

Para esta avaliação, foi colhida a bursa de Fabricius de 10 aves por dieta experimental, aos 42 dias de idade. O procedimento de colheita e confecção das lâminas histológicas foi o mesmo utilizado na análise histopatológica de coxim plantar. Assim, foram analisados 15 folículos completos por lâmina. Para leitura, foram escolhidos folículos em que o corte passou pela região central, apenas os folículos íntegros foram avaliados. Os folículos selecionados foram circundados por uma linha obtendo-se a área folicular total. Em seguida, foi delimitada a porção medular do mesmo folículo, passando uma linha sobre a membrana basal que divide a área cortical da medular para cálculo da percentagem de córtex folicular.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de incidência de pododermatite foram submetidos ao Teste de Qui-quadrado (χ^2) e as lesões de carcaça ao teste de Goodman para o contraste entre (Goodman, 1964) e dentro das populações multinomiais (Goodman, 1965). As variáveis com dados em percentagem (rendimento de carcaça e partes, perda de peso por cocção, perda de exsudato, hematócrito) e as que não seguiam a distribuição normal foram transformadas pela expressão $\sqrt{x + 0,5}$. Os dados transformados e de resistência da pele, qualidade de carne, parâmetros sanguíneos e imunológicos foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5% de significância, sendo complementada pelo Teste Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o *Software* Estatístico Minitab 16 (Minitab, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação da incidência de pododermatite foi observada diferença ($P \leq 0,05$) entre as aves que receberam dieta com minerais inorgânicos e suplementação de 150UI de vitamina E quando comparadas as aves que receberam mesma fonte mineral e 200 UI de vitamina E, sendo que as aves que receberam dieta com maior quantidade de vitamina E apresentaram maior incidência de pododermatite (Tabela 6 e 7). Aves que receberam dieta suplementada com 200 UI de vitamina E e fonte inorgânica apresentaram maior incidência de pododermatite quando comparadas as que receberam a fonte orgânica com a mesma quantidade de vitamina E (200UI).

Esta redução da incidência de pododermatite parece estar totalmente relacionada a melhora na qualidade da pele efeito atribuído ao zinco e selênio orgânico adicionado na ração. O coxim plantar das aves apresenta grande quantidade de colágeno e o zinco está envolvido na formação da queratina e do colágeno (Close, 1999), sendo que o mesmo, além de participar da formação da queratina, tem efeito direto na integridade da pele (Johnson and Fakler, 1998; Mateos et al., 2005). Já o selênio pode estar envolvido com a formação da queratina das penas, pois, Edens et al. (2000) suplementaram frangos de corte com selênio orgânico e obtiveram melhora na taxa de empenamento. Sendo que, os autores atribuíram este resultado à rápida incorporação do selênio orgânico na queratina utilizada para o crescimento das penas.

Neste sentido, acredita-se que a dieta contendo minerais na forma orgânica independente da suplementação de vitamina E proporcionou menor incidência de pododermatite.

Tabela 6. Incidência de pododermatite (%) em frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Mineral	Vitamina E (UI/kg)	Escore de lesão (%)		
		0	1	2
Inorgânico	100	7,14	30,10	62,76
	150	13,97*	33,42	52,60
	200	3,08*	33,85	63,08
Orgânico	100	9,87	30,89	59,24
	150	10,18	27,15	39,22
	200	12,89*	39,22	47,90*
Controle		11,44	31,91	56,65

*Diferente em relação ao outro tratamento de acordo com o teste do Qui-quadrado (χ^2) a 5% de significância.

Tabela 7. Teste do Qui-quadrado (χ^2) para os dados de pododermatite*.

	Vitamina E (UI)	Inorgânico			Orgânico		
		Vitamina E (UI)			Vitamina E (UI)		
		100	150	200	100	150	200
	Controle	0.507	0.803	0.074	0.910	0.684	0.457
Inorgânico	100		0.194	0.399	0.760	0.710	0.089
	150			0.019	0.549	0.346	0.696
	200				0.148	0.103	0.014
Orgânico	100					0.843	0.274
	150						0.106

* Valores de P.

A descrição macroscópica da pododermatite foi semelhante para todas as dietas experimentais analisadas, ou seja, para o Escore 0, no qual o coxim plantar apresenta-

se sem lesão, a pele apresentou coloração amarelada e íntegra. Para o Escore 1 a lesão inicial apresentou coloração levemente escurecida apresentando diâmetro de até 5 mm e se mantendo restrita ao coxim plantar, enquanto que no Escore 2, a lesão apresentou coloração marrom escuro, sendo o diâmetro da lesão acima de 5 mm (Figura 3).

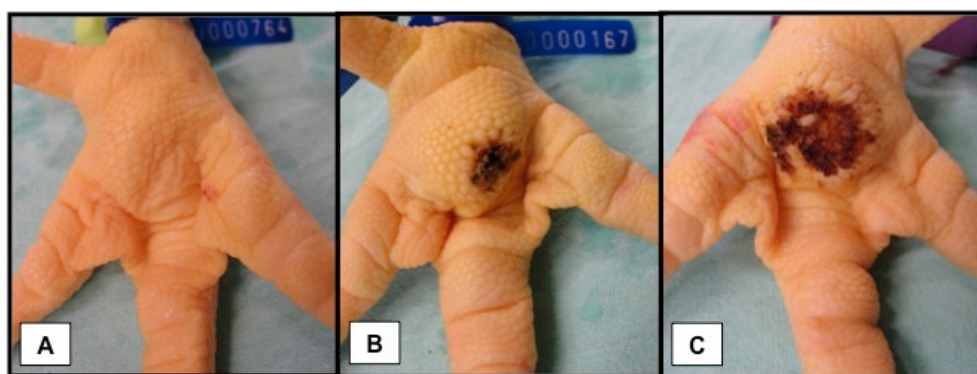


Figura 3. Fotografia de lesões macroscópicas do coxim plantar de frangos de corte após o abate (42 dias de idade). Em A: Escore 0 (ausência de lesão); B: Escore 1 (lesão inicial) e C: Escore 2 (lesão severa).

Para as avaliações histológicas de coxim plantar das aves no Escore 0, ou seja, nas patas sem lesão, foi possível observar a integridade de todas as camadas da epiderme, sendo elas: camada germinativa (CG), a qual tem o potencial de divisão mitótica, camada espinhosa (CE), cujas células são caracterizadas por expansões citoplasmáticas, camada granulosa (CGr), cujo citoplasma apresenta grânulos de queratohialina, camada lúcida (CL), cujas células são anucleadas e perdem grande parte de suas organelas e camada córnea (CC), onde as células são mortas e totalmente preenchidas por queratina (Figura 4). No Escore 0 não foi possível observar diferenças morfológicas entre as dietas experimentais, com minerais orgânicos ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

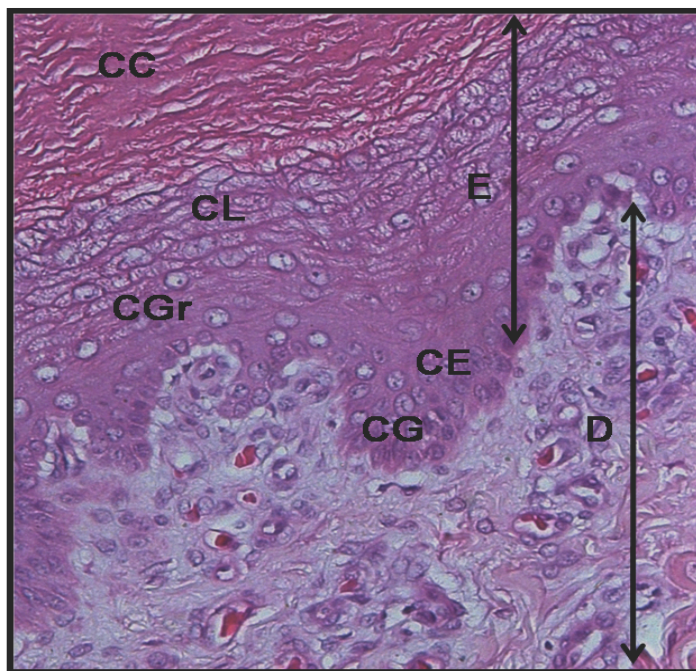


Figura 4. Fotomicrografia do coxim plantar sem lesão de frangos de corte aos 42 dias de idade. Epiderme (E), derme (D), camada germinativa (CG), camada espinhosa (CE), camada granulosa (CGr), camada lúcida (CL), camada córnea (CC). HE, 40X.

No Escore de lesão 1 a camada córnea apresentou-se rompida em todas patas no ponto central da lesão. No entanto, nas bordas da lesão a camada córnea já se mostrava contínua, mostrando que a resposta inflamatória foi limitada a área de necrose e não observou-se a presença de papilas dérmicas. No grau máximo de lesão do coxim plantar, ou seja Escore 2, o desarranjo se mostrou ainda maior, com a presença de extensas áreas de necrose e aprofundamento da lesão até a derme e a região da necrose rica em restos celulares.

Quando se comparou os três escores de lesão (Figura 5) foi possível notar para o Escore 0 (sem lesão) a presença de todas as camadas da epiderme (citadas

anteriormente) íntegras. Para os Escores 1 e 2 a fotomicrografia mostra a região próxima a lesão, o que permitiu avaliar a estrutura celular de toda extensão da pododermatite. Para o Escore 1, também notou-se a presença das camadas da epiderme mas com diminuição da camada córnea e germinativa, e ainda redução do número de células da camada granulosa e um aumento no número de células anucleadas. No Escore 2, lesão severa, as alterações caracterizaram-se pela presença da camada córnea com sua espessura modificada, ausência das outras camadas da epiderme, além da invasão de células da derme para a proximidade da camada córnea. Esses resultados corroboram com o encontrados por Martins et al. (2011), em que foram constatadas alterações morfológicas progressivas de acordo com os escores mais severos. Em contrapartida, Teixeira (2008), não observou diferença histológica no comprometimento dos pés pelas lesões que justificassem a separação entre os pés com lesões iniciais e severas.

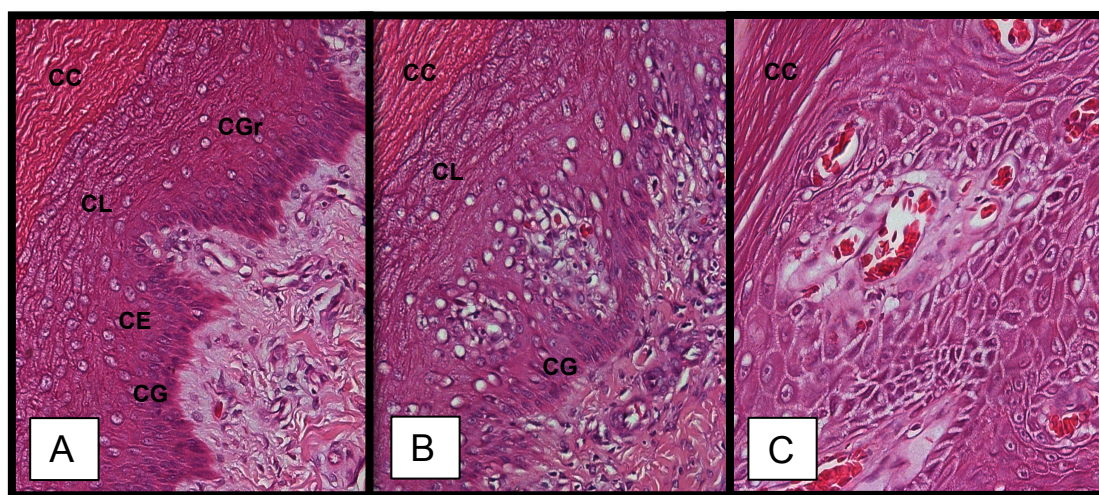


Figura 5. Fotomicrografia do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade. A: Escore 0-sem lesão, B: Escore 1- lesão inicial, C: Escore 2- lesão grave. Sendo, camada germinativa (CG), camada espinhosa (CE), camada granulosa (CGr), camada lúcida (CL), camada córnea (CC). HE, 40X.

Incidência de lesões de carcaça

Não foram observadas diferenças para os parâmetros avaliados (arranhões, cortes na pele, dermatite, dermatose, celulite, contusões de asa e coxa) entre as dietas experimentais. Resultados distintos foram observados por Rossi et al. (2007) que obtiveram redução nas condenações de carcaça e melhora no aspecto visual das carcaças nas aves que receberam suplementação de no mínimo 45 mg/kg de zinco orgânico.

As aves que receberam dieta com minerais inorgânicos aliados a suplementação de 150UI de vitamina E não diferiram com relação a presença ou ausência da dermatose (Tabela 8). Para as demais dietas a presença de dermatose foi sempre menor, ou seja, maior o número de aves sem dermatose ($P \leq 0,05$).

Tabela 8. Distribuição da incidência de dermatose em frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)	Minerais	Dermatose (%)		
		Ausente	Presente	TOTAL
100	Inorgânico	15,5aA	9,3aB	24,8
	Orgânico	13,6aA	16,3aB	29,9
150	Inorgânico	11,7aB	27,9aB	39,6
	Orgânico	14,1aA	13,9aB	28
200	Inorgânico	15,5aA	9,3aB	24,8
	Orgânico	15,5aA	7,0aB	22,6
Controle	-	14,1aA	16,3aB	30,4

Duas proporções seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si quanto aos respectivos tratamentos, fixada a categoria de resposta.

Resistência e quantidade de colágeno da pele

Não foi observada melhora ($P>0,05$) na resistência da pele (Tabela 9) em função dos minerais (zinco e selênio) orgânicos, ou dos níveis de vitamina E e isso pode ser devido ao desvio padrão elevado desta análise. Entretanto, uma melhora na resistência era esperada pois o zinco, selênio e vitamina E (a qual maximiza a ação do selênio) estão diretamente relacionados a integridade da pele. Pois, Rossi et al. (2007) observaram melhora na resistência da pele em frangos de corte aos 42 dias, quando trabalharam com suplementação de zinco orgânico.

Tabela 9. Resistência da pele em frangos de corte aos 42 dias de idade, suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI)	Minerais	Diferença da lesão (cm)	Aumento do corte (%)
100	Inorgânico	0,49	27,2
	Orgânico	0,52	29,5
150	Inorgânico	0,64	24,0
	Orgânico	0,38	23,4
200	Inorgânico	0,45	23,6
	Orgânico	0,42	23,3
Controle	Inorgânico	0,47	26,1
Vitamina E (V)			0,067
Minerais (M)			0,209
VxM			0,836
CV ¹ (%)			86,2

¹CV: coeficiente de variação.

Para avaliação da quantidade de colágeno da pele (Tabela 10) foi observada diferença ($P \leq 0,05$) entre a fonte de mineral utilizada inorgânica ou orgânica, pois as aves que receberam zinco e selênio na forma orgânica apresentaram maior quantidade de colágeno na pele. Este resultado era esperado e pode ser comprovado neste experimento, pois a pele apresenta grande quantidade de colágeno e queratina e o zinco e o selênio estão diretamente relacionados a síntese do colágeno e da queratina, respectivamente. Na forma orgânica o zinco está ligado a uma metalotioneína, é liberado mais rapidamente pelo tecido ósseo e muscular, principais tecidos responsáveis por reter, acumular e liberar quando necessário o zinco. Da mesma forma, o selênio na forma orgânica apresenta maior biodisponibilidade, pois esse passa a ser absorvido de forma ativa na membrana do intestino (Spencer and Blau, 1962), melhorando sua eficiência de utilização pelo organismo (Boiago, 2006).

Da mesma forma, foi observado aumento da espessura da epiderme ($P \leq 0,05$) com relação a fonte de mineral utilizada inorgânica ou orgânica, as aves que receberam zinco e selênio na forma orgânica apresentaram a camada mais espessa. Esses resultados são positivos pois a epiderme é um tecido de proteção caracterizado por sua grande estabilidade estrutural e resistência química (Strauss and Maltoltsy, 1981).

Tabela 10. Avaliação da espessura de colágeno e epiderme da pele de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)/Minerais	Colágeno (μ)			Epiderme (μ)		
	Inorgânico	Orgânico	Média	Inorgânico	Orgânico	Média
100	93,31	111,27	99,8	7,82	10,33	9,1
150	93,21	94,64	93,9	8,90	9,44	9,2
200	93,36	121,98	104,9	9,01	9,41	9,2
Controle			105,6			8,9
Média	93,28B	105,80A		8,6B	9,7A	
Probabilidade						
Vitamina E (V)			0,162			0,960
Minerais (M)			0,009			0,005
VXM			0,170			0,059
CV ¹ (%)			21,25			16,51

¹CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Parâmetros sanguíneos

Os níveis de vitamina E, selênio e zinco orgânico testados não influenciaram os títulos de inibição da hemaglutinação (HI) das aves vacinadas contra a Doença de Newcastle em nenhum dos dias de colheita analisados (7, 21 e 42 dias de idade) (Tabela 11). Da mesma forma, Funari Jr. et al. (2009) não encontraram diferença da suplementação de fontes minerais (orgânica ou inorgânica) e níveis de selênio na resposta imune humoral de frangos de corte vacinados aos 14 dias de idade contra doença de Newcastle. Entretanto, Boren and Bond (1996) observaram melhora na proteção do sistema imune das aves com o aumento de suplementação de vitamina E, o qual foi evidenciado pela maior taxa de sobrevivência das aves vacinadas contra a

doença de Newcastle. Latshaw (1991) e Bains (1995) relatam que a inclusão de níveis mais altos de vitamina E (150 – 300 mg/kg) na ração de frangos de corte é eficaz para elevar a resposta imune, sobre às infecções causadas por vírus da doença de Newcastle, vírus da doença Infecciosa da Bursa, *Escherichia coli* e outras.

Tabela 11. Valores de inibição da hemaglutinação (HI) (expressos em $\log_2$) de frangos de corte vacinados contra a Doença de Newcastle e suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânico e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)	Minerais	Dias de idade		
		7	21	42
100	Inorgânico	6,04	7,14	9,69
	Orgânico	5,89	7,06	10,29
150	Inorgânico	6,83	7,33	10,54
	Orgânico	6,79	7,66	10,40
200	Inorgânico	6,57	7,08	10,15
	Orgânico	6,85	7,67	10,30
Controle	-	6,49	7,57	10,17
Probabilidade				
Vitamina E (V)		0,103	0,451	0,358
Minerais (M)		0,929	0,287	0,449
VxM		0,872	0,576	0,531
CV ¹ (%)		16,12	14,54	10,96

¹CV: coeficiente de variação.

Bains (1995) relata que o efeito da vitamina E é mais pronunciado quando os antígenos são administrados em concentrações mais altas ou quando o estresse imunológico é maior. Isso pode ser um dos fatores para ausência de efeito pois, no

presente trabalho não foi feita nenhuma relação com fator depressor do *status* imunológico, apenas a vacinação aos 10 dias contra a DNC, como forma de desafio.

Com relação aos resultados do perfil hematológico das aves aos 21 dias de idade (Tabela 12) houve diferença entre os níveis de vitamina E e a taxa de hemoglobina (Hb), o qual foi maior nas aves que receberam 200 UI/kg quando comparadas as aves que receberam 150 UI, porém aves que receberam 100 UI não diferiram das demais. A concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) também diferiu, pois as aves que receberam 150 UI de vitamina E apresentaram maior concentração do que aves que receberam 100 UI. Os níveis de vitamina E também diferiram com relação ao controle, o qual apresentou valor de 29,5 g/dL, neste caso aves que receberam 150UI (27,5 g/dL) não diferiram do controle e as demais suplementações apresentaram menores valores ($P \leq 0,05$). Outros autores como, Lagana et al. (2005) não observaram alteração em nenhum dos parâmetros hematológicos estudados (hematócrito, hemoglobina, leucócitos totais, heterófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos, linfócitos, relação heterófilo/linfócito) aos 35 dias, quando suplementaram frangos de corte com dietas contendo vitamina C, vitamina E, zinco e selênio orgânicos.

Tabela 12. Variáveis hematológicas de frangos de corte aos 21 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Variável	Controle	Vitamina E (UI/kg)			V	Mineral		M	VxM	CV ¹² (%)
		100	150	200		Inorg.	Org.			
Hm ¹ (μL)	2195500	1998250	2162750	1731000	ns	1993666	1923666	ns	ns	15,0
Hb ² g/dL	41387	41378ab	41312b	41443a	0,009	41376	41377	ns	ns	11,6
Ht ³ (%)	28,0	28,3	28,5	25,8	ns	28,5	26,6	ns	ns	9,1
VCM ⁴ g/dL	128,8	141,8	131,5	150,4	ns	144,3	139,1	ns	ns	9,6
CHCM ⁵ (g/dL)	29,5	25,3bγ	27,5a	26,6abγ	0,007	26,2	26,7	ns	ns	6,1
PPT ⁶ g/dL	41442	41308	41353	41391	ns	41338	41364	ns	ns	6,4
Lin ⁷ %	59,3	56	48,8	62	ns	54,3	56,4	ns	ns	16,1
Bas ⁸ (%)	1,5	2,3	2,1	1,3	ns	2,3	1,5	ns	ns	109,7
Mon ⁹ (%)	4,7	5,1	4,3	3,1	ns	5,1	3,2	ns	ns	72,3
Eos ¹⁰ (%)	3,3	2,20	3,10	2,30	ns	2,10	2,9	ns	ns	86,0
LT ¹¹ (μL)	20000	23500	22000	16800	ns	21666	19666	ns	ns	30,5

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). γ: Diferem do controle (suplemento comercial) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. ns: não significativo (P>0,05). CV: coeficiente de variação (%). ¹Hemácias; ²Hemoglobina; ³Hematócrito; ⁴Volume Corpuscular Médio; ⁵Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média; ⁶Proteínas Plasmáticas Totais; ⁷Linfócito; ⁸Basófilo; ⁹Monócitos; ¹⁰Eosinófilos; ¹¹Leucócitos Totais. ¹²CV: coeficiente de variação.

O perfil hematológicos em frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 13) diferiu (P≤0,05) com relação aos níveis de vitamina E quanto ao número de hematócritos. Aves alimentadas com 100 UI de vitamina E apresentaram os maiores valores (32,5%) quando comparadas as que receberam 150 UI de vitamina E/kg de ração (29,7%). Porém, outras pesquisas relatam melhora no perfil hematológico das aves que receberam vitamina E aliada ao selênio. Tayeb & Qader (2012) trabalharam com níveis de vitamina E (100 e 150 mg/kg) e selênio orgânico (0,15; 0,3 e 0,45 mg/kg) e obtiveram maior percentagem de heterófilo aos 42 dias, a qual apresentou os

maiores valores nas aves que receberam 100 mg de vitamina E aliado ao maior nível de selênio orgânico (0,45 mg) quando comparado ao controle (sem suplementação de Vit. E e Se).

Tabela 13. Variáveis hematológicas de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Variável	Controle	Vitamina E (UI/kg)			V	Mineral		M	VxM	CV(%)
		100	150	200		Inorgânico	Orgânico			
Hm ¹ µL	2309333	2212500	2097383	2203100	ns	2218011	2123977	ns	ns	9,5
Hb ² g/dL	8,6	8,6	8,2	8,8	ns	8,7	8,3	ns	ns	7,1
Ht ³ (%)	30,3	32,3a	29,7b	31,3ab	0,038	31,6	30,6	ns	ns	7,2
VCM ⁴ g/dL	131,2	146,2y	141,5	142,4	ns	142,5	144,3	ns	ns	8,4
CHCM ⁵ g/dL	28,0	26,2	27,1	27,9	ns	27,4	26,8	ns	ns	6,8
PPT ⁶ g/dL	3,4	3,6	3,7	3,5	ns	3,7	3,5	ns	ns	11,6
Lin ⁷ %	50,5	49,9	52,1	50,1	ns	52,7	48,8	ns	ns	15,2
Bas ⁸ (%)	3,7	3,6	3,8	3,4	ns	3,6	3,5	ns	ns	51,3
Mon ⁹ (%)	5,0	4,4	3,6	4,4	ns	3,9	4,5	ns	ns	56,3
Eos ¹⁰ (%)	6,3	5,3	5,2	4,7	ns	4,2	5,9	ns	ns	67,4
LT ¹¹ µL	12166	18416	13500	14583	ns	16500	14500	ns	ns	40,2

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). γ : Diferem do controle (suplemento comercial) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Ns: não significativo ($P > 0,05$). CV: coeficiente de variação (%). ¹Hemácias; ²Hemoglobina; ³Hematócrito; ⁴Volume Corpuscular Médio; ⁵Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média; ⁶Proteínas Plasmáticas Totais; ⁷Linfócito; ⁸Basófilo; ⁹Monócitos; ¹⁰Eosinófilos; ¹¹Leucócitos Totais.

Os pesos relativos de órgãos do sistema imune de frangos de corte suplementados com zinco e selênio orgânicos e níveis de vitamina E aos 42 dias de idade (Tabela 14), não diferiram ($P > 0,05$).

Tabela 14. Peso dos órgãos do sistema imune de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)	Minerais	Órgãos (g)		
		Bursa	Baço	Timo
100	Inorgânico	5,50	2,83	15,22
	Orgânico	6,86	3,08	16,27
150	Inorgânico	4,85	3,04	16,13
	Orgânico	5,30	3,08	14,93
200	Inorgânico	5,34	2,49	13,47
	Orgânico	5,08	3,16	15,49
Controle	Inorgânico	5,28	3,14	15,62
CV(%)		34,72	28,46	20,77

¹CV: coeficiente de variação. *P(>0,05)

Para a percentagem de córtex folicular da bursa de Fabrícus (Tabela 15) houve interação ($P < 0,05$) entre a fonte mineral (orgânica ou inorgânica) e os níveis de vitamina E. Aves suplementadas com selênio e zinco orgânicos e 150 ou 200 UI de vitamina E/kg de ração apresentaram menor percentual de área cortical quando comparadas as demais suplementações. Aves suplementadas com 200 UI de vitamina E e selênio e zinco orgânicos diferiram com o controle.

A região cortical é o local onde ocorre a maior parte da diferenciação e maturação de linfócitos B, responsáveis pela produção de anticorpos (Cardoso, 2015). A vitamina E melhora o sistema imunológico por estimular a atividade da glutathione peroxidase de macrófagos e neutrófilos circulantes e também estimular a atividade de linfócitos T, o que ocasiona aumento na atividade fagocítica e na produção de anticorpos. (Leeson & Summers, 2001). O selênio, como componente da glutathione

peroxidase, age como segunda linha de defesa, auxiliando a vitamina E a evitar a formação dos peróxidos metabólicos (Combs, 1981; McDowell, 1992). O zinco, por sua vez, está associado a enzimas essenciais para a manutenção da integridade de células envolvidas na resposta imune (Dardenne et al., 1985), o zinco orgânico aumentou significativamente a capacidade de resposta imune celular de perus jovens (Kidd et al., 1994).

Tabela 15. Percentagem da região cortical da bursa de Fabrício de frangos de corte (42 dias de idade) suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)/ Minerais	%		Média
	Inorgânico	Orgânico	
100	46,81aA	49,76aA	48,3
150	50,18aA	43,60bB	46,9
200	47,81aA	41,09bB _γ	44,4
Controle	-	-	46,7
Média	48,3	44,8	
Probabilidade			
Vitamina E (V)			0,002
Minerais (M)			0,000
VxM			0,000
CV ¹ (%)			9,55

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). _γ - Diferiu do controle (p<0,01). ¹CV: coeficiente de variação.

Dessa maneira, podemos inferir que aves com uma boa imunidade, adquirida pela suplementação de vitamina E (150 e 200 UI), selênio e zinco orgânicos estão melhor preparadas para reagir frente a um desafio imunológico, necessitando de menor

atividade do sistema imune, o que explica uma menor área de córtex folicular quando comparada à aves que receberam suplementação de vitamina E aliada a selênio e zinco inorgânicos.

Rendimento de carcaça e partes

O rendimento de carcaça e partes (Tabela 16) foi semelhante para as aves ($P>0,05$). Mesmo as dietas suplementadas com zinco e selênio orgânico, administrados em menor quantidade que as dietas com minerais inorgânicos não foi prejudicial para o rendimento de carcaça e partes.

Da mesma forma, Payne & Southern (2005) observaram que a suplementação de 0,3 mg de selênio/kg de ração na forma orgânica, embora tenha aumentado a concentração de selênio no músculo e no plasma, não afetou o rendimento de carcaça e partes das aves, e ainda, Rossi et al. (2007) não encontraram diferença no rendimento de carcaça e partes em frangos de corte suplementados com zinco orgânico.

Entretanto, Choct et al. (2004) observaram aves que receberam Se orgânico em suas dietas e apresentaram melhor rendimento de carcaça e peito. Já Vilela et al. (2008) encontraram menor rendimento de carcaça nas aves suplementadas com selênio (0,2 mg/kg) e zinco (40 mg/kg) orgânicos quando comparadas aves suplementadas apenas com zinco inorgânico.

Tabela 16. Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte aos 42 dias alimentados com minerais inorgânicos ou orgânicos (zinco e selênio) e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)	Minerais	Rendimento (%)				
		Carcaça	Peito	C+S ¹	Asas	Dorso
100	Inorgânico	77,10	39,53	28,67	11,35	19,45
	Orgânico	77,40	40,73	28,50	11,15	18,88
150	Inorgânico	77,35	40,57	28,70	11,05	19,11
	Orgânico	77,71	40,20	28,75	11,19	19,07
200	Inorgânico	77,28	39,97	28,26	10,93	19,53
	Orgânico	77,84	39,70	28,81	11,34	19,50
Controle		77,60	39,92	28,71	11,12	19,54
Probab. ²		NS	NS	NS	NS	NS
CV ³ (%)		2,10	5,66	5,62	8,58	8,07

¹C+S: coxa e sobrecoxa, ²*Probab.: probabilidade a 5% de significância, NS: não significativo.

³CV: coeficiente de variação.

Qualidade da carne

Com relação aos parâmetros de qualidade de carne, pH e cor (L*, a* e b*) (Tabela 17) os resultados não diferiram ($P > 0,05$). Os valores de pH final da carne ficaram um pouco acima do encontrado na literatura, os quais apresentam valores médios de 5,7 e 5,9 (Venturini et al., 2007) e para carne de peito desossada manualmente se encontra entre 5,8 a 5,9 (Beraquet, 2000). Isso pode ser explicado pela desossa feita imediatamente após o abate, antes do término do *rigor mortis*, ou seja, antes de cessar as reservas glicolíticas de ATP do músculo, responsáveis pela diminuição do pH, pelo acúmulo de ácido lático. Da mesma forma, Lyon et al. (1985)

encontraram maior valor de pH para o músculo quando desossado imediatamente após o resfriamento.

Nas análises de cor da carne também não foram observadas diferenças ($P>0,05$) em função dos níveis crescentes de vitamina E e os minerais zinco e selênio orgânico ou inorgânico. Entretanto, Medeiros et al. (2012) encontraram diferença nos valores de Luminosidade (L^*) da carne, quando suplementaram selênio orgânico na rações experimentais.

Tabela 17. Valores de pH e cor (L^* , a^* e b^*) da carne de peito de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

		Parâmetro			
Vitamina E (UI/kg)	Minerais	pH	L^*	a^*	b^*
100	Inorgânico	6,01	52,15	5,17	5,57
	Orgânico	6,11	51,95	4,96	5,85
150	Inorgânico	6,07	52,80	4,96	5,95
	Orgânico	6,06	52,23	4,66	5,38
200	Inorgânico	6,05	51,98	5,10	5,64
	Orgânico	6,09	52,22	5,00	5,87
Controle	Inorgânico	6,05	52,58	4,84	5,54
Probab. ¹		NS	NS	NS	NS
CV ² (%)		2,52	5,17	28,44	19,62

¹*Probab.: probabilidade a 5% de significância, NS: não significativo. ²CV: coeficiente de variação.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na perda de exsudato (PE) da carne das aves, independente das dietas utilizadas (Tabela 18). Entretanto, Choct & Naylor

(2004) suplementaram a dieta de frangos de corte com níveis de vitamina E (50 e 100UI) e selênio orgânico (0,1 mg/kg) ou inorgânico e obtiveram redução na perda de exsudato para aves que receberam selênio orgânico, tendo atribuído este resultado a uma melhora na resistência da membrana celular aos danos provocados pelos radicais livres, causando diminuição na perda de água do músculo. Da mesma forma, Perić et al. (2009) obtiveram redução nas perdas de exsudato (*drip loss*) na carne de peito de frangos de corte suplementados com 0,3 mg/kg de selênio orgânico quando comparado as aves que receberam apenas selênio na forma inorgânica.

Para os parâmetros PPC e MFI também não foram observadas diferenças ($P>0,05$) (Tabela 16). Da mesma forma, Saenmahayak et al. (2012) não obtiveram diferença nas perdas de peso por cozimento na carne de peito de frangos de corte suplementados com zinco orgânico comparado ao inorgânico. Com relação ao selênio Medeiros et al. (2012) não encontraram diferença nas perdas de água por cozimento na carne de frangos de corte suplementados com níveis de selênio orgânico comparados ao inorgânico.

Com relação a força de cisalhamento da carne mensurada através do método *Razor Blade* em termos de área necessária para cisalhar a carne de peito também não foram observadas diferenças significativas. Entretanto, Medeiros et al. (2012) obtiveram redução na força de cisalhamento da carne de frangos de corte suplementados com dietas contendo diferentes níveis de selênio orgânico (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mg/kg de ração) e atribuíram essa melhora a menor a perda de água da carne.

Tabela 18. Valores médios dos parâmetros de qualidade da carne de peito de frangos de corte suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)	Minerais	PE (%)	PPC (%)	Força (N)	Área (N.mm)	MFI
100	Inorgânico	2,28	29,35	14,13	171,96	59,73
	Orgânico	2,57	30,15	13,68	164,84	58,40
150	Inorgânico	2,39	29,63	13,04	157,61	56,73
	Orgânico	2,39	30,22	13,41	162,57	64,57
200	Inorgânico	2,22	30,01	13,71	166,32	57,68
	Orgânico	2,66	30,11	13,82	166,02	56,15
Controle	Inorgânico	2,50	30,63	13,60	163,26	54,24
Probab. ^{1*}		NS	NS	NS	NS	NS
CV ² (%)		34,19	9,51	14,45	15,56	16,52

Perda de exsudato (PE), Perda de peso por cozimento (PPC), Força de cisalhamento, Índice de fragmentação miofibrilar (MFI). ^{1*}Probab.: probabilidade a 5% de significância, NS: não significativo.

²CV: coeficiente de variação.

O índice de oxidação lipídica TBARS (mg de malonaldeído/kg da amostra) não diferiu entre as suplementações ($P>0,05$) (Tabela 19). Esse resultado não era esperado uma vez que a vitamina E evita danos causados pela peroxidação fosfolipídica e o selênio, como componente da enzima glutathione peroxidase, age auxiliando a vitamina E a evitar a formação dos peróxidos metabólicos (Combs, 1981; McDowell, 1992), e o zinco desempenha papel essencial em vários processos incluindo a defesa contra o estresse oxidativo (Song et al., 2009).

Esses resultados corroboram com Saenmahayak et al. (2012) que não observaram diferença nos valores de TBARS na carne de peito de frangos suplementados com diferentes concentrações de zinco orgânico e submetida à

diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias). Entretanto, Toledo et al. (2006) e Souza et al. (2006) encontraram redução na oxidação lipídica da carnes de peito de frango com a maior quantidade de vitamina E adicionada a ração. E ainda, Wang et al. (2009) relataram que a suplementação com 0,3 e 0,6 mg de Se orgânico/kg de ração reduziu o conteúdo de malonaldeído na carne.

Tabela 19. Valores médios de TBARS (mg de malonaldeído/kg da amostra) para carne de peito de frango de corte aos 42 dias de idade e suplementados com microminerais orgânicos (zinco e selênio) ou inorgânicos e diferentes concentrações de vitamina E.

Vitamina E (UI/kg)	Minerais	Dias			Prob. ¹
		30	60	90	
100	Inorgânico	0,93b	2,32 a	0,71b	0,010
	Orgânico	1.26	1.60	0.77	NS
150	Inorgânico	0,82b	1,57a	0,79b	0,010
	Orgânico	1.19	1.97	0.46	NS
200	Inorgânico	1.08	1.39	0.73	NS
	Orgânico	1.28	1.09	0.67	NS
Controle	Inorgânico	1.01	1.59	1.07	NS
CV ² (%)		54,5	46,6	69,7	

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.¹P: Probabilidade, NS: Não significativo ao nível de 5%. ²CV: coeficiente de variação.

Aos 30 e 90 dias os valores médios de TBARS foram menores ($P \leq 0,05$) quando comparados à 60 dias de armazenamento, entre as aves que receberam fonte inorgânica e 100 ou 150 UI de vitamina E/kg de ração. Este resultado demonstra que a fonte orgânica de selênio e zinco aliada a vitamina E manteve a oxidação lipídica ao

longo dos três períodos de armazenamento (30, 60 e 90 dias) o que não ocorreu para a fonte inorgânica mesmo quando aliada à suplementação de 100 ou 150 UI de vitamina E.

PCR em tempo real

Todas as amostras de cama (1 por unidade experimental) apresentaram quantidades significativas de DNA de bactérias do gênero *Clostridium perfringens*, *Staphilococcus spp* e da família Enterobacteriaceae (Tabela 20). Não foi observada diferença ($P>0,05$) na quantidade de DNA, independente da fonte de mineral utilizada (orgânica ou inorgânica) ou para os níveis de vitamina E analisados entre os grupos. Entretanto, para bactérias do gênero *Staphilococcus spp* a suplementação com fonte inorgânica e 150 UI de vitamina E diferiu com relação ao controle ($P\leq 0,05$), sendo observado redução da quantidade de bactérias para as aves suplementadas com 150 UI de vitamina E.

Com relação a quantificação relativa de DNA de bactérias da família Enterobacteriaceae e do gênero *Clostridium perfringens*, no tecido lesionado, não foi possível analisar estatisticamente pois, as amostras submetidas à técnica da PCR em tempo real não apresentaram quantidades significativas de DNA da espécie e da família. Sendo assim, é possível inferir que a quantidade de DNA de *Clostridium perfringens* e da família Enterobacteriaceae que consegue penetrar e permanecer na região do tecido lesionado é insignificante, pois nem mesmo com o uso de uma técnica precisa como a PCR em tempo real, foi possível se quantificar.

Tabela 20. Valores de quantificação relativa de bactérias da família Enterobacteriaceae, gênero *Staphylococcus spp* e *Clostridium perfringens* na cama e tecido lesionado do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Vitamina E (UI)/Minerais	Minerais	Enterobacteriaceae	<i>Staphylococcus spp</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	
		Cama	Cama	Tecido	Cama
100	Inorgânico	282,0	22,4	0,1	0,2
	Orgânico	113,0	34,9	0,2	1,5
150	Inorgânico	121,0	10,0By	0,2	1,7
	Orgânico	106,2	39,8	0,2	1,3
200	Inorgânico	43,2	25,3	0,1	1,3
	Orgânico	552,6	52,9	0,1	3,3
Controle	Inorgânico	384,6	58,0A	0,3	1,2
Probabilidade					
Vitamina E (V)		0,750	0,576	0,602	0,595
Minerais (M)		0,626	0,080	0,829	0,557
VXM		0,464	0,829	0,669	0,553
CV ¹ (%)		88,9	57,3	87,3	83,5

γ: Difere do controle (suplemento comercial) pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹CV: coeficiente de variação.

CONCLUSÃO

Aves que receberam dieta com zinco e selênio orgânicos apresentaram menor incidência de pododermatite, aumento da quantidade de colágeno e espessura da epiderme em relação as aves que receberam fonte inorgânica. A vitamina E aliada a fonte orgânica proporcionou menor percentual de área de córtex folicular da bursa de Fabrícus.

REFERÊNCIAS

- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2015. Disponível em <http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf> Acesso em: 10/11/2015.
- Bains, B. S. 1995. Interação: Imunidade x Doença. In: Anais do Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, Campinas, SP. Brasil. p.205-212.
- Bao, Y. M., Choct M., Iji P. A., and K. Bruerton. 2006. Broiler chickens could benefit from organically-complexed copper, iron, manganese and zinc. Pages 222–225 in Proc. 18th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, Australia.
- Barbi, J.H.T.; Zaviezo, D. Síndrome do mau empenamento em frangos de corte. 2000. In: Simpósio Internacional de Ciências Avícolas, 4ed, MG. **Anais...** Uberlândia UFV, p. 49-65.
- Behmer, O. A., Tolosa, E. M. C., and A. G Freitas Neto. 2003. Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica. 2 ed. Barueri, Editora Manole, 331p.
- Beraquet, N. J. Carne mecanicamente separada de aves. 2000. In: SEMINÁRIO E CURSO TEÓRICO-PRÁTICO “AGREGANDO VALOR A CARNE DE AVES”, 2000, Campinas. Anais... Campinas: ITAL, p. 17-19.
- Boiago, M. M. 2006. Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio. Dissertação, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- Boren, B., and P. Bond. 1996. Vitamin E and immunocompetence. Broiler Industry November: p.26–33.

- Borges, C. A. Uso de Minerais Orgânicos na Avicultura. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/artigos/p0.htm> Acesso em: 21/11/11
- Brito, J. A. G. et al. 2006. Uso de microminerais na forma de complexo orgânico em rações para frangos de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, 35(4):1342-1348.
- Cardoso, A. L. S. P., and E. N. C. Tessari. 2015. Interação entre imunidade e nutrição das aves: Revisão de Literatura. *Rev. Cient. Med. Vet.*, n.24.
- Cavitt, L. C., Youm, G. W., Meullenet, J. F., et al. 2004. Prediction of poultry meat tenderness using Razor Blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length. *J. Food Sci.* 69(1):11-15.
- Choct, M., Naylor, J. 2004. The effect of dietary Se source and vitamin E levels on performance of male broilers. *Asian-Australian J. Poult. Sci.* 17(7):1000-1006.
- Choct, M., Naylor, A. J., and N. 2004. Reinke. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. *Brit. Poult. Sci.* 45(5): 677-683.
- Close, W. H. 1999. Organic minerals for pig: an update. In: *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech 15th Annual Symposium*. T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed. Nottingham University Press. UK. p. 51-60.
- Combs Jr., G. F. 1981. Influences of dietary vitamin E and Selenium on the oxidant defense system of the chick. *Poult. Sci.* 60:2098-2105.
- Culler, R. D., Parrish Jr., F. C., and G. G. Smith. et al. 1978. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical, and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *J. Food Sci.* 43:1177-1180.

- Dardenne, M. Savino, W., Berrih, S., Bach, J. F. 1985. A zinc dependent epitope of the molecule of thymulin, a thymic hormone. *Proceedings of the National Academy of Sciences, Washington, DC*, 82:7035.
- Edens, F. W., Carter, T. A., and C. R. Parkhurst. 2000. Effect of selenium source and litter type on broiler feathering. *J. Appl. Poult. Res.*, 9:407-413.
- Fazzeli, H., Arabestani M. R., Esfahani B. N., Khorvash F., Pourshafie M.R., Moghim S., Safaei H. G., Faghri J. and A. Azimian. 2013. A new multiplex polymerase chain reaction assay for the identification a panel of bacteria involved in bacteremia. *Advanced Biomedical Res.*, 2:(1).
- Ferket, P. R., and M. A. Qreshi. 1992. Effect of level of inorganic and organic zinc and manganese on the immune function of turkey toms. *Poult. Sci.* 71(suppl.1).
- Fudge, Alan M., ed. 2000. *Laboratory medicine: avian and exotic pets*. Philadelphia: Saunders (p. 9-15).
- Funari Junior, P. et al. Efeito de diferentes fontes e níveis de selênio sobre a imunidade humoral de frangos de corte. 2009. In: *Conferência Facta de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Avícola de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1 CD-ROM.*
- Garcia, R.G.; Mendes, A.A.; Garcia, E.A. Nääs, I.A.; Moreira, J.; Almeida, I.C.L.; Takita T.S. 2002. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. *Rev. Bras. Cienc. Avícola.* 4, (1).
- Gerloff, B. J. 1992. Effect of Se supplementation on dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 70:3934–3940.

- Goodman, L. A. 1964. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial populations. *Annals of Mathematical Statistics*, 35(2):716-725.
- Goodman, L. A. 1965. On simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, 7(2):247-254.
- Honikel, K. O. 1987. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: Tarrant, P.V. Evaluation and control of meat quality in pigs. Dordrecht: Martinus Nijhoff, p.273-283.
- Johnson, A. B., Fakler, T. M. 1998. Trace minerals in swine and poultry nutrition. In: Technical Bulletin. Zinpro Corporation. 24p.
- Kidd, M. T., Ferket, P. R. and M. A. Qureshi. 1996. Zinc metabolism with special reference to its role in immunity. *World's Poult. Sci. J.*, 52:309-324.
- Kidd, M.T., Qureshi, M.A., Ferket, P.R. et al. 1994. Dietary zincmethionine enhances mononuclear-phagocytic function in young turkeys. *Biol. Trac. Element. Res.*, 42:217-229.
- Laganá, C., A. M. L. Ribeiro, F. H. D. Gonzalez, L. A. L., S. R. Terra, P. R. Barbosa. 2005. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. *B. Indústr. Anim., N. Odessa*, 62(2):157-165.
- Latshaw, D. J. 1991. Nutrition-mechanisms of immunosuppression. *Vet. Immunol. and Immunopathol.*, 30:111-120.
- Leeson, S., and J. D. Summers. Nutrition of the chicken. 2001. 4.ed., Ontário: University Books, 591 p.

- Lyon, C. E., Hamm, D., and J. E. Thompson. 1985. The pH and tenderness of broiler breast meat deboned various times after chilling. *Poult. Sci.* 64(2): 307-310.
- Madsen, H. L., Sørensen, B., Skibsted, L. H., Bertelsen, G. 1998. The antioxidative activity of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and rosemary (*Rosmarina officinalis* L.) in dressing stored exposed to light or in darkness. *Food Chemistry*, 63:173–180.
- Marckzenko, Z. 1976. *Spectrometric Determination of Elements*. Chichester: Elli Horwood, 643p.
- Martins, B. B. et al. 2011. Caracterização histológica da degeneração femoral de frangos de corte. In: XXII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, Argentina. Anais... XXII Congresso Latino Americano de Avicultura, Buenos Aires, Argentina, 2011.
- Mateos, G. G., Lázaro, R., Astillero, J. R., and M. P. Serrano. 2005. Trace mineral: what text books don't tell you. In: *Re-defining mineral nutrition*. Taylor-Pichard and L. A. Tucker. ed. Nottingham University Press. p. 21-62.
- McDowell, L. R. 1992. Selenium. In: *Minerals in animal and human nutrition*. Academic Press, p. 294 – 311.
- Medeiros, L. G., A. Oba, M. Shimokomaki, J. W. Pinheiro, C. A. Silva, A. L. Soares, A. Pissinati, M. Almeida. 2012. Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte suplementados com selênio orgânico. *Ciências Agrárias*, 33(supl. 2):3361-3370.
- Minitab® Statistical Software [computer program], version 16. 2010. State College, PA: Minitab Inc.

- Moreira, J.; Mendes, A.A.; Roça, R.O.; Garcia, E.A.; Naas, I.A.; Garófallo, R.G.; Almeida Paz, I.C.L. 2004. Efeito da Densidade Populacional sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne em Frangos de Corte de Diferentes Linhagens Comerciais. *Rev. Bras. de Zootec.* 33(6): 1506–1519.
- Natt, M. P., and C. A. Herrick. 1952. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poult. Sci.* 31(4): 735-738.
- Payne, R. L., Southerm, L. L. 2005. Comparison of Inorganic and Organic Selenium Sources for Broilers. *Poult. Sci.* 84:898-902.
- Polli, S. R. Boletim Informativo Nutron Pet, n.4, 2002. Disponível em: <http://www.animalworld.com.br/vet/ver.php?id=190>. Acesso em 15/04/2005.
- Purchase H. G, Arp L. H, Domermuth C. H, and J. E. A Pearson. 1989. Laboratory manual of isolament and identification of avian pathogens. 3ed. Duduque, Kendall, Hunt:Plubishing Company, 227p.
- Rasmussen, A., Andersson, M. 1996. New methods for determination of drip loss in pork muscles. In: XLII INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY - ICOMST, 42., 1996, Lillehammer. Proceedings... Lillehammer, p. 286-287.
- Rinttila, T., Kassinen, A., Malinen, E., Krogus, L. and A. Palva. 2004. Development of an extensive set of 16S rDNAtargeted primers for quantification of pathogenic and indigenous bacteria in faecal samples by real-time PCR. *J. Appl. Microbiol.* 97:1166– 1177.
- Rossi, P., Rutz, F., Anciuti, M. A., Rech, J. L., and N. H. F. Zauk. 2007. Influence of Graded Levels of Organic Zinc on Growth Performance and Carcass Traits of Broilers. *J. Appl. Poult. Res.*, 16:219–225.

- Rostagno, H. S. et al. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3 ed. Viçosa: MG/UFV, 252 p.
- Saenmahayak, B., Singh, M., Bilgili, S. F., and J. B. Hess. 2012. Influence of dietary supplementation with complexed zinc on meat quality and shelf life of broilers. *Int. J. Poult. Sci.* 11(1): 28-32.
- Silva F. A., Neves, R. C. F., Quintero-Pinto, L. G. et al. 2007. Determination of selenium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the bioavailability of this micronutrient in feed used in pisciculture. *Chemosphere*, 68:1542-1547.
- Song, Y., S. W. Leonard, M. G. Traber and E. Ho. 2009. Zinc deficiency affects DNA damage, oxidative stress, antioxidant defenses, and DNA repair in rats. *J. Nutr.* 139:1626-1631.
- Souza, P. A., Souza, H. B. A., Pelicano, E. R. L. et al. 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.
- Spencer, R. P., and M. Blau. 1962. Intestinal transport of selenium-75 selenomethionine. *Sci.*, 136(3511): 155-156.
- Strauss, J. S., Maltoltsy, A. G. 1981. Pele. In: *Histologia*. 4ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, Koogan S. A. p. 485-516.
- Tayeb, I. T., and G. K. Qader. 2012. Effect of Feed Supplementation of Selenium and Vitamin E on Production Performance and Some Hematological Parameters of Broiler. *KSU Nat. Sci.*, 15(3).
- Teixeira, V. Q. Anatomopatologia e bacteriologia da pododermatite em frangos de corte sob inspeção sanitária. 2008. 54f. Dissertação (Mestrado em Medicina

- Veterinária) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 2008.
- Toledo, G. S., Kloeckner, P., Lopes J., Costa, P. T. 2006. Níveis das vitaminas A e E em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. *Ciência Rural*, 36(2):624-629.
- Van Laack, R. L. J. M., Liu, C. H., Smith, M. O. et al. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poult. Sci.* 79(7):1057-1061.
- Venturini, K. S., F. Sarcinelli, L. C. Silva. 2007. Características da Carne de Frango. Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão- Boletim Técnico - PIE-UFES:01307 - Editado: 18.08.2007.
- Vilela, D. R., Nascimento, M. R. B. M., Fernandes, E. A. Rendimento de carcaça e de cortes nobres em frangos submetidos a temperaturas elevadas cíclicas e suplementados com zinco e selênio. 2008. In: VIII Encontro Interno, XII Seminário de Iniciação Científica.
- Wang, Z. G., Pan, X. J., Peng, Z. Q., Zhao, R. Q., Zhou, G. H. 2009. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. *J. Poult. Sci.*, Honduras, 88(5):1096-1101.
- Wise, M. G., and G. S. Siragusa. 2005. Quantitative detection of *Clostridium perfringens* in the broiler fowl gastrointestinal tract by real-time PCR. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 1–6.
- Wise, M. G., and G. R. Siragusa. 2007. Quantitative analysis of the intestinal bacterial community of one- to three-week-old commercially reared broiler chickens fed conventional or antibiotic-free vegetable-based diets. *J. Appl. Microbiol.* 102:1138–1149.

CAPÍTULO 4

**COMPLEXED ZINC AND MANGANESE SUPPLEMENTATION ON
GROWTH PERFORMANCE FOOT PAD DERMATITIS, CARCASS AND
MEAT QUALITY OF BROILERS**

COMPLEXED ZINC AND MANGANESE SUPPLEMENTATION ON GROWTH PERFORMANCE FOOT PAD DERMATITIS, CARCASS AND MEAT QUALITY OF BROILERS

ABSTRACT – This study evaluated the influence of dietary complexed zinc (CZn) and manganese (CMn) supplementation on growth performance, the incidence of foot pad dermatitis (FPD), skin quality, the incidence and severity of black bone syndrome (BBS) and myopathies of the breast muscle, processing yield and meat quality of broilers. A total of 1,120 (14 replicates/20 birds each) male broilers were assigned to 4 dietary treatments: 1) Inorganic control diet (IC), 80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄; 2) Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄ (IC+CZn-Zn); 3) IC plus additional 40 ppm of CZn (IC+CZn); 4) Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn (IC+CZn+CMn). Each treatment was provided in a 3-stage feeding program. At 35 and 49 d of age, five birds per pen were processed, chilled overnight, and deboned. The GLM procedures of SAS was used to analyze the data and means were separated by Tukeys Test when significant ($P \leq 0.05$). Broilers reared on IC+CZn and IC+CZn+CMn showed improvement in BW at 28 and 49 d of age when compared to inorganic control diet (IC). The drip loss was lower in birds on IC+CZn-Zn diet. No differences in carcass and component yields were detected because of dietary treatments. The BBS and color (L^* , a^* and b^*) were affected ($P \leq 0.05$) by storage method, where frozen samples exhibited higher incidence of severity of BBS when compared to those stored non-frozen. In conclusion, no differences in FPD, carcass quality and yield was observed due to dietary treatments in this study, except for the improvements in BW and feed conversion ratio. Freezing bone-in carcass portions increased the occurrence of BBS upon cooking as compared to refrigerated portions.

Key words: broiler, manganese, quality, skin, zinc

INTRODUCTION

The poultry industry frequently experiences a high incidence of total and partial carcass condemnations due to skin lesions, resulting in financial losses. The main lesions causing carcass downgrading are: bruises, scratches, dermatitis, dermatosis, and cellulitis. Foot pad dermatitis (FPD) also causes significant economic losses because chicken feet are highly valued in Asian markets. FPD is a type of contact dermatitis (GREENE et al., 1985) affecting the plantar regions of the feet, and has been associated to poor nutrition, high stocking rates, and management issues, particularly those related to poor litter quality.

The condition is routinely observed in broiler companies during the rainy season, when litter quality deteriorates, but also due to increased excretion of water and viscous excreta (CLARK et al., 2002). The FPD lesions are usually superficial in nature, but may result in pain and discomfort to the bird when transformed into deep ulcers (BILGILI et al., 2009). In addition, FPD negatively affects bird welfare, as it causes pain and consequently negatively affects growth performance.

The black bone syndrome (BBS) has been reported in recent years in the poultry industry. It is defined as a condition where the surface of the bone and adjacent muscle tissues become dark reddish brown or black after cooking (SMITH & NORTHCUTT, 2004), and seems to be caused by a problem in intramembranous ossification. Cortical bone structure is becoming more porous in modern broilers (WILLIAMS et al., 2000). BBS seems to be associated with leaking of blood from the marrow through the bone of the proximal tibia and can be observed in freshly killed birds on processing lines, most frequently in the tibia; cooking may contribute further

to this process and also blackens the blood (WHITEHEAD, 2010). As with FPD, the BBS has implications for both broiler meat quality and bird welfare.

Recently, the broiler industry has been experiencing various breast muscle anomalies (myopathies) characterized by white striping (streaks of fat deposition), necrosis and hard texture or woody breast, in the Pectoralis major muscle. The white striping can be varying degrees of striations, and these are seen parallel to the direction of the muscle fibers (KUTTAPPAN et al., 2009). Although the precise etiology of these conditions are not yet defined, ischemic lesions such as these have been attributed to excessive hypertrophy of the muscle fibers and hence marginalization of the capillary supply. Trace mineral nutrition may be critical in the proper development and functionality of the muscular, vascular, as well as the connective tissue.

It has been observed that the use of complexed minerals, such as zinc and manganese improve intestinal absorption, metabolic utilization and wound healing, and therefore reduce the incidence and severity of FPD, as well as conditions related to skin integrity, carcass and meat quality. The objective of this study was to evaluate the influence of CZn and CMn on the incidence and severity of FPD, skin lesions, incidence and severity of BBS, on myopathies of the breast muscle, carcass yield, meat quality and performance of broilers.

MATERIALS AND METHODS

A total of 1,120 Ross x Ross 708 one-day-old male broilers chicks obtained from a commercial hatchery were randomly placed into 56 floor pens at 20 chicks per pen (14 replicates). The pens were 1.70 m x 2.30 m in dimension and bedded with new

pine shavings (8 cm in depth) to cover the concrete floors. All pens were equipped with tube feeders and nipple drinkers to provide ad libitum access to feed and water, and lighting was provided on a 23:1 h light/dark schedule. A completely randomized experimental design was used with four dietary treatments: 1) Inorganic control diet (IC), 80 ppm of ZnSO_4 and 90 ppm of MnSO_4 ; 2) Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO_4 (IC+CZn-Zn); 3) IC plus additional 40 ppm of CZn (IC+CZn); 4) Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn (IC+CZn+CMn).

The experimental diets (Table 1) were provided in a 3-stage feeding program to 49 days of age. The feeding program consisted of a crumbled starter (1-21 days), and pelleted grower (22- 35 days), and finisher (36-49 days) diets. All diets contained equal protein and energy levels.

At 35 days of age, five birds randomly selected from each pen (280) were processed at the Auburn Poultry Pilot Processing Plant. Birds were fasted for eight hours, individually weighed, and sacrificed by cutting the carotid artery and the jugular vein after electrical stunning. After evisceration, carcasses were static slush-ice chilled for 2 hours, weighed, individually graded for defects, split into front-halves and saddles to assess carcass yields. To determine the incidence and severity of black bone syndrome, saddles were split in half and the right leg quarter (thigh and drumstick) was placed in a freezer bag and immediately frozen, the left leg was placed in a plastic bag and kept refrigerated for a week. At 48 days of age, all birds were evaluated to determine the incidence and severity of FDP.

Table 1. Nutrient composition of basal diet¹.

Ingredients (%)	Stages		
	Starter	Grower	Finisher
Corn	56.69	60.37	68.56
Soybean meal (48%)	33.07	29.10	23.16
Poultry by-product meal	4.00	5.00	4.00
Poultry oil	2.13	2.10	1.14
Dicalcium phosphate	1.08	0.92	0.87
Ground limestone	1.58	1.45	1.28
Salt (NaCl)	0.45	0.45	0.45
Trace Mineral Premix ¹	0.05	0.05	0.05
Vitamin premix ²	0.05	0.05	0.05
DL-Methionine	0.28	0.20	0.21
L-Lysine	0.18	0.08	0.08
Coccidiostat ³	0.05	0.05	-
Choline	0.05	0.05	0.05
Calculated analysis			
Crude Protein (%)	21.46	20.01	17.50
ME (kcal/kg)	1,385	1,410	1,420
Calcium (%)	0.94	0.84	0.74
Available P with phytase (%)	0.35	0.32	0.30
Lysine (%)	1.30	1.12	0.95
Methionine (%)	0.64	0.55	0.53
Methionine+cystine (%)	0.97	0.86	0.80
Sodium (%)	0.20	0.20	0.20

¹Trace mineral premix supplied the following per kilogram of diet: IC= Inorganic control diet: Zn, 80 mg; Mn, 90 mg; IC+CZn-Zn = Zn, 80 mg (complexed 40mg + 40mg inorganic); Mn, 90mg; IC+CZn= 120mg Zn (complexed 40mg + 80mg inorganic); Mn, 90mg; IC+CZn+CMn-Zn= Zn, 80mg (complexed 40mg + 40mg inorganic); Mn, 90mg (complexed 40mg + 50mg inorganic). *Same for all treatments: Fe, 13 mg; Cu, 13 mg; I, 2.2 mg; and Se, 0.7 mg.

²Vitamin premix supplied the following per kilogram of diet: vitamin A, 16,183 IU; vitamin D3, 4,851 IU; vitamin E, 16.6 IU; vitamin B12, 0.04 mg; riboflavin, 12 mg; biotin, 0.05 mg; niacin, 80 mg; pantothenic acid, 29 mg; choline, 1,102 mg; menadione, 4.8 mg; folic acid, 1.1 mg; pyridoxine, 4.4 mg; and thiamine, 2.2 mg.

³Coban 60, Elanco Products Inc., Indianapolis, IN.

At 49 days of age, additional 5 birds per pen (280) were processed after an eight hour feed withdrawal period. Chilled carcass weights were collected after two hours of static ice/water chilling and carcasses were graded for defects. Carcasses were held overnight in the cooler prior to deboning. All the breast fillets were scored for lightness L^* , redness a^* and yellowness b^* (Minolta color meter), green muscle disease, woody breasts and white striping. One fillet was used for 48 h drip loss measurement, each fillet was individually weighed, placed in Ziploc bags, stored single layer in boxes under a fixed weight of 10kg at 4°C for 48 hours and then reweighed. Drip loss (%) was calculated as the difference between sample final and initial weight x 100 divided by initial weight. The other fillet was used for cooking loss, each sample was weighed, placed on wire oven racks, cooked in a preheated convection oven (177°C) until the desired internal temperature of 77°C was reached, removed from the oven and allowed to cool to an internal temperature of 24°C, and weighed again. Cooking loss (%) was calculated as a difference between raw and cooked fillet weight divided by raw fillet weight x 100.

Litter samples (per-pen basis) were collected from each pen under the nipple drinkers, around the feeders, and in the middle of the pen at the beginning and end of the study and analyzed for moisture according to Hoskins et al. (2003), and ammonia volatilization were also assessed as describe below.

Growth performance - The body weight (BW) and feed conversion ratio (FCR) were calculated by pen and at each processing day. FCR was calculated as the ratio of feed consumed to weight gain. Mortality was recorded daily and weight to adjust FCR.

Incidence of foot pad dermatitis (FPD) – on day 48, all birds examined for FPD. FPD was scored according to a 3-point scoring system, in which 0 = no lesion, 1 = mild lesion, and 2 = severe lesion, as described by Bilgili et al. (2006).

Incidence of skin lesions – On days 35 and 49, five birds per replicate (75 per treatment) were examined after processing for the incidence of skin lesions, including bruises, scratches, skin cuts, scabs/dermatosis, broken wings and legs.

Carcass yield determination – On day 35, birds were individually weighed before slaughter, after which carcass, front half and saddle weight and yields were calculated as a percentage of BW. On day 49, birds were individually weighed before slaughter, and boneless-skinless breast fillet, tender, leg quarters (thigh+drumstick), and wing weights were obtained. Yields were calculated relative to live weight [i.e., chilled carcass yield % = (carcass weight*100)/live weight] and parts yield [PY% = (part weight*100)/ live weight].

Incidence and severity of black bone syndrome – on day 35, both legs were collected. The left leg quarter were stored in a cooler (-4 °C) for 5 days. Both, refrigerated stored (4 °C) and frozen thawed leg quarters were cooked to an internal temperature of 160 °C, allowed to cool, and scored subjectively for the incidence and severity of bone darkening and as well as by objective color (L*, a* and b*) measurement used Minolta Colorimeter (model DP-301, Minolta Corp., Ramsey, NJ).

Incidence and severity of breast myopathies – Deboned breast fillets were scored for incidence (%) as well as severity (none, mild, and severe) of green muscle, white striping, woody breast and necrosis.

Ammonia measurements – Litter ammonia concentration were measured using a closed container of specified dimensions (36 Å~ 46 Å~ 12 cm) inverted over the litter

and determined using a Drager CMS Analyzer (Drager Inc., Pittsburgh, PA), equipped with a remote air-sampling pump and ammonia sampling chip (10 to 150 ppm). The tube of the sampling pump will be located at the center of the top of the container. The sampling pump were voided (calibrated) for 60 s, followed by a measurement period of up to 300 s.

Meat color - Color measurement (L^* , a^* and b^*) were taken using Konica Minolta CR 410, CIE Lab sistem, at three different points in ventral surface of Pectoralis major muscle.

Statistical Analysis - A completely randomized experimental design was used with replicate pens served as the experimental unit in the analysis. The data was subjected to the General Linear Model (GLM) procedure of SAS 9.0 software (SAS, 2004). All percentage data were transformed to arcsine values prior to analysis and the Tukey's test was used to compare and separate means when main effect were significant ($P \leq 0.05$). The experiment was conducted according to the guidelines and approval of the Institutional Animal Care and Use Committee of Auburn University.

The experiment was conducted according to the guidelines and approval of the Institutional Animal Care and Use Committee of Auburn University.

RESULTS AND DISCUSSION

The performance data are presented in Table 2, broilers reared on the IC+CZn and IC+CZn+CMn showed improvements ($P \leq 0.05$) in BW at 28 and 49 day of age when compared to IC (inorganic control). These results agree with Saenmahayak et al. (2010) who showed that birds supplemented with complexed Zn had higher BW and

better feed conversion ($P \leq 0.05$) as compared with those in the inorganic control treatment. By contrast, Salim et al. (2012); Rossi et al. (2007) and Owens et al. (2009) could not find effect of complexed Zn on growth performance of broiler chicks. The IC+CZn+CMn had the best FCR at 28 days of age. However, no differences ($P > 0.05$) were detected in mortality for both periods (28-49 day) between the treatments throughout the study. Saenmahayak et al. (2010, 2012) did not find differences in mortality rates by source or level of Zn in the diet.

Table 2. Effect of zinc source on broiler live performance from 1 to 49 days of age.

Diet ¹	1 to 28 days of age			1 to 49 days of age		
	BW gain (g)	FCR ²	Mortality (%)	BW gain (g)	FCR	Mortality (%)
IC	1967 ^b	1.51 ^{ab}	3.57	3152 ^b	1.70	4.27
IC+CZn-Zn	2025 ^{ab}	1.51 ^{ab}	3.21	3369 ^{ab}	1.73	5.71
IC+CZn	2067 ^a	1.54 ^a	5.36	3446 ^a	1.71	5.36
IC+CZn+CMn	2082 ^a	1.49 ^b	5.00	3282 ^{ab}	1.70	4.64
SEM ³	0.02	0.01	1.1	0.07	0.02	1.2
P Value	0.001	0.035	0.463	0.015	0.777	0.841

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn.

²FCR = feed conversion ratio adjusted for mortality.

³SEM = Pooled Standard Error of Mean.

^{a,b}Means within a treatment and column with different superscript letters differ significantly ($P \leq 0.05$).

The meat quality attributes of cook loss and color, measured after deboning were not influenced by the dietary treatments ($P > 0.05$) at 49 days of age (Table 3). However, drip loss was significantly lower ($P \leq 0.05$) in fillets from birds fed with IC+CZn-Zn when compare to IC. By contrast, Saenmahayak et al. (2012) and Liu et

al. (2011), could not find difference for drip loss (48 h post deboning) when birds were supplemented with different zinc sources.

No differences in cook loss between the treatments were detected in this study, similar results was reported by Saenmahayak et al. (2010, 2012). The breast color (L^* , a^* , b^*) did not differ amongst the treatments. However, an increase in a^* value (Saenmahayak et al., 2010) and b^* (Liu et al., 2011) was reported when diets were supplemented with complexed Zn.

Table 3. Effect of zinc source on meat quality attributes of breast fillets at 49 days of age.

Diet ¹	Cook Loss (%)	Color ²			Drip Loss (%)
		L^*	a^*	b^*	
IC	35.1	62.18	10.35	13.66	4.4 ^a
IC+CZn-Zn	33.9	61.96	10.44	13.59	3.7 ^b
IC+CZn	34.3	62.32	10.53	13.58	4.0 ^{ab}
IC+CZn+CMn	35.4	62.88	10.43	13.38	4.1 ^{ab}
SEM ³	0.9	0.5	0.2	0.2	0.1
<i>P</i> value	0.580	0.526	0.872	0.843	0.008

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn.

² L^* = lightness; a^* = redness; b^* = yellowness.

³SEM = Pooled Standard Error of Mean.

^{a,b}Means within a treatment and column with different superscript letters differ significantly ($P \leq 0.05$).

The incidence and severity of BBS (Table 4) was not affect ($P > 0.05$) by zinc source or the interaction between source and storage method, however was highly

influenced by storage method (refrigerated or frozen), where frozen samples exhibited a higher incidence of severity of BBS when compared to those stored non-frozen.

This result can be expected because, according to Oliveira (2000), freezing causes the formation of ice crystals, which make muscle fibers swell and causes their physical separation. When the meat is subsequently thawed, bone marrow contents leak to the adjacent tissues, which results in the dark appearance of the meat before and during cooking, as the red color turns brown or gray and, in severe cases, black. The results observed in this study concur with Baldo et al. (2013) that had an increase of 16% in the incidence of BBS in frozen thighs compared with refrigerated thighs.

Table 4. Effect of zinc source on the incidence of BBS in broilers at 35 d of age.

Diet ¹	Incidence of Black Bone Syndrome (%)		
	None	Mild	Severe
IC	20.0	48.4	32.0
IC+CZn-Zn	16.3	50.6	33.1
IC+CZn	19.0	50.2	30.8
IC+CZn+CMn	21.3	50.7	28.0
SEM ²	3.1	4.1	3.4
Storage method			
Refrigerated	35.5 ^a	58.2 ^a	6.5 ^b
Frozen	2.8 ^b	41.7 ^b	55.5 ^a
SEM	2.2	2.9	2.4
Source of variation (<i>P</i> values)			
Diet	0.705	0.976	0.746
Storage	<.0001	<.0001	<.0001
Interaction	0.112	0.069	0.262

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn. ²SEM = Pooled Standard Error of Mean

^{a,b}Means with different superscript letters in a column differ significantly ($P \leq 0.05$).

The color (L^* , a^* and b^*) of the bone thighs are summarized in Table 5. The same as observed for the BBS incidence, no differences ($P > 0.05$) was observed due to the dietary treatments and no effect for interaction. However, the color was influenced ($P \leq 0.05$) by the storage method (refrigerated or frozen). In this study the frozen samples were darker (lower L^* value) and redder (a^* value) than refrigerated samples. This could be explained according to Whitehead (2010) because the freezing process forces more blood from the marrow through the bone and into adjoining meat. Cooking may contribute further to this process and also blackens the blood.

Table 5. Effect of zinc source on the color (L^* , a^* and b^*) of cooked thigh meat of broilers at 35 d of age.

Diet ¹	Color ² BBS		
	L^*	a^*	b^*
IC	39.76	9.58	8.72
IC+CZn-Zn	38.94	9.87	8.67
IC+CZn	39.69	9.34	8.61
IC+CZn+CMn	39.72	9.83	8.38
SEM ³	0.4	0.2	0.1
Storage method			
Frozen	32.24 ^b	11.14 ^a	7.35 ^b
Refrigerated	46.81 ^a	8.17 ^b	9.84 ^a
SEM	0.2	0.1	0.1
Source of variation (P values)			
Diet	0.437	0.280	0.119
Storage	<.0001	<.0001	<.0001
Interaction	0.731	0.540	0.475

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of $ZnSO_4$ and 90 ppm of $MnSO_4$); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from $ZnSO_4$; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn. ² L^* =

lightness; a^* = redness; b^* = yellowness. ³SEM = Pooled Standard Error of Mean. ^{a,b}Means with different superscript letters in a column differ significantly ($P \leq 0.05$).

This result agrees with Lyon et al. (1975), who observed frozen cooked thighs were significantly darker than non-frozen cooked thighs and also, thighs with the femur removed prior to freezing and cooking were significantly lighter than thigh pieces frozen and cooked with femur intact.

None of the carcass and parts yield indices (Table 6) were affected ($P > 0.05$) by dietary treatments in periods 35 and 49. Effect of complexed zinc on carcass and parts yield in this study are similar to Collins & Moran (1999) and Rossi et al. (2004). However, Saenmahayak et al., (2010) and McNaughton & Shugel (1991) showed improvements in breast meat yield in broilers when complexed Zn and Mn were fed to broilers.

Table 6. Effect of zinc source on carcass yields of broiler chickens at 49d of age.

Diet ¹	35 d of age			49 d of age					
	Carcass	Front Half	Saddle	Carcass	Front Half	Wings	Breast		
							Fillet	Tender	Total
	(%)								
IC	69.4	41.3	28.0	75.4	45.2	8.1	20.9	4.4	25.3
IC+CZn-Zn	69.8	41.8	27.8	75.0	45.8	8.0	21.6	4.6	26.2
IC+CZn	69.7	42.1	27.6	75.1	45.4	7.9	21.3	4.6	25.8
IC+CZn+CMn	69.4	41.5	27.8	75.5	45.3	8.1	21.2	4.5	25.7
SEM ²	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3
<i>P</i> value	0.784	0.145	0.410	0.230	0.492	0.077	0.205	0.236	0.123

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn.

²SEM = Pooled Standard Error of Mean.

The carcass and skin quality evaluations are summarized in Table 7. No differences ($P > 0.05$) were detected between the dietary treatments. However, Hess et al. (2001) had lowest incidence of back bruising in male broilers fed with Zn-methionine, and attributed these improvements in bruising may be through the influence of zinc on red blood cell stability (O'Dell et al., 1987; Johanning & O'Dell, 1989). More recently, Saenmahayak et al. (2010) showed improvements in thigh scores, scabs, and scratches with complexed Zn, and attributed this effect to the presence of collagen in the skin, because the higher collagen content, in birds fed higher levels of complexed Zn helps in holding the cells more tightly together in discrete units (Rossi et al., 2007).

Table 7. Effect of zinc source on broiler carcass quality at 35 and 49 d of age.

Diet ¹	35 d of age				49 d of age			
	Skin Cuts	Bruises	Broken		Skin Cuts	Bruises	Broken	
			Wing	Scratches			Wing	Leg
IC	2.9	22.9	7.1	7.1	1.4	39.6	17.1	7.1
IC+CZn-Zn	4.3	17.9	8.6	1.4	2.9	35.0	17.1	0.0
IC+CZn	5.7	15.5	4.3	10.0	4.3	43.9	24.6	1.4
IC+CZn+CMn	2.9	17.5	10.4	2.9	4.3	40.0	28.6	5.7
SEM ²	1.1	2.1	1.6	1.3	1.0	3.3	2.8	1.1
<i>P</i> value	0.758	0.655	0.595	0.071	0.710	0.822	0.370	0.084

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn.

²SEM = Pooled Standard Error of Mean.

The incidence and severity of FPD was not significantly influenced ($P > 0.05$) by the treatments at 48 d of age (Table 8) in accordance with the litter parameters

(litter moisture and ammonia volatilization) that not differ amongst treatments. However, the effect of complexed Zn on FPD is contrary to previous studies (Saenmahayak et al., 2010; Oliveira et al. 2010) where birds supplemented with complexed Zn reduced the incidence and severity of FPD. Hess et al. (2001) supplemented birds with complexed zinc and observed reduction of FPD in females but not in male birds.

Table 8. Effect of zinc source on the incidence of FPD, litter moisture and ammonia volatilization.

Diet ¹	Foot pad dermatitis (%)				Litter moisture (%)		Ammonia (ppm)
	None ²	Mild	Severe	Total	Initial	Final	
IC	56.5	22.8	20.7	43.5	18.2	27.2	54.9
IC+CZn-Zn	51.9	28.7	19.4	48.1	15.7	27.8	42.7
IC+CZn	46.5	26.0	26.0	52.0	15.9	27.4	50.2
IC+CZn+CMn-Zn	39.8	31.1	29.1	60.2	16.9	28.6	49.7
SEM ³	8.8	4.9	5.9	8.7	0.8	1.1	4.4
<i>P</i> value	0.487	0.580	0.570	0.530	0.129	0.766	0.255

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn.

²None = no lesion present; Mild = lesion $\leq$ 7.5 mm; Severe = lesion $>$ 7.5 mm.

³SEM = Pooled Standard Error of Mean.

The breast muscle anomalies (myopathies) are summarized in Table 9. No differences ($P < 0.05$) was detect for white striping, wood breast or necrosis under the conditions of this experiment. The white striping has been associate with heavier birds (Bauermeister et al., 2009; Kuttappan et al., 2009) and risk of occurrence of moderate and severe degrees are associated with heavier birds with thicker fillets (Kuttappan et

al., 2013), because this is considered an emerging issue in chicken breast meat, more studies are necessary to try minimize this incidence, however in this present study the use CZn and CMn in the diet was not able to promote some change.

Table 9. Effect of zinc source on the incidence of breast muscle anomalies (myopathies).

Diet ¹	White Striping			Wood Breast			Necrosis		
	%			%					
	NOR ²	MOD	SEV	NOR	MOD	SEV	NOR	MOD	SEV
IC	21.8	59.3	18.9	49.3	40.7	10.0	63.9	28.9	7.1
IC+CZn-Zn	17.1	60.0	22.9	37.5	52.5	10.0	65.0	26.4	8.6
IC+CZn	20.0	56.8	22.5	36.1	53.9	8.6	56.4	30.3	13.2
IC+CZn+CMn-Zn	12.9	68.6	18.6	37.1	41.4	21.4	52.9	31.4	15.7
SEM ³	4.3	5.9	4.8	6.6	6.7	3.7	6.9	6.4	3.2
P value	0.492	0.521	0.878	0.448	0.358	0.064	0.541	0.951	0.207

¹IC = Inorganic control diet (80 ppm of ZnSO₄ and 90 ppm of MnSO₄); IC+CZn-Zn = Same as IC, except CZn replaced 40 ppm of Zn from ZnSO₄; IC+CZn = IC plus additional 40 ppm of CZn; IC+CZn+CMn = Same as IC, except CZn and CMn replaced 40 ppm of Zn and Mn.

²NOR = Normal; MOD = Moderado; SEV= Severe.

³SEM = Pooled Standard Error of Mean.

CONCLUSION

In conclusion, the dietary treatments in this study were not effective in FPD, myopathies, carcass quality and yield of broilers. However, the use of CZn and CMn in the diet improve the BW, drip loss and feed conversion ratio.

Freezing bone-in carcass portions increased the occurrence of BBS upon cooking as compared to refrigerated portions.

REFERENCES

- BAUERMEISTER, L.J.; MOREY A.U.; MORAN E.T.; SINGH M.; OWENS C.M.; MCKEE S.R. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**, 88(Suppl. 1):33. (Abstr.), 2009.
- BALDO, G.A.A.; ALMEIDA PAZ I.C.L.; ALVES M.C.F.; NÄÄS I.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; GAVILAN, C.W.S. Black Bone Syndrome in Chicken meat. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 15(4): 317-322, 2013.
- BILGILI, S.F.; ALLEY, M.A.; HESS, J.B.; NAGARAJ, M. Influence of age and sex on foot pad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. **Journal of Applied Poultry Research**, 15:433–441, 2006.
- BILGILI, S.F.; HESS J.B.; BLAKE J.P.; MACKLIN K.S.; SAENMAHAYAK B.; Sibley J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, 18:583–589, 2009.
- CLARK, S.; HANSEN, G.; MCLEAN, P.; BOND, P.; WAKEMAN, W.; MEADOWS, R.; BUDA, S. Pododermatitis in turkeys—Case report. **Avian Diseases**, 46: 1038-1044, 2002.
- COLLINS, N.E.; MORAN Jr, E.T. Influences of supplemental manganese and zinc on live performance and carcass quality of diverse broiler strains. **Journal of Applied Poultry Research**, 8:228-235, 1999.
- HESS, J.B.; BILGILI, S.F.; PARSON, A.M.; DOWNS, K.M. Influence of complexed zinc products on live performance and carcass grade of broilers. **Journal of Applied Animal Research**, 19:49-60, 2001.

HOSKINS, B.; WOLF, A.; WOLF, N. Dry matter analysis. Pages 14 to 17 in Recommended Methods of Manure Analysis (A3769). Accessed Jan. 2013. <http://uwlab.soils.wisc.edu/pubs/A3769.pdf>. 2003.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; CLARK F.D.; MCKEE S.R.; MEULLENET J.F.; EMMERT J.L.; OWENS C. M. Effect of white striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, 88(E-Suppl. 1):136–137, 2009.

KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H.; SHAW D.P.; VALENTINE B.A.; HARGIS B.M.; CLARK F.D.; MCKEE S.R.; OWENS, C.M.. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, 92 :331–338, 2013.

LIU, Z.H.; LU, L.; LI, S.F.; ZHANG, L.Y.; XI, L.; ZHANG, K.Y.; LUO, X.G. Effects of supplemental zinc source and level on growth performance, carcass traits, and meat quality of broilers. **Poultry Science**, 90: 1782–1790, 2011.

McNAUGHTON, J.L.; SHUGEL, L.M. Effect of feeding complexed and inorganic trace minerals on broiler performance and breast meat yield. **Poultry Science**, 70(Suppl. 1):172. (Abstr.), 1991.

OWENS, B.; MCCANN, M.E.E.; PRESTON, C. The effect of substitution of inorganic zinc with proteinated or chelated zin on broiler chick performance. **Journal of Applied Poultry Research**, 18: 789–794, 2009.

ROSSI, P.; RUTZ F.; ANCIUTI M. A.; RECH J.L.; ZAUKE, N.H.F. Influence of graded levels of organic zinc on growth performance and carcass traits of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, 16: 219-225, 2007.

SAENMAHAYAK B.; BILGILI, S.F.; HESS, J.B.; SINGH, M. Live and processing performance of broiler chickens fed diets supplemented with complexed zinc. **Journal of Applied Poultry Research**, 19: 334–340, 2010.

SAENMAHAYAK, B.; SINGH, M.; BILGILI, S.F.; HESS, J.B. Influence of dietary supplementation with complexed zinc on meat quality and shelf life of broilers. **International Journal of Poultry Science**, 11 (1): 28-32, 2012.

Salim, H.M.; Lee, H.R.; Jo, C.; Lee, S.K.; Lee, B.D. Effect of dietary zinc proteinate supplementation on growth performance, and skin and meat quality of male and female broiler chicks. **British Poultry Science**, 53(1): 116-124, 2012.

SAS. Statistical Analysis System. SAS user's guide: Statistic. SAS INSTITUTE INC. Cary, NC; 1 CD Room, 2004.

SMITH, D.P.; NORTHCUTT, J.K. Induced red discoloration of broiler breast meat: Effect of cook temperature and freezing. **International Journal of Poultry Science**, 3:253-258, 2004.

WHITEHEAD, C.C. Update on current European broiler bone problems. Aust. Poult. Sci. Symp. 2010... 21-25.

WILLIAMS, B.; SOLOMON, S.; WADDINGTON, D.; THORP, B.; FARQUHARSON, C. **British Poultry Science**, 41: 141-149, 2000.

CAPÍTULO 5

IMPLICAÇÕES

IMPLICAÇÕES

As respostas obtidas neste trabalho foram positivas para o aumento da quantidade de colágeno e espessura da epiderme, desempenho das aves e rendimento de carcaça e partes, pois, foi possível manter o desempenho e o rendimento semelhante ao controle mesmo com suplementação de selênio e zinco orgânicos em menor quantidade que a fonte inorgânica. Entretanto, o aumento na quantidade de colágeno e espessura da epiderme não determinou redução na incidência de lesões de carcaça e aumento da resistência da pele. Também foi possível verificar que o zinco e selênio orgânico reduz a incidência de pododermatite.

Não houve alteração significativa na saúde das aves quando a forma de desafio foi a vacinação contra Doença de New Castle. Talvez um desafio maior proporcionado pelas condições comerciais de criação ou uso de cama reutilizada fosse determinante para uma melhora proporcionada pelas suplementações. Entretanto, é importante notar que aves com uma boa imunidade, adquirida pela suplementação de selênio e zinco orgânicos e maior nível de vitamina E, estão melhor preparadas para reagir à um desafio sanitário, necessitando de menor atividade do sistema imune, a qual foi determinada pela redução da área cortical da Bursa de Fabrícus.

A utilização de zinco e manganês orgânico proporciona melhor ganho de peso e taxa de conversão alimentar e, ainda, reduz as perdas de exsudato da carne. A incidência da síndrome do osso negro na carne de sobrecoxa foi reduzida quando a carne foi armazenada refrigerada ao invés de congelada.

Este trabalho apresentou resultados inéditos para avicultura com relação a quantificação histológica das bactérias da família Enterobacteriaceae, gênero

Staphilococcus spp e *Clostridium perfringens* presentes no coxim plantar com lesão severa de pododermatite, pela técnica da PCR em tempo real frente as suplementações de zinco e selênio orgânicos e vitamina E.