

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI – CAMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARCOS TOLENTINO LOPES

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DE FONTES INORGÂNICAS
POR FONTES ORGÂNICAS DE MICROMINERAIS SOBRE O DESEMPENHO E
QUALIDADE DE CARÇAÇAS DE FRANGOS DE CORTE**

ERECHIM, RS - BRASIL

Novembro de 2010.

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI – CAMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DE FONTES INORGÂNICAS
POR FONTES ORGÂNICAS DE MICROMINERAIS SOBRE O DESEMPENHO E
QUALIDADE DE CARÇAÇAS DE FRANGOS DE CORTE**

MARCOS TOLENTINO LOPES

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI- Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

ERECHIM, RS – BRASIL
NOVEMBRO DE 2010

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DE FONTES INORGÂNICAS
POR FONTES ORGÂNICAS DE MICROMINERAIS SOBRE O DESEMPENHO E
QUALIDADE DE CARÇAÇAS DE FRANGOS DE CORTE**

MARCOS TOLENTINO LOPES

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Profa. Geciane Toniazzo, D.Sc.
Orientadora

Prof. Rogério Luis Cansian, D.Sc.
Orientador

Rodrigo Santana Toledo, D.Sc.
Cooperativa Central Oeste Catarinense

Profa. Eunice Valduga, D. Sc.

ERECHIM, RS, NOVEMBRO DE 2010.

Nesta página será inserida a ficha catalográfica.

Dedico a meus pais Edison e Clori pela vida, o amor, o carinho e dedicação e a minha esposa Paoline pelas incontáveis demonstrações de amor e compreensão pelas ausências.

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir chegar até aqui e concluir um sonho, prova de que tudo é possível quando se tem Fé.

A meus familiares (Pais, Irmãos, Sobrinho(a)s e Cunhado(a)s) pelas infinitas orações e pensamentos positivos indispensáveis para a conclusão deste trabalho.

A minha esposa e seus familiares, pelo carinho e cuidados incondicionais durante a realização deste trabalho.

A Cooperativa Central Oeste Catarinense (Aurora Alimentos), Senar e SESCOOP pelo apoio, incentivo e colaboração financeira, as quais possibilitaram a realização deste trabalho.

A empresa NOVUS do Brasil, na pessoa da Dra. Luciana Franco pela concessão dos minerais bem como a ajuda financeira que viabilizou a execução deste trabalho.

Aos professores Geciane Toniazzo e Rogério Cansian, que além da orientação, demonstraram amizade, cooperação e dedicação. Muito obrigado por tudo.

Ao Dr. Rodrigo Santana Toledo pela iniciativa e apoio no começo deste trabalho e co-orientação na execução do mesmo.

Ao Técnico em Agropecuária Sr. Cesar Schaefer e o Nutricionista Sr. Alexandre Gomes da Rocha pela valiosa ajuda, empenho e apoio técnico, na execução deste trabalho.

As minhas colegas de Mestrado Andréia Dalpissol e Juliana Sávio pelo apoio nas horas mais difíceis e nos estudos compartilhados.

A todos os professores e funcionários da Pós graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Erechim pelo carinho e dedicação a mim dispensados.

“Tudo posso naquele que me fortalece.”

(Filipenses 4:13).

Resumo da Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DE FONTES INORGÂNICAS
POR FONTES ORGÂNICAS DE MICROMINERAIS SOBRE O DESEMPENHO E
QUALIDADE DE CARCAÇAS DE FRANGOS DE CORTE**

Marcos Tolentino Lopes

Novembro/2010

Orientadores: Geciane Toniazzo e Rogério Luis Cansian

Resumo

O Brasil ocupa hoje posição de destaque mundial sendo o maior exportador de carne de frangos, situação esta alcançada a partir de um plantel com alto potencial genético aliado a um constante trabalho de pesquisa nas áreas de bem estar animal e nutrição. A nutrição representa oitenta por cento do custo de produção de um lote de frango de corte. Dentre os nutrientes envolvidos na dieta das aves, destacam-se os microminerais que exercem funções essenciais como reprodução e crescimento podendo ser fornecidos na forma inorgânica (tradicional) ou orgânica (quelatada) atendendo a um novo conceito de melhor biodisponibilidade. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi o de estudar comparativamente o efeito da substituição parcial e total de fontes inorgânicas de microminerais (Zn, Se e Mn) por fontes orgânicas avaliando o seu efeito sobre o desempenho de frangos de corte e qualidade de carcaça usando como avaliação de desempenho os parâmetros: consumo de ração, peso corporal, ganho de peso, mortalidade e conversão alimentar. As aves foram divididas em seis tratamentos: T1 (100% inorgânico), T2 (30% inorgânico e 70% orgânico), T3 (50% inorgânico e 50% orgânico), T4 (70% inorgânico e 30% orgânico), T5 (100% orgânico-quelatado) e T6 (100% orgânico sem a metionina da matriz nutricional). A determinação dos microminerais foi realizada através da coleta de sangue, fígado e sobre coxa aos 20 e 40 dias de vida das aves e análise de minerais nos ossos (tíbia) aos 40 dias. Para a caracterização físico-química e sensorial da carne, foram realizadas análises de

TBARS, aw, pH e acidez de sobre coxas nos 0, 7, 10 e 15 dias e análise sensorial aos 0, 5 e 12 dias de armazenamento sob refrigeração sendo nestes casos consideradas amostras dos tratamentos 1, 3 e 5. Com relação ao desempenho das aves, foi possível observar que os diferentes níveis de minerais orgânicos e inorgânicos não influenciaram o peso final e a conversão alimentar. Com relação ao zinco, este esteve presente em maior concentração nas aves do tratamento 3 aos 21 dias de vida. No fígado foi significativo nos tratamentos 1, 3 e 6 e no músculo aos 21 dias na faixa de 23,1 a 30,5 mg/Kg (tratamentos 4 e 2 respectivamente). O manganês apresentou diferença significativa das aves do tratamento 3 aos 21 dias em relação aos demais tratamentos, no fígado as maiores concentrações foram encontradas nas aves do tratamento 5 aos 21 dias e no músculo com 45 dias nas aves dos tratamentos 5 e 6. O selênio alcançou maiores concentrações no sangue das aves dos tratamentos 5 e 6 aos 21 dias e do tratamento 3 aos 45 dias; com relação ao fígado foi possível observar maiores concentrações de selênio nas aves do tratamento 3 aos 21 e 45 dias. Quanto a presença dos minerais nos ossos, foi possível observar redução de cinzas nas tíbias dos tratamentos 3 e 4 mantendo-se constantes nos demais tratamentos. As análises físico-químicas (aw, TBARS, pH e acidez) apresentaram comportamento semelhante no zero dia de avaliação. No período de 7 a 15 dias de refrigeração, o tratamento 1 apresentou valores de TBARS superiores aos demais, os valores de pH e acidez não variaram neste período. A análise sensorial, revelou que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos para os atributos de aroma e cor (sobre coxa in natura) e aroma, sabor, cor e textura (sobre coxa assada) no 5º e 12º dias de armazenamento sob refrigeração.

Palavras - chave: microminerais, carne de frango, biodisponibilidade e nutrição

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

**EFFECT OF THE PARTIAL AND TOTAL SUBSTITUTION OF INORGANICS
SOURCES FOR ORGANIC TRACE MINERALS SOURCES ON THE
PERFORMANCE AND QUALITY OF CARCASSES OF CUT CHICKENS**

Marcos Tolentino Lopes

October/2010

Advisors: Geciane Toniazzo and Rogério Luís Cansian

Abstract

The Brazil occupies position of world-wide prominence today being the exporting greater of meat of chickens, situation this reached from a breeding with high genetic potential ally to one constant work of research in the welfare areas animal and nutrition. The nutrition represents eighty percent of the cost of production of a lot of cut chicken. Amongst the involved nutrients in the diet of the birds, the trace minerals are distinguished that exert functions essential as reproduction and growth being able to be supplied in the inorganic form (traditional) or organic (chelated) taking care of to a new concept of better bioavailability. In this direction, the objective of this work was to study comparatively the effect of the partial and total substitution of inorganics trace minerals sources (Zn, Se and Mn) for organic sources being evaluated its effect on the performance of cut chickens and quality of carcass using as performance evaluation the parameters: consumption of ration, corporal weight, profit of weight, mortality and alimentary conversion. The birds had been divided in six treatments: T1 (100% inorganic), T2 (30% inorganic and organic 70%), T3 (50% inorganic and organic 50%), T4 (70% inorganic and organic 30%), T5 (100% organic) and T6 (100% organic one without the metionina of the nutritional matrix). The determination of trace minerals was carried through the blood collection, liver and on thigh to the 20 and 40 days of life of the birds and mineral analysis in the bones (tibia) to the 40 days. For the characterization sensorial physicist-chemistry and of the meat, analyses of TBARS, aw, pH and acidity of on thighs in the 0, 7, 10 and 15 days and sensorial analysis had been carried through 0, 5 and 12 days of storage under refrigeration being in these considered cases samples of treatments 1, 3 and 5, With regard to the performance of the birds, were possible to observe that the different organic and inorganics mineral levels had not influenced the final weight and the alimentary conversion with regard to zinc, this was present in bigger concentration in the birds of treatment 3 to the 21 days of life. In the liver he was significant in treatments 1, 3 and 6 and the muscle to the 21 days in the band of 23,1 and 30,5mg/kg (treatments 4 and 2 respectively). The manganese presented significant difference of the birds of treatment 3 to the 21 days in relation to the too much treatments, in the liver the biggest

concentrations had been found in the birds of treatment 5 to the 21 days and in the muscle with 45 days in the birds of treatments 5 and 6 the selenium reached greatest concentrations in the blood of the birds of treatments 5 and 6 to the 21 days and of treatment 3 to the 45 days; with regard to the liver it was possible to observe bigger concentrations of selenium in the birds of treatment 3 to the 21 and 45 days. How much the presence of minerals in the bones, was possible to observe leached ashes reduction in the tibias of the treatments 3 and 4 being remained itself constant ones in the too much treatments. The analyses physicist-chemistries (aw, TBARS, pH and acidity) had presented similar behavior in the zero day of evaluation in the period of 7 at 15 days of refrigeration, treatment 1 presented superior values of TBARS to excessively, the values of pH and acidity had not varied in this period. The sensorial analysis, disclosed that significant difference did not occur enters the treatments for the aroma attributes and color (on thigh in natural) and aroma, flavor, color and texture (on baked thigh) in 5th and 12th days of storage under refrigeration.

Key - Words: Trace minerals, meat of chicken, bioavailability and nutrition.

SUMÁRIO

Resumo	vii
Abstract	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Anatomia funcional do trato digestivo das aves	5
2.2. Estrutura geral do sistema digestivo das aves.....	6
2.2.1. Cavidade Oral	7
2.3. Importância dos microminerais.....	9
2.4. Absorção dos principais microminerais	12
2.5. Considerações sobre minerais orgânicos.....	14
2.5.1. Complexos	15
2.5.2- Quelatos	16
2.6. Considerações sobre minerais inorgânicos.....	18
2.7. Considerações e conceito de biodisponibilidade	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Criação das Aves.....	23
3.2. Avaliação do Desempenho	24
3.2.1. Consumo de Ração	24
3.2.2. Peso corporal.....	24
3.2.3. Ganho de Peso.....	25
3.2.4. Mortalidades.....	25
3.2.5. Conversão Alimentar	25
3.3. Abate e armazenamento das amostras.....	25
3.4. Determinação dos microminerais.....	26
3.4.1. Determinação dos microminerais nos ossos	26
3.5. Caracterização físico-química e sensorial da carne	27
3.5.1. Determinação da oxidação lipídica (TBARS).....	27
3.5.2. Determinação de pH	27
3.5.3. Determinação de acidez	28
3.5.4. Atividade de água.....	28

3.5.5. Análise sensorial.....	28
3.6. Análises estatísticas.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Desempenho Zootécnico	30
4.2. Análise de microminerais	34
4.2.1. Análise de microminerais no sangue, fígado e músculo.....	34
4.2.2. Análise de microminerais nos ossos.....	41
4.3. Análises Físico-Químicas	45
4.3.1. Determinação da oxidação lipídica – TBARS	46
4.3.2. Determinação do pH e acidez	51
4.3.3. Sensorial.....	52
5. CONCLUSÕES	55
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXO I.....	68
ANEXO II.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de um quelato: o centro, representado pela letra M pode ser ocupada por elementos pertencentes à primeira série dos metais de transição (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn). Fonte: Vandergrift (1993).....	17
Figura 2 - Fluxograma demonstrando definições envolvidas na biodisponibilidade de elementos. Fonte: Adaptado de CAMPEN & GLAHN (1999).....	20
Figura 3 – Ganho de peso (g) dos frangos de corte submetidos a diferentes proporções de minerais orgânicos e inorgânicos.....	31
Figura 4 – Conversão alimentar dos frangos de corte submetidos a diferentes proporções de minerais orgânicos e inorgânicos.....	31
Figura 5 – Inter relações entre minerais no metabolismo animal.....	44
Figura 6 - Evolução da oxidação lipídica (TBARS) de sobrecoxas de frangos submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos (T1 - 100% inorgânico; T3 - 50% orgânico e 50% inorgânico; T5 - 100% orgânico) armazenadas a 4°C durante 15 dias.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Biodisponibilidade dos elementos minerais na forma orgânica e inorgânica.	22
Tabela 2- Variáveis de Desempenho analisadas no 1º e 40º dias de idade dos frangos de corte.	30
Tabela 3 - Teores de Zn (mg/kg) presentes em sangue, fígado e músculo das aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.	34
Tabela 4 - Teores de Mn (mg/kg) presentes em sangue, fígado e músculo das aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.	37
Tabela 5 - Teores de Selênio presentes em sangue e fígado das aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.	39
Tabela 6 – Teores de Zn, Mn e Cu (mg/kg) presentes nas cinzas dos ossos de aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.	41
TABELA 7 – Valores de atividade de água, pH, TBARS e acidez de sobrecoxas de frango de corte submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos com zero dias de armazenamento.	46
TABELA 8 – Oxidação lipídica – TBARS de carcaças de frango de corte submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos (100% inorgânico, 50% inorgânico e 50% orgânico e 100% orgânico) resfriadas a 4°C durante 15 dias..	47
Tabela 9 - pH de carcaças de frango de corte armazenadas a 4°C durante 15 dias.	51
Tabela 10 - Acidez total (g de ácido oléico/100g de amostra) de carcaças de frangos de corte mantidos sob refrigeração durante 15 dias.	52
TABELA 11 - Características sensoriais de amostras in natura de sobrecoxas de frangos de corte submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos armazenadas a 4°C durante 15 dias.	53
TABELA 12 - Características sensoriais de amostras assadas de sobrecoxas de frangos de corte submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos armazenadas a 4°C durante 15 dias.	54
Tabela 13- Composição percentual e calculada das rações para a fase pré-inicial.	70
Tabela 14- Composição percentual e calculada das rações para a fase inicial	71
Tabela 15- Composição percentual e calculada das rações para a fase de crescimento	72

Tabela 16- Composição percentual e calculada das rações para a fase de terminação	73
--	----

1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte alcançou, nos últimos anos, alto potencial genético para ganho de peso, o que faz com que as aves tenham rápido crescimento e, conseqüentemente, atinjam peso ao abate em idades cada vez menores. Entretanto, com a mudança do padrão genético das aves, a nutrição deve ser melhorada, no sentido de permitir o máximo desenvolvimento desses animais.

A indústria avícola brasileira obteve nas últimas décadas um grande avanço, estando o Brasil hoje na primeira posição do ranking de exportação da carne de aves, sendo que, de acordo com a UBA (União Brasileira de Avicultura, 2006), apenas 30 % da produção nacional é exportada. Tal situação se deve ao exaustivo trabalho de profissionais na área de melhoramento genético, ambiência, sanidade, manejo e nutrição, sendo essa, grande aliada do desenvolvimento do setor, pois a dieta tem grande influência no desempenho e na manutenção da saúde das aves.

O ciclo rápido de produção dos frangos de corte é ponto de destaque na avicultura moderna, sendo que devido a este fato, os processos adaptativos que ocorrem no período inicial da vida do pinto pós-eclosão têm recebido atenção especial nesses últimos anos, através da manipulação de dietas ou desenvolvimento das estruturas relacionadas à digestão e absorção dos nutrientes (MAIORKA et al., 2000).

Também os problemas ambientais causados em áreas de intensa produção avícola têm imposto novas recomendações dos nutrientes nas dietas. Da mesma forma, a otimização do metabolismo e a maximização do desempenho das aves dependem de uma nutrição adequada. Aproximadamente cinquenta (50) substâncias são necessárias para o funcionamento metabólico das aves. Dentre estas substâncias, que são denominados nutrientes essenciais, estão os minerais. Os minerais são divididos em macrominerais, que devem ser oferecidos em grandes quantidades e microminerais, que são necessários em pequenas quantidades no organismo (RUTZ et al., 2007).

Segundo VIEIRA (2004), os minerais são os nutrientes envolvidos no maior número de funções metabólicas, sendo que há uma quantidade muito grande destas funções que ainda não são compreendidas.

De forma geral, os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, tendo funções importantes na reprodução, no crescimento, no sistema imunológico, no metabolismo energético, entre outras funções fisiológicas vitais à manutenção da vida e também ao aumento da produtividade animal. A suplementação mineral é uma prática necessária para atender às exigências dos animais, garantindo um suprimento adequado, desenvolvimento saudável e melhora da produtividade (SCOTT et al.,1982; NRC, 1994; CLOSE, 1999).

Há muitos anos, os nutricionistas têm utilizado minerais na forma inorgânica (Sulfato de Zinco, Selenito de Sódio, Sulfato de Cobre, etc.) buscando atender as exigências minerais das aves.

Atualmente, observa-se um maior interesse em se fornecer minerais orgânicos ou fontes quelatadas de minerais traço, frequentemente descritas como proteinatos. Estas fontes são normalmente produzidas após a hidrólise de uma fonte protéica, resultando na formação de um hidrolisado contendo uma mistura de aminoácidos e peptídeos de vários tamanhos.

A reação do mineral com o hidrolisado resulta na formação de complexos contendo íons metálicos quelatados. Alternativamente, os minerais orgânicos podem ser sintetizados através de um processo biossintético. Este é o caso da selenometionina, uma cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) enriquecida com selênio orgânico. A semelhança química entre selênio e enxofre propicia a incorporação do selênio ao invés do enxofre na metionina ou cisteína pela levedura durante a formação dos compostos celulares (RUTZ et al., 2007).

As diferentes ações exercidas pelos minerais no organismo animal dependem primeiramente de sua absorção no intestino e da sua distribuição nos diferentes tecidos do organismo animal. Para serem absorvidos, os minerais encontram-se em diversas formas, desde compostos orgânicos complexos até sais de variada solubilidade.

Na forma orgânica, os minerais são absorvidos pelos carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e não por transportadores intestinais clássicos de minerais. Isto evita a competição entre minerais pelos mesmos mecanismos de absorção. Portanto, não só a biodisponibilidade é superior, mas os minerais na forma orgânica são prontamente transportados para os tecidos, onde permanecem armazenados por períodos mais longos que os inorgânicos.

Assim, os minerais orgânicos representam uma excelente alternativa para o aprimoramento nutricional das aves.

Como já apresentado anteriormente, a nutrição de frangos de corte tem evoluído na mesma proporção que a genética destas aves, proporcionando animais com rápido crescimento e alto rendimento de carcaça.

Os minerais quelatados usualmente são mais caros quando comparados com fontes inorgânicas do mesmo mineral e tradicionalmente o aumento na inclusão destas fontes inorgânicas é considerado mais econômico.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar comparativamente o efeito da substituição parcial e total de fontes inorgânicas de microminerais (Zn, Se e Mn) por fontes orgânicas. Para atingir este objetivo foi comparado o efeito dos minerais orgânicos e inorgânicos sobre o desempenho de frangos de corte, avaliando a relação entre diferentes fontes e níveis de microminerais na dieta e sua concentração no sangue, fígado, músculo e ossos, considerando os efeitos das diversas fontes e níveis de microminerais na dieta sobre as características físico-químicas (TBARS, pH, acidez e aw) e análise sensorial do músculo.

Justifica-se este trabalho de pesquisa, pelo fato de que a agroindústria precisa produzir um alimento de qualidade, porém com custos de produção cada vez menores. Como a nutrição representa aproximadamente oitenta (80) por cento do custo de produção do frango, toda e qualquer iniciativa no sentido de reduzi-los, viabilizam sobremaneira o processo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A sobrevivência e o bom desempenho das aves dependem da obtenção adequada de energia e compostos químicos (água, sais minerais, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais) pelo organismo.

Segundo ROMER e PARSONS (1981), para que isto ocorra, o sistema digestivo das aves deve apresentar características estruturais que possibilitem a ingestão dos alimentos, passagem de alimento pelo trato e absorção dos produtos da digestão. A essas atividades funcionais devem-se incluir ainda a retenção temporária dos restos não digeridos e sua eliminação e, principalmente, o papel como barreira contra agentes patogênicos presentes no lúmen intestinal, prevenindo enfermidades entéricas.

Como o bom desempenho e o rápido ganho de peso das aves estão diretamente relacionados com a nutrição das mesmas, é imprescindível que se estabeleça critérios de manejo que mantenham: a integridade morfofuncional dos diferentes tipos celulares que compõem e caracterizam os órgãos do sistema digestivo e glândulas anexas, bem como o controle de enfermidades entéricas que diminuam a eficácia funcional do sistema em questão (MACARI, 2002).

Desta forma, a manutenção da integridade intestinal é de suma importância para o bom desempenho zootécnico das aves, pois dela depende a execução adequada dos processos de digestão e absorção de nutrientes.

As diferentes ações exercidas pelos minerais no organismo animal dependem primeiramente de sua absorção no intestino e da sua distribuição nos diferentes tecidos do organismo animal. Para serem absorvidos, os minerais se encontram em diversas formas, desde compostos orgânicos complexos até sais de variada solubilidade.

Os tecidos animais e alimentos contêm elementos orgânicos e inorgânicos em concentrações variadas. Os elementos inorgânicos estão presentes na fração das cinzas após a queima majoritariamente na forma de óxidos, carbonatos e sulfatos (VIEIRA, 2004).

UNDERWOOD e SUTLE (1999) afirmam que, 26 do total de elementos conhecidos, entre naturais e artificiais, podem ser considerados essenciais aos animais. Destes, 11 são macroatmentos (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio,

enxofre, cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro e magnésio) e 15 são microelementos (ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênico). Os compostos envolvendo selênio, zinco e manganês apresentam uma alta importância na produção e exploração avícola (RUTZ et al., 2007).

2.1. Anatomia funcional do trato digestivo das aves

O trato digestivo das aves é um tubo oco e fibromuscular, que vai da boca (bico) à cloaca, recoberto por um epitélio que, em algumas partes, está especializado para secreção, digestão e absorção.

A parede do trato é composta, basicamente, por quatro camadas ou túnicas concêntricas, de dentro para fora: camada mucosa, camada submucosa, camada muscular e camada serosa (MACARI et al., 1994).

O suprimento sanguíneo do trato digestivo varia nas diferentes regiões, mas é rico nos segmentos com alta atividade secretória e absorptiva, como no pró-ventrículo e no intestino delgado.

Segundo MACARI et al. (1994), a inervação do sistema digestivo é composta por fibras pré-ganglionares do sistema parassimpático, fibras pós-ganglionares do sistema simpático e fibras aferentes viscerais. As fibras aferentes têm como função transmitir, através de estímulos gerados nos diversos segmentos do trato digestivo, impulsos ao sistema nervoso central para controle da atividade visceral ou mesmo comportamental, como por exemplo, fome e saciedade. A inervação intrínseca é feita pelo sistema nervoso entérico. Este é um complexo neural distribuído pela parede do tubo digestivo, presente desde a faringe até a cloaca.

Para ITO (1994), o aparelho digestivo das aves, é composto por órgãos especializados para exercer a função de ingestão, digestão e absorção de nutrientes essenciais presentes no alimento, que são necessários para a manutenção de um ser vivo. O aparelho digestivo é, portanto, como uma refinadora de petróleo, que produz o combustível que põe em movimento um carro, por exemplo. Portanto, este compartimento de um ser vivo é responsável pela manutenção da vida. Ainda segundo ITO (1994), o sistema digestivo das aves é bastante aperfeiçoado tecnicamente, considerando-se a escala zoológica do reino animal, visto que sempre

se resume a um tubo digestivo que recebe contribuições de órgãos acessórios, como fígado e pâncreas para complementar suas funções.

Já para GODDEERIS (2002), nas aves, especialmente nos frangos de corte, o trato gastrointestinal é o órgão que necessita de maior aporte de nutrientes e recebe entre 23 e 36% do total de energia e entre 23 e 38% de toda a proteína absorvida pelo organismo. Sendo assim, quando ocorre a instalação de alguma enfermidade neste trato, tem-se afetado diretamente a eficácia e as necessidades de proteína e energia da ave.

Segundo ROMER et al. (1981), o sistema digestivo das aves deve apresentar características estruturais que possibilitem a ingestão dos alimentos, passagem deste alimento pelo trato, alterações físicas e químicas do alimento e absorção dos produtos da digestão. A essas atividades funcionais devem-se incluir ainda a retenção temporária de restos não digeridos e suas eliminação e, principalmente, o papel como barreira contra agentes patogênicos presentes no lúmen intestinal, importante para a prevenção de enfermidades entéricas.

Como o bom desempenho reprodutivo e o rápido e adequado ganho de peso por parte das aves estão diretamente relacionados com a nutrição das mesmas, é imprescindível que se estabeleça critérios de manejo que mantenham a integridade morfofuncional dos diferentes tipos celulares que compõem e caracterizam os órgãos do sistema digestivo e suas glândulas anexas e o controle das enfermidades entéricas que diminuem a eficácia funcional do sistema em questão.

A manutenção da integridade morfofuncional do sistema digestivo é de fundamental importância para o bom desempenho zootécnico das aves, pois dela depende a execução adequada dos processos de digestão e absorção de nutrientes. Ao mesmo tempo, a plasticidade desse sistema em responder de forma adaptativa a agentes externos presentes nas dietas, mostra ser possível uma manipulação de suas características morfofuncionais a favor de uma maximização das áreas de digestão e absorção e no seu sistema de defesa (BOLELI et al., 2002).

2.2. Estrutura geral do sistema digestivo das aves

Da região anterior para a posterior, as estruturas tubulares que compõem o sistema digestivo das aves são: cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela,

intestino delgado, cecos e cólon. A ele também estão conectadas duas glândulas anexas: o fígado e o pâncreas. A seguir, é apresentada uma breve descrição destas, baseado em BOLELI et al. (2002).

2.2.1. Cavidade Oral

As características estruturais da cavidade oral têm uma relação estreita com o processo de apreensão, escolha e ingestão do alimento pela ave. A cavidade oral consiste em: Bico, língua, glândulas salivares e faringe.

Bico

O bico é uma estrutura epidérmica queratinizada, constituída por porção córnea superior e outra inferior. O formato e a natureza queratinizada do bico determinam o tipo e tamanho do alimento a ser ingerido pela ave, e possibilitam a apreensão do mesmo. O bico ainda desempenha papel importante que lhe é peculiar, durante a vida fetal, no oitavo dia de incubação, surge uma saliência córnea (diamante) sobre a região dorso-anterior de sua porção superior (HAMBURGER e HAMILTON,1951). Esta estrutura é utilizada para quebrar a casca do ovo na eclosão (através da bicagem) desaparecendo pouco tempo depois.

Língua

Estrutura formada por uma massa de músculos estriados, revestida por epitélio estratificado pavimentoso, o qual é contínuo com a mucosa que reveste a cavidade bucal. A mucosa dorsal da língua apresenta papilas tácteis e gustativas que auxiliam a ave na escolha do alimento. As últimas são sensitivas a sabores salgado, doce e amargo. O formato anatômico da língua é similar ao do bico, sendo estreita e pontiagudo em frangos de corte.

Faringe

É a origem embrionária de várias estruturas: tireóide, timo, paratireóide, epitélio do sistema respiratório, consistindo assim, em uma estrutura de grande importância para o desenvolvimento ontogenético das aves. Nos pintos e aves

adultas, restringe-se a um curto segmento que une a cavidade oral ao esôfago e que contém a abertura da Laringe, cavidade nasal e auditiva.

Esôfago e Papo

Estruturas que respondem pela condução do alimento ingerido da faringe até o proventrículo e pela reserva ou estocagem do mesmo, respectivamente. O esôfago é um tubo relativamente longo, localizado entre a orofaringe e o estômago glandular e revestido internamente por um epitélio estratificado e pavimentoso.

A parede ventrolateral direita do esôfago apresenta um divertículo sacular ímpar, denominado papo ou inglúvio. O papo é um órgão primariamente de armazenagem de alimento. Essa função é de grande importância para aves que vivem em ambientes com escassez de alimento. No caso das aves domésticas, principalmente as utilizadas na produção de carne e ovos, tal estrutura passou a ter importância secundária já que as mesmas recebem ração *ad libitum* o papo permanece cheio. Ele possui uma grande capacidade de dilatação, podendo, quando cheio, atingir um tamanho bem maior que quando vazio (BOLELI et al., 2002).

Proventrículo e Moela

Um dos conceitos vigentes, especialmente para animais selecionados para crescimento rápido, como é o caso do frango de corte moderno, é o de que a ingestão de alimentos é largamente determinada pelas características anatomohistológicas e pela capacidade do trato digestivo. Estes fatores podem influenciar o tipo de alimento a ser ingerido, digerido e absorvido pelo animal, sendo que alterações no trato gastrintestinal podem ter um profundo efeito sobre o desempenho produtivo.

As aves apresentam o estômago dividido em estômago glandular ou proventrículo e estômago muscular ou moela (MACARI et al., 1994). O proventrículo é recoberto por uma camada mucosa glandular onde se localizam as glândulas gástricas secretoras, por este motivo, o órgão é conhecido como estômago glandular e tem como funções, atuar na produção e liberação de secreções gástricas. A moela apresenta características morfológicas específicas: maciço desenvolvimento muscular sendo por isso conhecida como estômago mecânico.

Intestino delgado

É a porção mais longa do sistema digestivo, responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes. O intestino delgado é dividido em três regiões: duodeno, jejuno e íleo. A mucosa intestinal apresenta projeções microscópicas denominadas de vilos, que são constituídos por três tipos de células, funcionalmente distintas: enterócitos, células caliciformes e as células enteroendócrinas.

Os enterócitos são células que respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte transepitelial dos nutrientes a partir do lúmen. Estas células apresentam um processo de maturação que ocorre durante o processo de migração da cripta (base) para o ápice do vilos. Esta maturação está na dependência da síntese de proteínas estruturais, as quais são codificadas pelo genoma das células intestinais.

As células caliciformes são secretoras de glicoproteínas, que tem a função de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta.

As células enteroendócrinas são produtoras de hormônios peptídicos (gastrina, secretina e colecistoquinina) e monoaminas biogênicas, substâncias essas que participam na regulação da digestão, absorção e utilização dos nutrientes.

Quanto maior o número de células, maior o tamanho do vilos, e por consequência, maior a área de absorção de nutrientes. YAMAUCHI e ISSHIKI (1991) mostraram que a densidade de vilos/área era reduzida com o aumento da idade dos frangos, este resultado evidencia que com o aumento da idade do frango ocorre aumento do tamanho do vilos.

Outro fator relevante para a absorção dos nutrientes na membrana luminal é a quantidade de microvilos existentes nos enterócitos. Os microvilos atuam como um amplificador de área para a absorção dos nutrientes, e são projeções da membrana luminal do enterócito.

2.3. Importância dos microminerais

Os microminerais atuam como componentes protéicos ou como cofatores, auxiliando na alteração ou modulação alostérica da estrutura terciária das enzimas

tornado-as ativas ou inativas. Além disso, são os nutrientes envolvidos no maior número de funções metabólicas sendo que uma grande quantidade de funções ainda não é totalmente compreendida (VIEIRA, 2004).

Para BRITO et al. (2006), os microminerais são considerados de grande importância na alimentação das aves, pois participam de uma série de processos bioquímicos, essenciais ao crescimento e desenvolvimento, destacando a formação óssea. A maioria dos microminerais (zinco, selênio, manganês e cobre) está associada direta ou indiretamente, sendo a fase de 7 a 12 semanas em frangas de reposição, responsável pelo maior crescimento proporcional do esqueleto.

Já para LARBIER (1992), os microminerais estão presentes nos tecidos em quantidades pequenas, porém a sua ação é essencial para a manutenção da vida e do crescimento, segundo o autor, dois terços do ferro corporal encontra-se complexado com a hemoglobina envolvido no transporte de oxigênio ao sangue e ao controle da respiração celular. O cobre está presente em maiores quantidades no fígado, cérebro, rins e coração, complexado com as enzimas citocromo oxidase e monoamina oxidase. O autor ainda cita a importância do cobre para combater a anemia e problemas ósseos, além de desordens nervosas.

Embora o cobre não seja um constituinte da hemoglobina, ele está presente nas proteínas plasmáticas que estão envolvidas no transporte de ferro aos tecidos, sendo a sua deficiência, resultante em sinais de anemia. Além disso, o cobre é componente de proteínas sanguíneas, encontrado em eritrócitos, bem como tem participação em muitos sistemas enzimáticos como: citocromo oxidase e presente em muitas células do corpo (LEESON, 2009).

O zinco, é essencial para frangos de corte pois está envolvido em numerosos sistemas enzimáticos, no metabolismo de energia, carboidratos ácidos nucléicos e síntese de proteínas. O zinco também é importante para a integridade de tecidos epiteliais, a proteção de células, suas divisões e para o transporte e uso da vitamina A. Além disso, participa ativando o sistema imune bem como de alguns hormônios reprodutivos (ZINPRO, 2001).

Para PAYNE (2005), os animais produzem radicais livres que podem agredir ou destruir as células. A superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase, são enzimas que atuam como agentes antioxidantes destruindo ou impedindo a ação destes radicais livres. O selênio é essencial nas dietas de frango de corte, uma vez

que através da manutenção da atividade da glutathiona peroxidase, protege o organismo da diátese exudativa e fibrose pancreática.

Jl et al. (2006), relatam a importância do manganês para a formação normal dos ossos, funções enzimáticas e metabolismo dos aminoácidos em frangos de corte. Fontes orgânicas de manganês possuem maior biodisponibilidade que fontes inorgânicas.

O manganês é um ativador do sistema enzimático e do metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas. Importante para a formação da matriz óssea (colágeno), formação e crescimento do esqueleto, envolvido na síntese e do colesterol e no metabolismo de hormônios reprodutivos (ZINPRO, 2001).

Dentre as principais funções atribuídas aos minerais destaca-se:

1. **Estrutural:** forma componentes estruturais de órgãos e tecidos;
2. **Fisiológica:** através da manutenção da pressão osmótica, balanço ácido-base e permeabilidade de membrana;
3. **Catalítica:** catalisadores de enzimas ou sistemas hormonais como componentes específicos da estrutura de metaloenzimas ou como ativadores de sistemas;
4. **Reguladora:** através da replicação e diferenciação celular.

Para o adequado funcionamento do organismo, as aves precisam ingerir uma quantidade mínima de microminerais para atender suas exigências diárias. No entanto, a exigência de microminerais pode variar de acordo com a fase produtiva e condições ambientais.

Aves em situações de estresse, com alto desafio imunológico ou em fase reprodutiva, apresentam maior exigências de minerais que animais em crescimento. Outro fator importante, que deve ser levado em consideração é a biodisponibilidade da fonte de minerais na dieta.

No caso dos minerais inorgânicos, essa determinação pode ser superestimada, pois os minerais estão sujeitos a diversas interações e antagonismos no organismo do animal, fazendo com que a quantidade fornecida na dieta não corresponda a quantidade que o animal precisa para atender as suas exigências nutricionais (NOVUS, 2009).

Minerais como cálcio e fósforo, bem como magnésio contribuem substancialmente para a resistência de ossos e dentes devido à formação de matrizes complexas que são de natureza inorgânica. Os chamados tecidos moles tem grande presença de zinco além de fósforo, magnésio e enxofre. Já na regulação de processos biológicos os minerais essenciais funcionam como catalisadores em sistemas enzimáticos e hormonais como componentes integrais e específicos de metaloenzimas. Podem também exercer funções como ativadores de certas metaloenzimas (VIEIRA, 2004).

2.4. Absorção dos principais microminerais

As fontes de microminerais atualmente usadas em nutrição animal são as inorgânicas (óxidos, sulfatos, cloretos, etc.). Quando estes sais chegam ao estômago das aves, ocorre uma dissociação das moléculas, devido ao pH ácido liberando os íons metálicos como Zn^{2+} , Mn^{2+} , etc. No intestino delgado, o transporte dos íons para o interior da célula ocorre por difusão passiva ou pelo transporte ativo. Para isto ocorrer, estes íons necessitam estar atrelados a um agente ligante ou molécula transportadora, que permita a passagem através da parede intestinal.

Várias vezes, estes íons não encontram carreador disponível no intestino e são excretados. A tentativa de suprir a exigência nutricional das aves com suplementação extra de minerais de fontes com baixa absorção, pode causar efeitos prejudiciais, como diarréia e desequilíbrios que podem levar a redução na absorção de outros minerais através do antagonismo (BORGES, 2002).

Ainda segundo o mesmo autor, os minerais na forma orgânica, são absorvidos pelos carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e não pelos transportadores intestinais clássicos de minerais. Não sofrem competição por já possuírem seu próprio aminoácido ao entrar no trato digestivo. Devido à sua forma de ligação, o mineral metálico é quimicamente inerte, assim também não interage com os íons metálicos livres. Desta forma é absorvido, passando diretamente para o plasma através das células da mucosa intestinal e sua ligação permanece inalterada. A separação do aminoácido quelante irá acontecer no local em que o mineral será usado.

Para VIEIRA (2004), a absorção intestinal dos minerais está sempre sob interferências que afetam a utilização dos mesmos. Portanto, é essencial minimizá-las. Diferentes minerais podem interagir entre si afetando mutuamente as suas capacidades de absorção e metabolismo.

Já para ASCHMEAD (1993), há várias formas de interferências sobre a absorção de minerais. O próprio autor resume em seis os grupos de interações pelas quais estas interferências ocorrem, a saber: solubilidade dos minerais no lúmen intestinal, competição entre íons pelos mesmos carreadores de transporte para o citoplasma da célula intestinal, a presença de outros metais, ação enzimática bloqueada pela ação de um metal, alguns metais após a absorção pelo enterócito retornam para o lúmen e desta forma realimentam a competição por carreadores de transporte de minerais, a última interferência é mais complexa e diz respeito a redução na absorção de um determinado metal que venha a interferir negativamente sobre a absorção de um outro mineral.

As exigências nutricionais de minerais traço exibidas pelo NRC (1994) são criticadas por serem muito baixas para serem recomendadas para as linhagens de aves e suínos atuais. A maior parte destas exigências foram determinadas a algumas décadas ou simplesmente estimadas. Com isso, nutricionistas frequentemente utilizam níveis mais elevados de minerais, grande parte das vezes baseado em seu próprio conhecimento prático. Isto funciona, mas corre o risco de uma interação adversa entre minerais, bem como aumentar os níveis excretados dos mesmos (LEESON, 2008).

O fornecimento de microminerais em rações para animais é normalmente feito com a utilização dos mesmos em formas salinas, usualmente as de custo mais baixo possível. Exigências muito baixas quando comparadas com as de outros nutrientes, bem como a presença nas outras fontes alimentares, determinam baixo questionamento dos nutricionistas com relação à qualidade das fontes destes elementos nas dietas. Muitas fontes de minerais como por exemplo: óxido de zinco, são resíduos de outras indústrias ou provém de minerações cujo destino não é a alimentação animal (VIEIRA, 2004).

Para BORGES (2002), íons minerais livres são capazes de reduzir a absorção de um ou mais íons de outra natureza, sendo que para alguns íons esta interferência é recíproca. Isto se deve à natureza elétrica dos minerais quando na forma de sais.

Com relação a este complexo fenômeno, grande parte dos casos relacionados à capacidade de inibição dos microelementos minerais, já foram quantificados.

A competição é especialmente acirrada entre íons minerais de cobre, zinco e ferro, que disputam a mesma via de absorção. Deste modo, uma dieta com altos níveis de cobre pode bloquear a absorção do Zn e do Fe, levando a deficiência destes últimos.

Outros fatores que interferem na absorção dos sais minerais são: álcool, a gordura e a fibra que formam compostos insolúveis, indisponibilizando o mineral na forma iônica. Substâncias orgânicas presentes nos cereais como ácido fítico, ácido oxálico, entre outros ácidos orgânicos, também podem se ligar aos íons minerais no trato digestivo formando sais insolúveis ou compostos orgânicos de baixa solubilidade, que não podem ser absorvidos pelas aves sendo levados para fora do organismo junto com as fezes.

Ainda segundo BORGES (2002), O antagonismo dos elementos minerais é um processo complexo de interações bióticas, o que equivale dizer que o excesso de um determinado íon mineral pode levar à deficiência de outro mineral, sendo este fato corriqueiramente observado.

De acordo com RUTZ et al. (2009), muitas pesquisas são desenvolvidas com minerais orgânicos para aves, sendo o maior número de trabalhos desenvolvido com selênio orgânico, estes estudos comprovam o papel do selênio como componente da enzima glutathione peroxidase, na prevenção da diátese exudativa, da atrofia pancreática, da distrofia muscular entre outras.

No entanto, segundo os autores supracitados, mais estudos são necessários para esclarecer os mecanismos moleculares da ação do selênio nas células, em particular a descoberta e a caracterização de uma gama de novas selenoproteínas e o melhor entendimento da relação entre os antioxidantes. Com relação ao zinco orgânico, TUCKER (2008) acrescenta que, o melhor desempenho das aves suplementadas com este mineral, está associado a sua maior biodisponibilidade.

2.5. Considerações sobre minerais orgânicos

A “Association of American Feed Control Officials” (AAFCO, 2000), que define as normas e os padrões dos alimentos destinados a produção animal, estabeleceu a

seguinte definição para minerais orgânicos: “são os íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e de alta biodisponibilidade mineral”.

Para RUTZ et al. (2009), existem várias formas de complexos metálicos disponíveis no mercado para fins de uso na alimentação animal. Estes são intitulados coletivamente de minerais orgânicos, devido ao fato do microelemento mineral em questão estar complexado ou, de outra forma, associado a moléculas orgânicas. Ainda, segundo os autores supracitados, existem confusões envolvendo a natureza físico-química dos minerais orgânicos, o que torna necessário e importante distinguir os termos “Complexo e Quelato”.

2.5.1. Complexos

O termo complexo pode ser usado para descrever produtos formados a partir da reação de um íon metálico com uma molécula ou íon que contenha um átomo com um único par de elétrons. Tais íons metálicos em um complexo estão ligados através de átomos tais como: oxigênio, nitrogênio ou enxofre.

Os ligantes com um único átomo doador são chamados de monodentados, enquanto que quando aparecem dois ou mais átomos doadores capazes de se ligar a íons metálicos, são chamados de bi, tri ou tetradentados. Quando tais ligantes se unem a íons metálicos através de dois ou mais átomos doadores, o complexo formado contém um ou mais anéis heterocíclicos contendo um átomo metálico, tais complexos são chamados de “quelatos” (RUTZ et al., 2009).

A AAFCO (2000), que define as normas e os padrões dos alimentos destinados à produção animal, estabeleceu ainda as seguintes classificações de minerais orgânicos, segundo o tipo de ligação que apresentam os minerais orgânicos ou minerais complexados:

Quelato metal aminoácido: resultado da reação de um sal metálico solúvel com aminoácidos, em proporção molar 1:1, 1:2 (preferencialmente) ou 1:3, a fim de se criar ligações covalentes combinadas. O peso molecular aproximado dos

aminoácidos hidrolisados deve ser de 150 Daltons, visto que o peso molecular total não deve ultrapassar 800 Daltons;

Complexo metal aminoácido: obtido da complexação de um sal metálico solúvel e um ou mais aminoácidos;

Complexo metal aminoácido específico: semelhante ao anterior, mas resultado da ligação com um aminoácido específico;

Metal proteinado: resultado da quelatação de um sal metálico solúvel com uma proteína parcialmente hidrolisada;

Complexo metal-polissacarídeo: obtido através da complexação de um sal metálico solúvel e uma solução de polissacarídeos.

2.5.2- Quelatos

Segundo VIEIRA (2004), a palavra quelato é proveniente do grego “chele” cuja tradução é pinça ou garra. As razões para esta definição tornam-se claras quando são examinadas as estruturas dos quelatos, que são o resultado do compartilhamento de elétrons entre um metal e um ligante. Os minerais quelatados possuem ligantes não metálicos, portanto orgânicos.

Para BORGES (2002), são denominados quelatos, os compostos orgânicos formados por íons metálicos ligados por substâncias orgânicas como aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a estes íons, alta biodisponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade.

KRATZER et.al.(1986) acrescenta ainda que quelato é um complexo metálico onde o metal apresenta mais ligações do que sua valência, e este é ligado a um ligante doador. Este complexo possui um átomo de mineral no centro da molécula e um ligante ao seu redor.

Metal quelato é descrito como uma estrutura composta por um núcleo central e dois ligantes, formando uma estrutura heterocíclica (ASHMEAD, 1980 apud MELO,

2002). O ligante ou quelante contém, no mínimo, dois grupos funcionais, que podem ser o oxigênio, o nitrogênio, o grupo amino ou o grupo carboxílico, capazes de doar um par de elétrons para formar uma ligação covalente com metal (SPEARS, 1996).

A Association American Feed Control Officials (1990) define quelato, como sendo o produto resultante da reação de um íon metálico com aminoácido através de ligações covalentes. Apresenta relação molar (metal/aminoácido) entre 1:1 e 1:3, sendo preferível a relação de 1:2. O peso molecular da estrutura deve ser de aproximadamente 800 Dalton. Deste modo, pode ser absorvido diretamente pela membrana celular de células intestinais. A estrutura de um quelato pode ser observada na Figura 1.

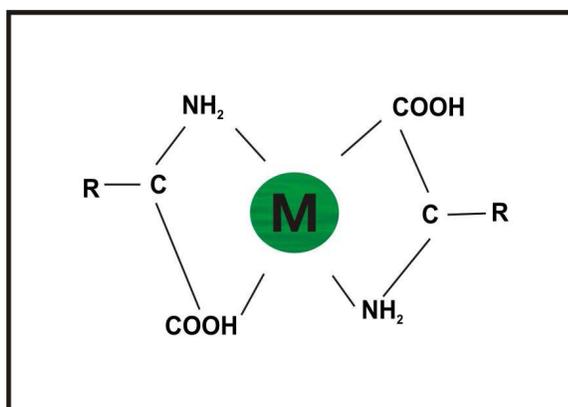


Figura 1 - Estrutura de um quelato: o centro, representado pela letra M pode ser ocupada por elementos pertencentes à primeira série dos metais de transição (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn). Fonte: Vandergrift (1993).

Segundo ASHMEAD (1980), os quelatos de minerais devem estar fundamentados em alguns pontos tecnológicos, dos quais podem ser citados: 1) **Tamanho**: o tamanho do quelato deve ser pequeno o bastante para que os minerais, com suas moléculas carregadoras, possam ser absorvidos sem sofrerem qualquer digestão; 2) **Estabilidade**: são compostos minerais estáveis. São menos vulneráveis às interações minerais adversas que ocorrem no aparelho digestivo; e 3) **Neutralidade**: O composto final não possui carga elétrica. Com isto, o quelato pode ser absorvido no trato digestivo do animal na forma original, além de não sofrer possíveis interferências dos demais componentes da dieta, que o tornaria insolúvel.

BARUSELLI (2005) acrescenta a esta discussão, o conceito de “Carboaminofosfoquelato”, que são macromoléculas que vem sendo chamadas de

carboquelatos e são a nova conquista na evolução das técnicas de quelação e já mostraram que apresentam um elevado grau de compatibilidade quando fornecidos com suplementos minerais e rações concentradas.

Metal quelado ou quelato é um metal que passa por um complexo mecanismo industrial que, por fim, torna-se ligado a um agente quelatante (ou ligante), resultando em um composto de alta biodisponibilidade e baixa toxicidade, capaz de suprir com maior eficiência as exigências de minerais dos ruminantes (BARUSELLI, 2000).

2.6. Considerações sobre minerais inorgânicos

Os minerais são classificados academicamente em macro-minerais e micro-minerais ou elementos traços. Esta classificação está relacionada com as concentrações dos elementos nos tecidos, que de certa forma, indicam as suas necessidades orgânicas (BERTECHINI, 2006).

Os minerais mais críticos nas rações de aves são o cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio, também chamados de macro-elementos minerais porque entram em maiores quantidades nas rações. Alguns minerais entram na formação dos ossos e da casca do ovo, outros são necessários aos processos metabólicos, hormonais e enzimáticos.

Os minerais também são importantes na manutenção do balanço ácido-básico (pH) do sangue, na pressão osmótica e balanço da água corporal, na excitação dos nervos e músculos no transporte de nutrientes através de membranas e na regulação da permeabilidade das membranas de vários tecidos, além de fazerem parte da composição de várias enzimas.

O ferro, cobre, iodo, manganês, cobalto e selênio, estão presentes em menores quantidades nas dietas de aves e por isso são chamados de micro-minerais, mas são igualmente essenciais para as aves.

A quantidade e a qualidade dos minerais na ração são importantes. Talvez o mais importante seja a inter relação entre cada mineral e outros nutrientes. Quando em quantidades abaixo das necessidades, aparecerão deficiências nutricionais. Se em excesso o crescimento poderá ser retardado, a eficiência de antibióticos poderá ser afetada e vitaminas poderão ser destruídas.

As fontes minerais utilizadas nas rações de poedeiras são geralmente, oriundas de compostos inorgânicos, de origem geológica ou industrial, estes compostos são comumente utilizados para confecção de rações na forma natural ou através de misturas minerais (premix), a fim de suplementar os minerais deficientes nas matérias primas (ARAÚJO et al., 2008).

Os valores das fontes de minerais usadas na alimentação animal, que estejam nas formas inorgânicas que nos alimentos naturais podem variar quanto ao seu valor nutritivo. Portanto, a escolha de um suplemento ou fonte de mineral a ser usada em uma ração, depende do custo por unidade dos elementos requeridos, das formas químicas em que os elementos são combinados e das formas físicas, especialmente o tamanho das partículas e, sobretudo, da garantia de ausência de substâncias tóxicas para os animais.

2.7. Considerações e conceito de biodisponibilidade

A Biodisponibilidade de um nutriente é um termo relativo, sempre se referindo a um produto que é usado como padrão. Entende-se por biodisponibilidade, a fração do mineral que é absorvida e utilizada pelo animal.

Para BERTECHINI (2006), a biodisponibilidade pode ser definida como a quantidade dos minerais presentes na dieta que são absorvidos e utilizados para as funções orgânicas. O termo Biodisponibilidade, tenta incluir em um conceito simples o efeito de uma sequência de efeitos metabólicos: digestibilidade, solubilização, absorção, entrada nos órgãos e liberação, transformação enzimática, secreção e excreção. Com exceção da digestibilidade e da solubilização dos minerais, cada um destes eventos é de difícil mensuração experimental e todos são dependentes da idade dos animais e estão sujeitos aos controles nutricionais e hormonais (BRONNER,1993).

As metodologias disponíveis para determinar a biodisponibilidade dos minerais são geralmente complexas (BERTECHINI, 2006). Diversos métodos têm sido utilizados para o estudo dos mecanismos de absorção celular dos minerais, entre eles: balanço metabólico e técnicas com traços radioativos são usados para estimar os fluxos epiteliais de minerais em animais e humanos.

De acordo com VEIGA & CARDOSO (2005), biodisponibilidade, também conhecida como disponibilidade biológica ou valor biológico, é definido como a percentagem do elemento presente no composto que é absorvido pelo animal.

A biodisponibilidade de elementos essenciais na forma orgânica pode ser definida como a proporção absorvida, transportada ao sítio de ação e convertida na sua forma fisiologicamente ativa, como ilustrada na Figura 2 (HOLWERDA et al., 1995).

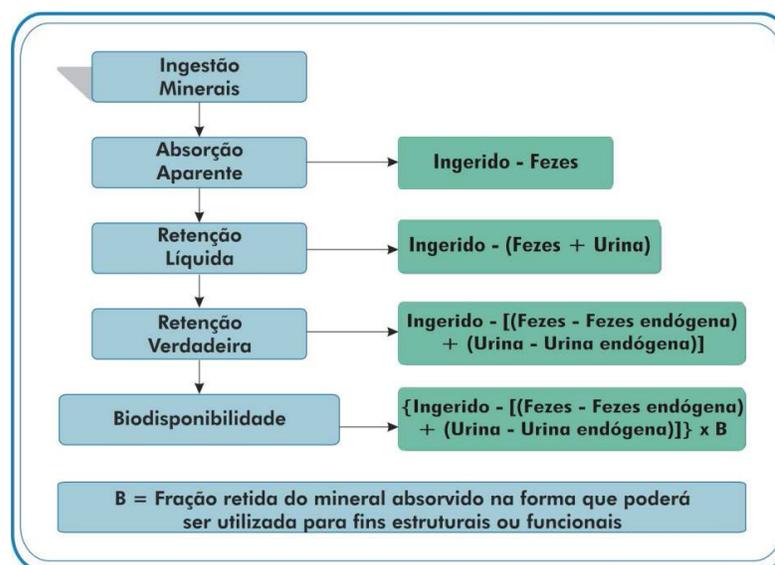


Figura 2 - Fluxograma demonstrando definições envolvidas na biodisponibilidade de elementos. Fonte: Adaptado de CAMPEN & GLAHN (1999).

Segundo BORGES (2002) um mineral quelatado para ser absorvido e ser eficiente do ponto de vista nutricional deve apresentar as seguintes características químicas:

Apresentar alta solubilidade em água: Um fator de suma importância com relação à biodisponibilidade de minerais orgânicos diz respeito à solubilidade, ou seja, quanto maior a solubilidade em água, maior será a sua biodisponibilidade (MELLO, 1998).

Permanecer estável durante o processo digestivo: Se o quelato se rompe no estômago, os íons se tornam livres e neste caso possivelmente não há nenhuma diferença entre os quelatos e as fontes de minerais inorgânicos (ASHMEAD, 1989).

Devido a sua estabilidade e seu tamanho, a maioria dos minerais quelatados com aminoácidos, não sofre alteração em sua passagem pelo trato digestivo, sendo absorvidos integralmente sem sofrer degradação da mesma forma que os aminoácidos livres.

Entretanto, alguma hidrólise pode ocorrer com alguns complexos orgânicos, no citoplasma do enterócito, mas a separação final do mineral e do seu carreador é esperada apenas após o mesmo chegar ao seu destino final de funcionamento fisiológico, que em algumas vezes pode não ocorrer, pois o mineral irá atuar complexado com aminoácidos.

Ser altamente absorvível: O íon quelatado a uma estrutura orgânica, como um aminoácido, Po exemplo, apresenta elevados coeficientes de absorção (ASHMEAD, 1989), uma vez que o intestino possui receptores específicos para absorver aminoácidos em grande quantidade.

Ser retido em maior quantidade no organismo animal: Para uma maior biodisponibilidade do mineral não basta que ele apresente elevada absorção, é necessário também uma elevada retenção do mineral no organismo (MALETTO,1996).

Segundo PATTON (1997), a absorção de um determinado mineral está na dependência do equilíbrio nutricional no organismo do animal, ou seja, de certa forma existe interação entre o local de absorção e a concentração do mineral disponível neste local. Por outro lado, a biodisponibilidade de um mineral a partir de uma determinada fonte está na dependência direta do estado nutricional da ave para este mineral específico.

Muitos experimentos têm mostrado a maior disponibilidade de minerais, da ordem de 20 a 70% superior, quando fornecidos na forma quelatada, comparada com a forma inorgânica (MELLO, 1998).

Os percentuais de biodisponibilidade de alguns elementos traços na forma de sal simples e quelatos são descritos por MALETO (1997), citado por BARUSELLI (1999) e podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Biodisponibilidade dos elementos minerais na forma orgânica e inorgânica.

Elemento Mineral	Forma orgânica	Forma inorgânica
Cálcio	92 – 96%	22 – 53%
Magnésio	85 – 94%	26 – 48%
Ferro	87 – 94%	15 – 35%
Zinco	91 – 98%	15 – 29%
Cobre	86 – 92%	27 – 40%
Cobalto	85 – 89%	30 – 36%
Manganês	83 – 87%	12 – 24%

Fonte: Adaptada de Baruselli (1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Criação das Aves

As aves foram criadas por 45 dias em uma unidade experimental da Cooperativa Central Oeste Catarinense situada no município de Chapecó, Oeste de Santa Catarina, no período de setembro a janeiro de 2009.

Esta unidade é composta por dois galpões de 20 m de comprimento x 7 m de largura. Cada galpão, possui 18 boxes medindo 3 m de comprimento x 2 m de largura com capacidade para alojar até 70 aves/box. Esta metragem possibilita uma área de 0,086 m²/ave.

Foram utilizados neste trabalho, 2.520 frangos de corte, machos, linhagem Cobb, vacinados contra as doenças de Marek e Bronquite infecciosa, alojadas com um (1) dia de idade pesando em média 42 g.

No dia do alojamento, os pintinhos foram pesados individualmente e selecionados através de quatro faixas de peso/box, de forma que todos os boxes possuíam: 7 pintinhos com 35 g, 27 com 40 g, 31 com 45 g e 5 com 50 g, o que proporcionou peso médio de 42 g/tratamento. Em todos os boxes foi usado o mesmo procedimento.

As aves foram criadas de acordo com as recomendações de manejo descritas por GOMES et al. (1996), com programa de luz contínuo, com 24 hs de luz (natural+artificial) durante todo o período experimental.

Foi realizada análise físico-química e microbiológica da água de consumo das aves, antes de iniciar o experimento. As análises foram determinadas pelo Laboratório de análises da URI- Campus de Erechim cadastrado na FEPAM sob número 6/2009 – DL, que utilizou como metodologia de referência: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 ed./1998 – AWWA/ APHA/ WEF e ABNT. Os laudos dos resultados da análise microbiológica e físico-química da água encontram-se no Anexo I.

As aves foram alojadas em Boxes com condições semelhantes as de um aviário normal (ambiente, manejo, bem estar), contendo campânula a gás, comedouro tubular e bebedouro pendular, ração e água à vontade; distribuídas ao

acaso em 36 boxes, resultando em 70 aves/box com um total de seis tratamentos com seis repetições.

Descrição dos tratamentos:

T1- 100% inorgânico - controle

T2- 30% inorgânico e 70% orgânico

T3- 50% inorgânico e 50% orgânico

T4- 70% inorgânico e 30% orgânico

T5- 100% orgânico (quelatado)

T6- 100% orgânico (sem considerar a metionina da matriz nutricional)

3.2. Avaliação do Desempenho

Para avaliação do desempenho das aves, foram avaliados: consumo de ração, peso corporal, ganho de peso, mortalidade e conversão alimentar.

3.2.1. Consumo de Ração

O consumo de ração foi obtido calculando-se a diferença entre a quantidade de ração fornecida e a sobra, dividindo este resultado pelo número de aves. No caso de mortalidades, considerou-se o consumo da ave até o dia da morte. Todas as sobras de ração foram recolhidas ao final de cada período antes do primeiro arraçoamento da próxima semana.

A ração experimental foi fornecida em quatro fases: pré-inicial (1 a 12 dias), inicial (13 a 21 dias), crescimento (22 a 32 dias) e final (33 a 45 dias). As matrizes nutricionais referentes a cada fase e tratamento encontram-se no Anexo II.

3.2.2. Peso corporal

As aves foram pesadas individualmente no primeiro dia de vida, no momento do alojamento, sendo esta pesagem realizada também aos 12, 21, 32 e 45 dias de idade. Para a realização da pesagem foram utilizados dois tipos/modelos de

balança: balança Toledo modelo 9094 (variação de 5 gramas) e balança Toledo modelo 2124 com variação de 20 gramas.

3.2.3. Ganho de Peso

O ganho de peso das aves foi calculado ao final de cada fase com respectivo tipo de ração em função das pesagens de: 12, 21, 32 e 45 dias de idade. Para obter este resultado foi considerado o peso final das aves no período subtraindo o peso do início do período.

As mortalidades foram tratadas neste caso, considerando o ganho de peso da ave até o dia de sua morte.

3.2.4. Mortalidades

As anotações e registros de mortalidades foram realizadas diariamente, na primeira hora da manhã, sendo este registro feito em fichas próprias de cada box, com a numeração respectiva deste. Após este procedimento, as aves mortas foram pesadas e seu peso da mesma forma registrado na ficha do box.

3.2.5. Conversão Alimentar

A avaliação da conversão alimentar foi realizada ao final de cada fase de consumo de ração, sendo retirada, pesada e realizado o cálculo da conversão alimentar após a pesagem das aves. O cálculo é feito através da divisão do consumo de ração pelo ganho de peso da ave, considerando-se o total de aves por box.

3.3. Abate e armazenamento das amostras

Ao final do experimento (45 dias), as aves foram abatidas em unidade frigorífica com Inspeção Federal onde foram coletados os dados necessários para

avaliação de desempenho e qualidade de carcaça, condenas, ganho de peso e conversão alimentar. O músculo da sobrecoxa foi utilizado para caracterização físico-química de TBARS, pH e acidez aos 0,7,10 e 15 dias, atividade de água aos zero dias e análise sensorial com 0, 5 e 12 dias de armazenamento sob refrigeração (4 ° C).

3.4. Determinação dos microminerais

A determinação dos microminerais (Se, Zn e Mn) foi realizada através da coleta de sangue, fígado e sobrecoxa, conforme descrito por AOAC (1990).

A coleta de sangue foi realizada aos 20 e 40 dias de vida, através do sacrifício de três (03) aves por tratamento, escolhidas aleatoriamente em boxes . O Sangue foi coletado por punção cardíaca anterior e dessorado naturalmente em ambiente de temperatura controlada. O soro foi transferido para recipientes especiais, e após, submetido à análise de minerais, utilizando-se a seguinte metodologia:

Em 0,1 g de amostra, adicionou-se 1,5 mL H_2SO_4 , levou-se ao bloco digestor a 150°C durante 30 min.; após foi adicionado 2,5 ml de peróxido de hidrogênio aquecido por uma hora a 150°C ou até clarificar a amostra, em seguida foi deixado esfriar e adicionado 2,0 ml de HNO_3 aquecendo durante 1 hora a 150°C.

Após resfriado, foi adicionado vagarosamente água milliq pelas paredes dos tubos para diluir a amostra. Aferido em balão de 50 mL com água milliq e realizadas as leituras em absorção atômica (Varian – SpectrAA 55) .

3.4.1. Determinação dos microminerais nos ossos

As amostras (tíbias) foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar (65°C) por 72 horas onde foram moídas em moinho provido de peneira com crivo de 1 mm e acondicionadas em frascos de vidro, para posterior análise dos seguintes minerais: zinco, cobre e manganês, pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica em chama (Varian SpectrAA-220), sódio e potássio através de fotômetro de chama (Micronal B262) e fósforo por colorimetria descrito por MILLES et al. (2001).

3.5. Caracterização físico-química e sensorial da carne

Para acompanhar a estabilidade oxidativa da carne durante o período de armazenamento foram realizadas análises de TBARS, pH e acidez de sobrecoxas nos 0, 7, 10 e 15 dias de armazenamento sob refrigeração. Concomitantemente foi realizada a análise sensorial utilizando-se o músculo da sobrecoxa nos 0, 5 e 12 dias de armazenamento sob refrigeração.

Nos dois casos, foram consideradas e analisadas, amostras de três tratamentos: 100% inorgânico, 50% inorgânico e 50% orgânico e 100% orgânico por melhor representar o objetivo do trabalho em avaliar as diferenças entre minerais orgânicos e inorgânicos.

3.5.1. Determinação da oxidação lipídica (TBARS)

Para avaliação do nível de oxidação lipídica das amostras cruas, no decorrer de seu armazenamento, utilizou-se teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBA) de acordo com RAHARJO et al. (1992). Os valores de TBARS foram determinados em triplicata para cada amostra e os resultados expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra.

3.5.2. Determinação de pH

Para esta determinação foram utilizadas 10 g de amostras acrescidas de 20 mL de água deionizada e homogeneizadas em homogeneizador de pistão por 1 minuto. O valor de pH foi determinado em potenciômetro digital (Digimed®), previamente calibrado a pH 4 e 7 (AOAC, 1990).

3.5.3. Determinação de acidez

Dez gramas de amostra foram diluídas em 200 mL de água destilada, triturados durante 1 minuto, transferidos para um balão volumétrico de 250 mL, onde o volume foi completado e a solução filtrada. Foi transferido 25 mL do filtrado para um erlenmeyer e adicionado de 75 mL de água destilada juntamente com 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% e a seguir realizada a titulação com solução de NaOH 0,1N, até o ponto de viragem (surgimento da coloração rósea e/ou pH = 8,2). A acidez total foi expressa em gramas de ácido oléico por 100 g de amostra (TERRA e BRUM, 1998).

3.5.4. Atividade de água

A atividade de água (a_w), foi determinada pelo procedimento do Aqualad CX-2 Water Activity – System, efetuando-se a calibração do aparelho com água deionizada e solução de NaCl com 0,819 de a_w até sua estabilização, e em seguida feita a leitura da a_w /temperatura.

3.5.5. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada em escala laboratorial, com 10 provadores treinados de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias (20 a 50 anos). As amostras (~2 cm de arestas) foram distribuídas em recipientes plásticos codificados com números aleatórios de 3 dígitos juntamente com a ficha de avaliação. O experimento sensorial foi conduzido segundo um delineamento blocos incompletos balanceados do tipo I com amostra-referência em cada bloco (FARIA, 2002), com 10 provadores em 2 sessões de avaliação sensorial (amostras *in natura* e assadas). Cada provador analisou, em cada sessão, 3 amostras e expressou quando a amostra-referência diferiu da amostra-tratamento, em uma escala mista de 9 pontos (0 - Nenhuma diferença; 2 - Ligeiramente diferente; 4- Moderadamente diferente; 6 - Muito diferente, 8 - Extremamente diferente).

Para as amostras *in natura* foram avaliados os atributos de odor e cor, e para as amostras assadas foram avaliados: aroma, sabor, textura e cor.

3.6. Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância seguida de teste de Tukey para comparação entre as médias dos resultados ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer deste trabalho constando dos dados de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade), análises físico-químicas (pH, acidez, TBARS e aw), análise de microminerais (fígado, músculo, sangue e ossos) e análise sensorial de músculo (sobrecosta) de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de minerais orgânicos e inorgânicos.

4.1. Desempenho Zootécnico

Os dados obtidos para consumo total e diário de ração, ganho de peso total e diário e conversão alimentar no 1º e 45º dias de idade dos frangos de corte, podem ser observados na Tabela 2. Cabe ressaltar que o índice de mortalidade dos frangos de corte foi semelhante em todos os tratamentos (2,36%).

Tabela 2- Variáveis de Desempenho analisadas no 1º e 40º dias de idade dos frangos de corte.

Tratamentos	Desempenho zootécnico*						
	PI (g)	PF (g)	CRT (g)	CRD (g)	GP (g)	GPD (g)	CA
T1- 100% inorgânico	42,0	2668,00	4178,50	101,91	2626,00	64,05	1,59
		±62,82	±50,85	±1,24	±62,82	±1,53	±0,05
T2- 30% inor.70%org.	42,0	2562,50	4176,17	101,86	2520,50	61,48	1,62
		±24,66	±56,99	±1,39	±46,21	±0,60	±0,02
T3- 50% inor.50%org.	42,0	2595,17	4090,83	99,78	2553,17	62,27	1,60
		±32,38	±62,26	±1,52	±32,38	±0,79	±0,02
T4- 70% inor.30%org.	42,0	2623,67	4149,50	101,21	2581,67	62,97	1,60
		±21,49	±31,88	±0,78	±21,49	±0,52	±0,02
T5- 100% orgânico	42,0	2636,83	4100,83	100,02	2594,83	63,29	1,58
		±48,32	±66,83	±1,63	±48,32	±1,18	±0,01
T6- 100% org. s/Met	42,0	2603,83	4086,17	99,66	2561,83	62,48	1,59
		±45,50	±41,78	±1,02	±45,50	±1,11	±0,02

PI (peso Inicial), PF (Peso Final), CRT (Consumo de Ração Total), CRD (Consumo Ração Diário), GP (Ganho de Peso), GPD (Ganho de Peso Diário), CA (Conversão Alimentar).

*Diferenças não significativas pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

O peso final das aves, o consumo total de ração e a conversão alimentar (Tabela 2) não foram significativamente influenciados pelos diferentes níveis de minerais orgânicos e inorgânicos nas dietas dos tratamentos avaliados neste trabalho.

Entretanto, observou-se uma tendência de redução no ganho de peso e aumento na conversão alimentar com o aumento da mistura de minerais orgânicos e inorgânicos. Já a utilização da ração com adição de minerais 100% orgânico e 100% inorgânico, apresentou tendência de ganho de peso e conversão alimentar melhores e similares entre si (Figura 3 e 4).

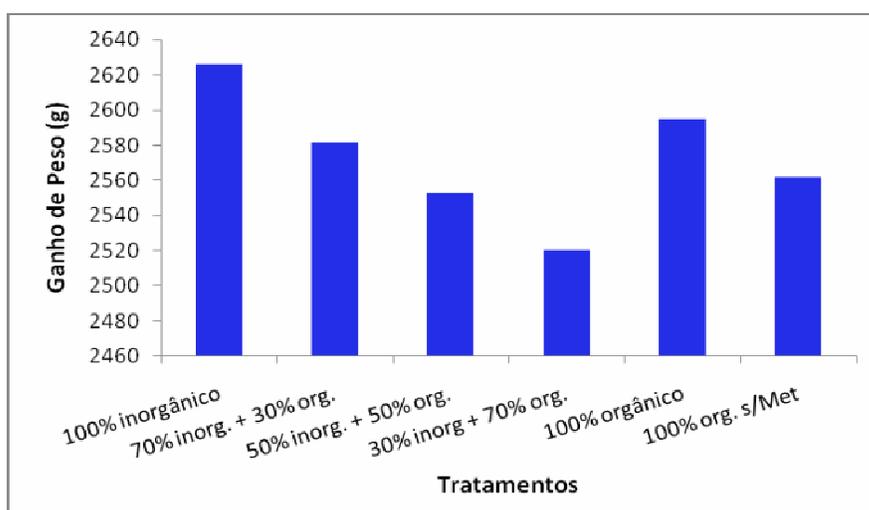


Figura 3 – Ganho de peso (g) dos frangos de corte submetidos a diferentes proporções de minerais orgânicos e inorgânicos.

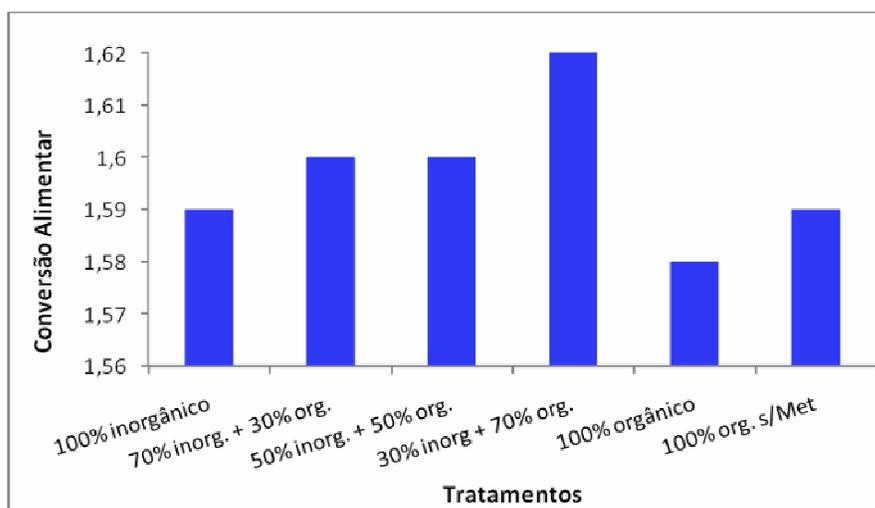


Figura 4 – Conversão alimentar dos frangos de corte submetidos a diferentes proporções de minerais orgânicos e inorgânicos.

Trabalhos como os de DIBNER (2005) e RICHARDS et al. (2006), conferem aos minerais orgânicos uma melhor resposta imunitária aos pintinhos nascidos de galos alimentados e suplementados com estes minerais bem como uma melhor resposta na produção de anticorpos, especificamente neste trabalho, resposta à vacina de coccidiose.

Segundo REDDY et al. (1992), as formas orgânicas aumentam a biodisponibilidade dos minerais em relação as 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.

Avaliando a relação entre desempenho e resposta imunitária de frangos de corte suplementados com vitaminas e minerais orgânicos (Zn e Se), expostos a estresse térmico, RIBEIRO et al. (2008), constataram que a suplementação de vitaminas E e C e dos minerais orgânicos zinco e selênio não influenciou a produção de anticorpos de frangos de corte desafiados com albumina sérica bovina. Além disso, o desafio, independentemente do ambiente e da dieta, não afetou o desempenho das aves.

Analisando as diferenças entre minerais orgânicos e inorgânicos, BORGES (2005) comenta que, a substituição de fontes inorgânicas por minerais orgânicos em frangos de corte, bem como o maior benefício do uso de minerais orgânicos por frangos de corte, não estão associados à melhora dos padrões zootécnicos, mas sim, nos parâmetros observados nos frigoríficos quer seja por frangos inteiros ou por melhora da qualidade da carcaça. Já para VIEIRA (2005), a vantagem dos minerais orgânicos quelatados sobre as fontes inorgânicas, pode não ser tão evidente em todas as situações, o que pode confundir a interpretação dos resultados.

BRITO et al. (2006) estudando a utilização dos microminerais na forma de complexo orgânico em rações para frangos no período de 7 a 12 semanas de idade e sua influência no desempenho e nas características ósseas, não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos para características de desempenho e uniformidade até as 12 semanas de vida. Os tratamentos consistiram da suplementação dos microminerais na forma inorgânica (tratamento controle) e orgânica com inclusão de 0,4% na ração, correspondendo aos níveis suplementares

de 60, 80, 70, 10, 1 e 0,3 ppm de Zn, Fe, Mg, Cu, I e Se, respectivamente, e na redução dos níveis de inclusão de fontes orgânicas em 0,35; 0,3; 0,25 e 0,2%.

NOVELINI et al. (2008), avaliaram o desempenho de frangos de corte aos 42 dias de idade suplementados com Selênio orgânico na dieta e não observaram diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis de desempenho: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva. Estes dados corroboram aos verificados por SARA et al. (2007) quando compararam o desempenho de poedeiras, suplementadas com fontes orgânicas e Inorgânicas de Selênio, e também não observou diferenças significativas nas variáveis de desempenho avaliadas.

Experimento conduzido por PAYNE e SOUTHERN (2005), comparou efeito de fontes orgânicas e Inorgânicas de Selênio sobre o desempenho de frangos de corte e concentrações de Selênio no peito e no plasma. Os resultados deste estudo revelaram que: ganho de peso, rendimento de carcaça, peso de peito e perda de umidade de peito, não foram afetados pela suplementação ($p > 0,05$) com diferentes fontes de Selênio.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de frangos de corte, CHOWDHURY et al. (2004), conduziram experimentos utilizando frangos Ross, suplementados com cobre orgânico na forma de cobre-metionina e concluíram que frangos suplementados com cobre orgânico na forma de cobre-metionina a níveis de 50-200mg/kg, não afetaram de forma significativa o seu desempenho, porém, promoveram um acréscimo de colesterol sérico dos mesmos.

NASCIMENTO et al. (2008) avaliando o efeito do estresse cíclico de calor sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte suplementados com zinco e selênio (fontes orgânicas e Inorgânicas) concluíram que elevações cíclicas na temperatura ambiente afetam negativamente o consumo de ração e ganho de peso, porém, a suplementação de zinco e selênio, nas formas orgânica e inorgânica, não melhora o desempenho e características de carcaça de frangos de corte independentemente da condição térmica.

4.2. Análise de microminerais

4.2.1. Análise de microminerais no sangue, fígado e músculo

Os resultados relacionados aos teores de zinco (sangue, fígado e músculo), manganês (sangue, fígado e músculo) e selênio (sangue e fígado) dos frangos de corte submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânico estão apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 3 - Teores de Zn (mg/kg) presentes em sangue, fígado e músculo das aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.

Tratamentos	Teor de zinco (mg/kg)*				
	Sangue		Fígado		Músculo
	21 dias	45 dias	21 dias	45 dias	45 dias
T1- 100% inorgânico	42,6 ^b	31,0 ^a	46,2 ^b	50,8 ^{ab}	24,1 ^a
	±5,9	±4,5	±2,9	±3,2	±6,8
T2- 30% inor.70%Org.	41,1 ^b	29,2 ^a	42,5 ^b	41,0 ^c	23,7 ^a
	±23,9	±5,2	±3,7	±4,6	±4,1
T3- 50% inor.50%org.	82,6 ^a	27,7 ^a	47,7 ^b	48,8 ^{bc}	30,5 ^a
	±28,1	±4,7	±6,1	±3,6	±8,0
T4- 70% inor.30%Org.	50,7 ^b	30,0 ^a	51,1 ^{ab}	41,7 ^c	23,1 ^a
	±19,8	±3,8	±9,2	±2,7	±2,3
T5- 100% orgânico	38,8 ^b	29,9 ^a	65,4 ^a	56,8 ^a	24,8 ^a
	±10,0	±6,0	±10,0	±5,3	±3,9
T6- 100% org.s/Met	35,4 ^b	29,3 ^a	48,0 ^b	53,2 ^{ab}	28,1 ^a
	±11,8	±5,1	±8,5	±6,9	±6,6

*Médias (± desvio padrão) seguida de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

Analisando a Tabela 3 verifica-se que os resultados, embora apresentem diferenças estatísticas, não apresentam correlação entre os diferentes tratamentos e os teores de zinco nos diferentes tecidos e tempos de análise.

Os teores de zinco nas amostras de sangue dos frangos com 21 dias de idade variaram de 35,4 a 82,6 mg/Kg, sendo o tratamento 3 (50% inorgânico e 50% orgânico) diferente estatisticamente dos demais tratamentos. Aos 45 dias os teores diminuíram em todos os tratamentos oscilando entre 27,7 e 31 mg/Kg.

Nas amostras de fígado, aos 21 dias os maiores teores de zinco foram obtidos com os tratamentos 5 (100% orgânico) e 4 (70% inorgânico e 30% orgânico). Já, aos 45 dias, os maiores teores de zinco no fígado foram observados nos tratamentos 5, 6 e 1.

No músculo, não foi observado diferenças significativas entre os tratamentos nos teores de zinco, sendo que estes se encontram na faixa de 23,1 (70% inorgânico e 30% orgânico) a 30,5 mg/Kg (30% inorgânico e 70% orgânico).

Estes resultados indicam uma tendência de boa biodisponibilidade do zinco com o tratamento 5, considerando-se a análise de fígado como boa indicadora, uma vez que no músculo não se observou diferenças e no sangue, as diferenças observadas aos 21 dias não se mantiveram aos 45 dias.

Trabalhos encontrados na literatura concordam com estes resultados, como o de LOWE et al. (1991) onde os níveis de zinco tiveram efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a concentração de zinco no fígado. NOBRE et al. (1993) também observaram em aves acúmulos de zinco no fígado quando forneceram dietas com níveis crescentes desse mineral. Nesta pesquisa, os machos apresentaram maior deposição de zinco ($P < 0,01$) no osso e no fígado em comparação às fêmeas, semelhante aos resultados encontrados por TEIXEIRA (1994).

As funções do fígado incluem a produção de bÍlis e albumina, o armazenamento de carboidratos, detoxificação, formação de uréia e o metabolismo e armazenamento de gorduras e carboidratos. Assim por exemplo quando um animal não pode ou não quer comer, o fígado regulará a libertação de glicose armazenada.

O local de absorção de zinco em animais não-ruminantes é o intestino delgado (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999) e nos ruminantes é no rúmen (NRC, 2001). A principal via de excreção é pelo fígado através das fezes, com pequenas quantidades eliminadas pela urina, onde a quantidade de zinco endógeno excretado pelas fezes é influenciada pelas necessidades do animal (McDOWELL, 1992). A principal forma de armazenamento do zinco é como metalotioneína no fígado. Sua síntese é induzida pela presença do elemento no fígado (McDOWELL, 1992).

Trabalho realizado com poedeiras comerciais por AGUIAR et al. (2009), objetivou avaliar o desempenho e produtividade de poedeiras suplementadas com minerais orgânicos e inorgânicos e concluiu que, os microminerais quando usados nas rações de forma conjunta podem proporcionar maiores pesos e menores perdas de ovos de poedeiras comerciais em fase final de postura, o que talvez possa estar relacionado ao efeito das duas fontes de microminerais associados até os 21 dias de idade.

Os microminerais possuem baixa biodisponibilidade, o que segundo MABE (2001) pode estar relacionado com a formação de complexos com outras substâncias no trato digestivo reduzindo a solubilidade desses elementos, contrariando os resultados deste experimento que apresentou melhor biodisponibilidade de zinco aos 45 dias de idade no sangue.

Trabalhos relacionados ao zinco tratam de sua eficiência como melhorador de resistência da pele, porém sem influenciar no desempenho das aves (ROSSI, 2005). De acordo com LOWE et al. (1991), o nível de zinco no soro sanguíneo é frequentemente utilizado para avaliar a concentração de zinco do organismo, mas, para o animal em estado de estresse, pode ocorrer redução na concentração de zinco do soro, não associada à deficiência de zinco na dieta, por isso, esse não é um bom parâmetro para medir a exigência de zinco, uma vez que não é influenciado apenas pelo aporte da dieta.

Trabalhos como o de FLINCHUM et al. (1989) observaram que matrizes suplementadas com zinco, obtiveram uma progênie com melhor peso vivo e maior viabilidade após um desafio por *Escherichia coli*. Os mesmos autores observaram que quando suplementaram os frangos de corte com dietas contendo zinco inorgânico ou orgânico proporcionaram uma melhora na imunidade, mas não no crescimento.

Tabela 4 - Teores de Mn (mg/kg) presentes em sangue, fígado e músculo das aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.

Tratamentos	Teor de manganês (mg/kg)*				
	Sangue		Fígado		Músculo
	21 dias	45 dias	21 dias	45 dias	45 dias
T1- 100% inorgânico	19,1 ^b	14,5 ^b	14,2 ^b	17,4 ^b	17,4 ^c
	±8,3	±2,4	±5,0	±3,2	±6,8
T2- 30% inor.70%org.	19,3 ^b	16,3 ^b	12,3 ^b	43,4 ^a	22,9 ^{bc}
	± 9,2	±2,4	±3,3	±5,1	±3,9
T3- 50% inor.50%org.	23,5 ^a	17,0 ^{ab}	11,2 ^b	45,6 ^a	23,5 ^{bc}
	±5,7	±5,0	±3,8	±5,8	±2,3
T4- 70% inor.30%org.	18,2 ^b	17,7 ^{ab}	13,8 ^b	13,4 ^b	19,5 ^{bc}
	±6,1	±4,3	± 5,0	±8,0	±4,2
T5- 100% orgânico	19,7 ^b	22,1 ^a	17,6 ^a	17,4 ^b	28,1 ^{ab}
	±6,4	±3,9	±9,2	±3,4	±5,3
T6- 100% org.s/Met	18,5 ^b	18,6 ^{ab}	13,5 ^b	19,6 ^b	29,2 ^a
	±7,1	±4,1	±2,3	±4,6	±4,7

*Médias (± desvio padrão) seguida de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

O teor de manganês sanguíneo avaliados aos 21 dias diferiu significativamente apenas no tratamento 3 com teor de 23,5 mg/kg. Aos 45 dias é possível observar uma tendência de redução do teor de manganês no sangue em todos os tratamentos em relação aos 21 dias, com exceção do tratamento 6 que permaneceu praticamente constante e o tratamento 5 que apresentou um ligeiro aumento (Tabela 4).

Em relação às amostras de fígado foi observada diferença significativa nos teores de manganês apenas no tratamento 5 em relação aos demais tratamentos para as amostras de 21 dias. Diferentemente das amostras de sangue, os teores de manganês apresentaram um aumento aos 45 dias para os tratamentos 1, 2, 3 e 6. Os tratamentos 4 e 5 mantiveram os teores praticamente constantes. No fígado aos 45 dias, os maiores teores de Mn foram obtidos com os tratamentos 2 e 3.

As amostras de músculo dos frangos com 45 dias apresentaram as menores concentrações de manganês nos tratamentos 1, 2, 3 e 4 e as maiores

concentrações nos tratamentos 5 e 6 onde foram utilizados os minerais 100% orgânico e 100% orgânico sem metionina.

O Manganês é um mineral essencial para o crescimento e desenvolvimento das aves, em especial ao desenvolvimento ósseo. Duas doenças são descritas devido à carência deste mineral: a Perose e a Condrodistrofia óssea, causadas a partir da deficiência deste mineral (LYONS e INSKO,1937; WILGUS et al.,1937).

Uma das funções específicas do Manganês seria a síntese de mucopolissacarídeos (presentes nas cartilagens) e a superóxido dismutase, que foi isolada a partir da mitocôndria do fígado de frangos (LEACH, 1971; GREGORY e FRIDOVICH, 1974). Mais recentemente, carências de manganês foram associadas à depressão da imunidade e das funções do Sistema Nervoso Central (HURLEY, 1981).

O sangue e músculo aos 45 dias, e fígado aos 21 dias de idade, apresentam elevados valores de manganês com o tratamento 5 (100% orgânico), ainda que semelhante absorção tenha sido obtida com misturas entre fonte orgânica e inorgânica, o que corrobora a teoria da melhor biodisponibilidade dos minerais orgânicos. Esta biodisponibilidade aumenta a vida útil das aves, pois os minerais orgânicos exercem funções extremamente variadas no organismo, tais como: participação na formação do tecido conjuntivo, manutenção da homeostase dos fluídos orgânicos, manutenção do equilíbrio da membrana celular, ativação das reações bioquímicas através da ativação de sistemas enzimáticos, entre outras (BOIAGO et al., 2007).

Estudando o efeito dos minerais orgânicos sobre o desempenho reprodutivo de matrizes pesadas, ROSSI et al. (2008) concluiu que, a suplementação de manganês na forma de complexo aminoácido, para reprodutoras pesadas, reduziu a mortalidade inicial de pintinhos, sem afetar, entretanto, as características relacionadas à carcaça.

Tabela 5 - Teores de Selênio presentes em sangue e fígado das aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.

Tratamentos	Teor de selênio*			
	Sangue (µg/L)		Fígado (mg/kg)	
	21 dias	45 dias	21 dias	45 dias
T1- 100% inorgânico	0,067 ^c	0,075 ^b	3,45 ^b	1,56 ^b
	±0,006	±0,002	±0,28	±0,24
T2- 30%Inor.70%Org.	0,073 ^{bc}	0,078 ^b	3,90 ^b	1,70 ^{ab}
	±0,008	±0,003	±0,80	±0,15
T3- 50%Inor.50%org.	0,071 ^{bc}	0,087 ^a	4,23 ^a	2,35 ^a
	±0,007	±0,009	±0,82	±0,69
T4- 70%Inor.30%Org.	0,067 ^c	0,082 ^b	3,73 ^b	1,75 ^{ab}
	±0,007	±0,007	±0,44	±0,21
T5- 100%orgânico	0,083 ^{ab}	0,083 ^b	3,85 ^b	2,10 ^{ab}
	±0,009	±0,008	±0,45	±0,15
T6- 100%org.s/Met	0,091 ^a	0,077 ^b	3,71 ^b	2,06 ^{ab}
	±0,015	±0,005	±0,37	±0,44

*Médias (± desvio padrão) seguida de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

Constata-se ao analisar a Tabela 5, uma maior absorção de selênio com uma mistura com 50% inorgânico e 50% orgânico (tratamento 3). No sangue dos frangos aos 21 dias nos tratamentos 5 e 6, com os minerais na forma orgânica, foram detectadas as maiores concentrações de selênio sem diferença estatística entre estes dois tratamentos, evidenciando uma maior biodisponibilidade do selênio na forma orgânica. Aos 45 dias dos frangos de corte, a análise do sangue apresentou maior teor de selênio no tratamento 3 (0,087 µg/L) diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Em relação aos teores de selênio nas amostras de fígado foi possível observar que as maiores concentrações são encontradas no tratamento 3 (50% orgânico e 50% inorgânico) tanto aos 21 dias como aos 45, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos evidenciando mais uma vez que a mistura dos minerais orgânicos e inorgânicos, tendem a um melhor aproveitamento do mineral selênio por parte das aves desde o alojamento até o período de 45 dias de idade.

Na literatura, vários são os trabalhos que evidenciam a importância do selênio para as aves tanto em sua forma inorgânica quanto orgânica (complexada), como o de YOON et al. (2007) que estudou o efeito de fontes orgânicas e inorgânicas de selênio sobre o desempenho de galinhas matrizes e concluiu que, fontes de selênio não afetam o desempenho e o crescimento das aves, e que aves mais velhas retêm mais o selênio e o utilizam mais eficientemente quando usado em baixas concentrações na dieta. Nesta mesma pesquisa, o selênio na forma orgânica, foi mais biodisponível do que o selênio inorgânico, evidenciando a sua retenção e permanência no sangue.

O selênio como micromineral, tem impacto significativo na performance e imunidade animal, induzindo mudanças fisiológicas no tecido muscular, o que pode afetar positivamente a qualidade da carne de gado e de frango (HESS et al., 2003).

O selênio ocorre naturalmente em duas formas químicas, inorgânica e orgânica. O selênio inorgânico pode ser encontrado, dependendo do seu estado de oxidação, na forma de selenito, selenato ou seleneto. Já a forma orgânica é encontrada incorporada a aminoácidos metionina e cisteína (GOWDY, 2004).

Para UPTON Jr. (2003), as duas formas de selênio, orgânica e inorgânica, podem ser utilizadas como suplemento dietético, porém, diferem muito em suas propriedades químicas, sendo absorvidas e metabolizadas de forma diferente. Durante a absorção, a selenometionina é ativamente transportada através das membranas intestinais e acumulada no fígado e músculos. O selênio inorgânico, sendo absorvido como um mineral é muito pouco retido nos tecidos, sendo a maior parte excretada.

Segundo MOREIRA et al. (2001), o selênio é um micromineral essencial ao organismo dos animais. Em aves, sua deficiência pode causar necrose hepática, redução da quantidade de proteínas, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o crescimento. Apesar da grande importância, o seu papel no metabolismo ainda é pouco explicado, sendo relacionado com a síntese de complexos Se-aminoácidos e Se-proteínas, funcionando como antioxidantes eficientes.

De acordo com SANTOS et al. (2009) o selênio é essencial para funções orgânicas como reprodução, crescimento, reprodução e prevenção de várias doenças, bem como a manutenção da integridade dos tecidos. A função metabólica

do selênio está intimamente ligada à vitamina E, onde ambos atuam protegendo membranas biológicas contra a degeneração oxidativa.

Em seu trabalho, SANTOS et al. (2009) pesquisaram os fatores antioxidantes do selênio orgânico no desempenho de poedeiras e concluíram que a morfologia do oviduto das aves suplementadas com o selênio orgânico, apresentaram melhor preservação das estruturas responsáveis pela qualidade interna e externa do ovo, refletindo em uma melhora no estado geral do organismo da ave.

Segundo RUTZ et al. (2007), a indústria dispõe de vários minerais orgânicos, porém o selênio (Se), zinco (Zn) e manganês (Mn), apresentam maior importância prática na produção avícola.

4.2.2. Análise de microminerais nos ossos

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados referentes aos teores de zinco manganês e cobre presentes nas cinzas dos ossos dos frangos de corte submetidos aos tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.

Tabela 6 – Teores de Zn, Mn e Cu (mg/kg) presentes nas cinzas dos ossos de aves submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.

Tratamentos	Cinzas s/ gordura (%)	Microminerais analisados (mg/kg)*		
		Mn	Cu	Zn
T1-100% inorgânico	50,76 ^a ±2,23	9,85 ^a ±0,57	10,57 ^a ±0,88	374,32 ^a ± 32,29
T2-30% inor.70%org.	51,93 ^a ±0,60	9,87 ^a ±0,90	9,82 ^a ±1,01	388,55 ^a ±33,11
T3-50% inor.50%org.	50,09 ^a ±0,78	9,35 ^a ±0,74	10,00 ^a ±0,36	386,38 ^a ±27,73
T4-70% inor.30%org.	49,63 ^a ±1,14	9,93 ^a ±1,39	10,42 ^a ±0,60	389,88 ^a ±36,02
T5-100% orgânico	50,58 ^a ±1,71	9,89 ^a ±0,55	10,54 ^a ±0,89	373,74 ^a ±31,80

*Médias (± desvio padrão) seguida de letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente em nível de 5% (Teste de Tukey).

Observando os dados da Tabela 6, é possível constatar que estes não apresentam diferença significativa entre os tratamentos nas diferentes variáveis analisadas.

Observou-se pouca diferença entre os valores para cinzas do tratamento 1 e o tratamento 5 (inorgânico e orgânico, respectivamente), concordando com o trabalho de BRITO et al. (2006), quando avaliou a utilização de microminerais na forma de complexo orgânico para frangos no período de 7 a 12 semanas, sobre o desempenho e características ósseas e constatou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para desempenho e uniformidade, e com a redução dos níveis de inclusão do suplemento orgânico, houve redução linear do teor das cinzas das tíbias das frangas, porém, não houve diferença entre a fonte inorgânica (controle) e a fonte orgânica.

Trabalhos com Poedeiras, como o de BORUTA et al. (2006), comparando o desempenho de aves poedeiras alimentadas com dietas contendo minerais orgânicos (100% NRC) e orgânicos (8, 17 e 33% dos níveis do NRC), concluíram que a resistência óssea aumentou e a excreção mineral foi reduzida em todos os grupos alimentados com minerais orgânicos. NUNES et al. (2007) e LESSON (2008) corroboram com este resultado, através de estudos onde na dieta, foram incluídos minerais orgânicos em níveis menores aos mesmos na forma Inorgânica.

Com relação à presença ou a quantidade dos principais microminerais nos ossos, é possível observar que, com relação aos minerais analisados, manganês, cobre e zinco não houve diferença significativa entre os tratamentos com relação à quantidade deste mineral presente nas tíbias avaliadas, para os diferentes tratamentos. No entanto, verifica-se uma tendência de redução dos teores de manganês no tratamento 3, o mesmo é observado para o cobre nos tratamentos 2 e 3. Contrariamente a estes valores, o zinco apresentou os menores valores nos tratamentos 1 e 5.

Com relação ao manganês, é importante ressaltar que sua absorção ocorre no intestino delgado e é menor que em mamíferos. De acordo com HALPIN et al. (1986), a taxa de absorção é de 1,71% em dietas práticas e 2,3% em dietas purificadas. UNDERWOOD (1977) acrescenta que, a quantidade de manganês absorvida por frangos de corte é proporcional à concentração na dieta, porém a eficiência de absorção reduz em níveis mais altos e vice-versa.

HALPIN et al. (1986) verificaram que dietas a base de milho, farelo de soja, farinha de peixe e farelo de arroz, reduzem significativamente a utilização de

manganês inorgânico possivelmente devido a presença de fibras e/ou formação de fitatos nestes ingredientes.

FIALHO et al. (1993), observaram redução no peso dos ossos em frangos de corte de 1 a 49 dias de idade quando utilizaram farelo de arroz integral na dieta até o nível de 25% com fonte suplementar de manganês.

Outro fator importante a ser considerado, são as interações ou inter-relações entre Manganês e outros minerais os quais podem influenciar de forma direta ou indireta na utilização dos mesmos por parte das aves.

SMITH e KADAIJA (1985) observaram redução e manganês nos tecidos de frangos de corte e aumento de anormalidades ósseas quando o aumento de cálcio na dieta se elevou de 1% para 3%, mantido o nível de fósforo constante. ODUHO (1994) mostrou que a alimentação de aves com excesso de cálcio e fósforo pode induzir a perose. WEDEKING e BAKER (1990) concluíram que o excesso de fósforo e não o de cálcio, constituía um fator antagonista a absorção de manganês. WEDEKING et al. (1991), estudando subseqüentes “turnovers” e diluição de isótopos, confirmaram o Manganês antagonizando o efeito do fósforo e mostrando que o mecanismo residia na absorção intestinal.

UNDERWOOD (1977) sugeriu que ferro e manganês, utilizam locais comuns de absorção no intestino. SOUTHERN e BAKER (1983), trabalhando com níveis excessivos de Manganês (até 5.000 ppm), observaram anemia moderada nas aves, fato este explicado pelo antagonismo entre o ferro e o manganês na superfície absorptiva do intestino.

Em seu trabalho, CUPERTINO (2002), objetivou estabelecer qual a exigência nutricional de manganês para frangos de corte, machos e fêmeas, observou efeito do sexo como fator limitante para a absorção do manganês, onde concluiu que os machos tiveram maior resistência do osso à quebra, menor concentração de manganês no fígado e maior concentração de manganês no osso bem como maior comprimento de tíbia em relação às fêmeas.

Alguns trabalhos são encontrados na literatura, correlacionando uso do zinco com resistência óssea e desempenho de frangos de corte, como por exemplo a pesquisa de GOMES et al. (2008) que determinaram as exigências nutricionais de zinco para frangos de corte, machos e fêmeas na fase inicial (8 a 21 dias) e observaram que houve efeito dos níveis de zinco sobre as concentrações de zinco

no soro e no osso. Também verificaram a interação entre níveis de zinco e sexo somente para concentração de zinco no osso.

Ainda segundo GOMES et al. (2008) a concentração de zinco no osso foi influenciada pelo sexo das aves, uma vez que as fêmeas tiveram 1,52% a mais de zinco no osso que os machos ($p < 0,05$). Houve interação entre sexo e nível de zinco ($p < 0,01$) para a concentração de zinco no osso. O desdobramento da interação comprovou que este fator atua de forma dependente sobre este parâmetro (sexo).

A tíbia de aves tem sido amplamente usada em experimentos para determinar as exigências nutricionais e a biodisponibilidade de minerais de fontes orgânicas (FIALHO, 1991) e inorgânicas (LEDOUX et al., 1989; WEDEKING e BAKER, 1990; LEDOUX et al., 1991; NOBRE et al., 1993). Considerando a importância do zinco no desenvolvimento ósseo, a concentração de zinco no osso (tíbia) utilizada para estimar a exigência desse mineral é viável, embora vários autores (ROSTAGNO et al., 2000; GOMES et al., 1996) tenham percebido que a exigência para maximizar parâmetros ósseos é maior que para otimizar valores de desempenho. Para SOLOMONS e COUSINS (1984), a exigência de zinco varia de acordo com o tamanho do animal e o seu consumo energético.

A deposição de minerais na tíbia como resposta à suplementação na dieta é um parâmetro bastante utilizado e sua sensibilidade tem superado a de avaliações feitas em outros órgãos e tecidos, como fígado, rins, pâncreas e sangue (FIALHO, 1991; BERTECHINI et al., 1992 ; NOBRE et al., 1993).

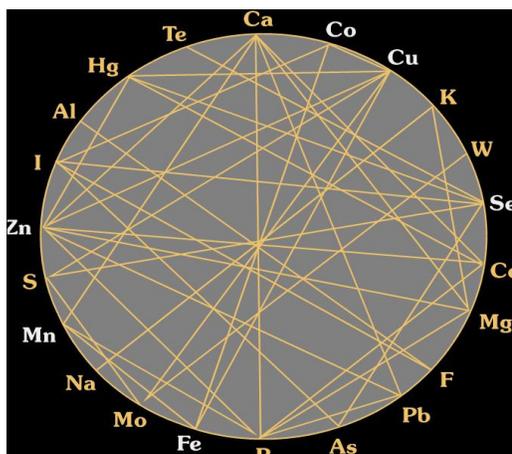


Figura 5 – Inter relações entre minerais no metabolismo animal.

A Figura 5 apresenta as inter relações ou interações entre minerais, fator este que pode afetar ou diminuir a sua biodisponibilidade. A absorção intestinal dos minerais está sempre sob interferências que afetam a utilização dos mesmos. Há numerosos fatores antagônicos à sua utilização e que levam a profundas variações nas taxas e níveis de absorção sob diferentes condições entéricas.

As inter relações entre os minerais dependem de diversas causas, como por exemplo a formação de precipitados insolúveis devido à várias causas como a competição entre dois ou mais minerais pelo mesmo ligante, que pode ser orgânico como o ácido fítico ou mesmo inorgânico como o fosfato. Ambos podem reduzir completamente a absorção dos minerais (VIEIRA, 2004).

4.3. Análises Físico-Químicas

Após o abate das aves, foram separadas amostras de sobrecoxas dos frangos de corte referentes a cada tratamento com minerais orgânicos e inorgânicos para determinação de atividade de água, pH, TBARS e acidez.

Uma amostra de cada tratamento foi utilizada para as determinações físico-químicas antes do armazenamento sob refrigeração (4°C). A Tabela 7 apresenta os valores de atividade de água, pH, TBARS e acidez de amostras de sobrecoxas de frangos de corte submetidos a diferentes tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos.

Analisando a Tabela 7 constata-se que os seis tratamentos apresentaram comportamento semelhante no zero dia de avaliação, não apresentando diferença significativa entre as amostras de cada tratamento para atividade de água, pH, TBARS e acidez.

TABELA 7 – Valores de atividade de água, pH, TBARS e acidez de sobrecoxas de frango de corte submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos com zero dias de armazenamento.

Tratamentos	Aw	pH	TBARS	Acidez
			(mg de MDA/kg de amostra)	(g de ácido oléico/100g de amostra)
T1-100% inorgânico	0,993 ^a	6,31 ^a	0,12 ^a	0,17 ^a
	± 0,01	± 0,14	±0,04	±0,02
T2-30% inor.70%org.	0,993 ^a	6,16 ^a	0,09 ^a	0,18 ^a
	± 0,01	± 0,20	±0,03	±0,02
T3-50% inor.50%org.	0,993 ^a	6,28 ^a	0,11 ^a	0,17 ^a
	±0,01	± 0,26	±0,04	±0,02
T4-70% inor.30%org.	0,993 ^a	6,29 ^a	0,14 ^a	0,17 ^a
	±0,01	±0,32	±0,09	±0,02
T5-100% orgânico	0,994 ^a	6,16 ^a	0,13 ^a	0,17 ^a
	±0,02	±0,19	±0,07	±0,02
T6-100% org.met	0,993 ^a	6,21 ^a	0,09 ^a	0,17 ^a
	±0,01	±0,17	±0,03	±0,02

Amostras dos tratamentos 1, 3 e 5 foram armazenadas a 4°C para avaliações de oxidação lipídica, pH e acidez no 7^o, 10^o e 15^o e sensorial no 0^o, 5^o e 12^o dias de armazenamento.

4.3.1. Determinação da oxidação lipídica – TBARS

A evolução da oxidação lipídica (TBARS) em amostras cruas de sobrecoxas de frangos de corte submetidos a tratamento com minerais orgânicos e inorgânicos mantidas resfriadas (4°C) durante 15 dias, considerando três tratamentos (100% inorgânico, 50% orgânico e 50% inorgânico e 100% orgânico) estão apresentadas na Tabela 8 e Figura 6.

TABELA 8 – Oxidação lipídica – TBARS de carcaças de frango de corte submetidas a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos (100% inorgânico, 50% inorgânico e 50% orgânico e 100% orgânico) resfriadas a 4°C durante 15 dias.

Tratamentos	TBARS (mg de MDA/kg de amostra)			
	0 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias
T1-100% inorgânico	0,13 ^{aC} ± 0,04	0,42 ^{aB} ± 0,03	0,49 ^{aA} ± 0,03	0,57 ^{aA} ± 0,09
T3-50% inor.50%org.	0,11 ^{aB} ± 0,05	0,19 ^{bB} ± 0,03	0,33 ^{bA} ± 0,04	0,31 ^{bA} ± 0,02
T5-100% orgânico	0,14 ^{aB} ± 0,07	0,12 ^{bB} ± 0,02	0,31 ^{bA} ± 0,03	0,32 ^{bA} ± 0,10

*Média seguida de letras minúsculas /maiúsculas iguais na coluna/linhas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste Tukey).

Conforme a Tabela 8 e a Figura 6, observa-se que os três tratamentos, demonstraram comportamentos semelhantes no dia zero de avaliação de TBARS, situação diferente, demonstrada com 7 dias de avaliação, onde o tratamento 1 (100% inorgânico) apresentou valor superior de TBARS em relação aos demais tratamentos. A mesma situação permaneceu com 10 e 15 dias de avaliação onde verificou-se um acréscimo significativo nos teores de TBARS de 0 a 15 dias nas condições de armazenamento relacionados as amostras do tratamento 1.

Avaliando os valores de TBARS por tratamento, observou-se que de 0 a 7 dias, ocorreu aumento significativo dos valores para o tratamento 1 (100% inorgânico), situação que não foi observada por exemplo, no tratamento 5 (100% orgânico) e 3 (50% orgânico/50% inorgânico), onde, no mesmo período os valores não diferem estatisticamente a nível de 5%. Também para os dois tratamentos observa-se um aumento do sétimo ao décimo dia mantendo-se constante até 15 dias de armazenamento.

Tal observação pode ser explicada a partir da melhor biodisponibilidade do mineral orgânico e da ação do selênio como cofator da enzima glutathione peroxidase e do zinco e manganês como cofatores da enzima superóxido dismutase, agindo, segundo ROVER et al. (2001), como antioxidantes preventivos, constituindo um importante sistema de defesa enzimático contra o ataque de radicais livres a membranas celulares e intracelulares.

Poucos são os trabalhos que evidenciam a relação entre a oxidação lipídica de carcaças de frangos com a sua nutrição, neste caso, relacionando especificamente carcaças de frangos alimentados com minerais orgânicos e inorgânicos.

Estudando o efeito de fontes e níveis de manganês sobre a qualidade de carcaças de frangos de corte, gordura abdominal e a oxidação lipídica, LU et al. (2007), utilizaram em seu estudo, aves de linhagem comercial que receberam em sua dieta, dois níveis de suplementação de manganês com três fontes do mesmo mineral. Seu trabalho concluiu que, fontes orgânicas de manganês foram mais eficientes no sentido de reduzir a atividade da enzima lipase lipoprotéica sobre a gordura abdominal dos frangos, reduzindo assim a deposição da gordura abdominal. Tal fato pode explicar os resultados da Tabela 8 onde o tratamento 5 (100% orgânico), apresentou valores de TBARS inferiores aos do tratamento 1 (100% inorgânico) principalmente aos 15 dias de armazenamento, provavelmente devido a ação do mineral orgânico sobre a atividade da referida enzima.

O acúmulo de gordura em aves depende, em sua maior parte, da síntese e secreção de lipoproteínas pelo fígado, já que a síntese de ácidos graxos é muito limitada no tecido adiposo. A síntese e secreção de lipoproteínas é dependente, principalmente, da disponibilidade de carboidratos nas rações, que darão origem a moléculas de acetil-CoA, pois a contribuição dos lipídeos nas rações é pequena (HERMIER, 1997).

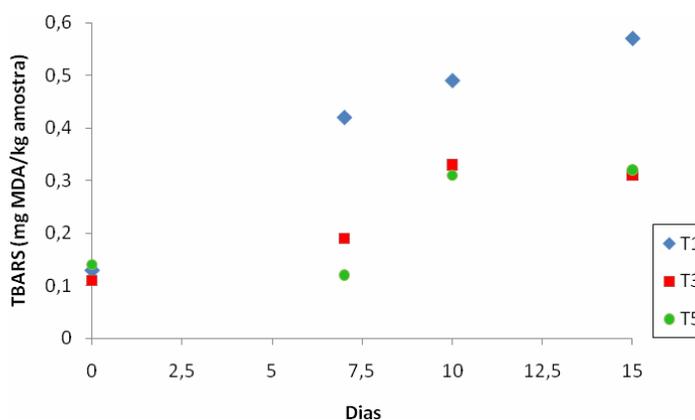


Figura 6 - Evolução da oxidação lipídica (TBARS) de sobrecoxas de frangos submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos (T1 - 100% inorgânico; T3 - 50% orgânico e 50% inorgânico; T5 - 100% orgânico) armazenadas a 4°C durante 15 dias.

De acordo com MARIUTTI et al. (2009) a carne de frango é um alimento altamente suscetível à oxidação lipídica em função do elevado teor de ácidos graxos insaturados na sua composição. A formação de óxidos de colesterol e a degradação de ácidos graxos, principalmente dos poli-insaturados, somada a formação de compostos voláteis secundários oriundos da oxidação lipídica, possuem um papel de destaque entre os fatores responsáveis pela perda de qualidade e das características nutricionais causadas tanto pelo processamento térmico ou sob alta pressão quanto pelas alterações decorrentes do armazenamento da carne de frango.

A gordura de frango contém cerca de 60% de ácidos graxos insaturados, sendo portanto, altamente insaturada quando comparada ao sebo bovino. Entre os ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados (AGMI), tais como o ácido oléico, são considerados desejáveis no que tange à redução do risco de enfermidades cardiovasculares, pois reduzem os níveis de colesterol sanguíneo em indivíduos não-hipertrigliceridêmicos. Devido à importância desses ácidos graxos na dieta, tem sido recomendado que sua ingestão seja correspondente à metade do total de calorias obtidas a partir das gorduras totais (CHIU et al., 2008).

Segundo KESSLER e SNIZEK (2001), aves mais magras apresentam menor concentração plasmática de VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade) e menor atividade da lipase lipoprotéica, enzima que catalisa a hidrólise de triglicerídeos do núcleo das VLDL em ácidos graxos e glicerol. No tecido adiposo, os ácidos graxos são reesterificados e armazenados como triglicerídeos.

As alterações que ocorrem nos compostos lipídicos normalmente resultam no desenvolvimento de odores e sabores indesejáveis que levam à rejeição do alimento, reduzindo seu tempo de comercialização. Depois da deterioração microbiana, a oxidação que leva à instalação do ranço é a segunda causa mais importante da deterioração de alimentos (OETTERER, 2006).

De acordo com NUNES et al. (2003), a carne de frango, tanto a branca quanto a escura, apresentam sérios problemas no processamento e na conservação. A oxidação lipídica, em razão da alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados, constitui um fator preocupante, principalmente em carnes escuras, face ao seu alto teor em ferro e fosfolipídios. Os mesmos autores relatam ainda que, produtos ricos em lipídios como as carnes, têm chamado a atenção da comunidade

científica, por serem passíveis de sofrerem reações auto-oxidativas, trazendo inúmeros problemas à saúde do consumidor.

A oxidação lipídica é responsável pelas mudanças de cor, aroma, sabor, valor nutritivo e textura dos alimentos, bem como a formação de produtos lipídicos indesejáveis (CHAN et al., 1993). A maior parte dos produtos resultantes da oxidação lipídica como malonaldeídos e óxidos de colesterol, tem despertado a atenção da comunidade científica, devido a sua possível relação com a formação de câncer (PEARSON et al., 1977; ADDIS, 1986).

GRAY e PEARSON (1984), afirmam que a oxidação lipídica tem como causa principal, a oxidação de ácidos graxos insaturados (oléico, linolênico e linoléico). A oxidação dos ácidos graxos da carne ocorre por meio da formação de radicais livres com posterior ataque à cadeia insaturada, envolvendo fases de iniciação, propagação e término (LABUZA, 1971).

ARAÚJO e WONG (1985) corroboram com este conceito, acrescentando que inicialmente ocorre a reação dos radicais livres dos ácidos graxos com o oxigênio, havendo a formação de peróxidos e hidroperóxidos, que são por sua vez, os primeiros produtos formados na oxidação de gorduras.

TORRES (1988) destaca que, à partir da origem dos hidroperóxidos, há a formação de produtos secundários como: aldeídos, cetonas, alcoóis, ácidos e em condições drásticas, lactonas, que são de grande importância para o desenvolvimento do odor característico do ranço. O aldeído mais citado como produto da oxidação lipídica é o malonaldeído, que é um dialdeído com três carbonos, produzido durante a oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados (ARAÚJO, 1995).

A determinação ou evolução da oxidação lipídica, é obtida utilizando-se o teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBA) de acordo com RAHARJO et al. (1992), modificado por WANG et al. (2002), no que se refere à adição de sulfanilamida para as amostras que contém nitrito. TORRES (1997) defende que esta é uma técnica bastante utilizada em laboratórios no mundo inteiro. Ela vem sendo aperfeiçoada constantemente, devido aos avanços tecnológicos em se obter dados mais confiáveis.

4.3.2. Determinação do pH e acidez

A evolução dos valores de pH e acidez no período relativo ao armazenamento das sobrecoxas de frangos (15 dias) relacionados aos tratamentos: T1 (100% inorgânico), T3 (50% orgânico e 50% inorgânico) e T5 (100% orgânico) armazenadas a 4°C estão descritos nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Tabela 9 - pH de carcaças de frango de corte armazenadas a 4°C durante 15 dias.

Tratamentos	pH			
	0 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias
T1-100%inorgânico	6,31 ^a ± 0,14	6,44 ^a ± 0,20	6,59 ^a ± 0,10	6,68 ^a ± 0,11
T3-50%inor.50%org.	6,28 ^a ± 0,26	6,78 ^a ± 0,10	6,76 ^a ± 0,11	6,82 ^a ± 0,13
T5-100%orgânico	6,16 ^a ± 0,20	6,54 ^a ± 0,20	6,71 ^a ± 0,13	6,61 ^a ± 0,15

Conforme a Tabela 9 observa-se que os valores de pH não sofreram variação entre os tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento sob refrigeração. A literatura ressalta alguns fatores que podem fazer variar o pH da carne de frango, porém são poucos os trabalhos relacionando alterações de pH com o uso de minerais orgânicos e inorgânicos.

A faixa de pH encontrada no presente trabalho ficou próxima a relatada em outros estudos como o de AGUIAR et al. (2004), com valores de pH de 6,3 e 6,1 respectivamente para coxa e sobrecoxa resfriadas. SANTOS et al. (2005), identificaram variações de pH (5,65 a 5,99) atribuídas a diferentes linhagens de aves. SÁVIO (2010) avaliando coxas e sobrecoxas de frango submetidas à refrigeração durante 8 dias, verificou valores de pH entre 6,38 e 6,53.

O pH de um determinado meio, interfere de maneira significativa no crescimento ou no desenvolvimento dos micro-organismos e, portanto na seleção da microbiota. O potencial hidrogeniônico é um fator intrínseco importante para que as operações tecnológicas possam ser controladas (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998; ABERLE et al., 2001).

LAZLO et al. (1986) destacam que, a aferição do pH é utilizada como prova de avaliação do estado de conservação de carnes, pois, devido a produção de amins e amônia, existe um gradual aumento do pH, após a instalação do *rigor mortis*.

Analisando os dados apresentados na Tabela 10, observa-se que os valores referentes a acidez não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) durante o período de 0 a 15 dias em que as carcaças foram mantidas sob temperatura de refrigeração (4°C) e entre os tratamentos utilizados neste trabalho.

Tabela 10 - Acidez total (g de ácido oléico/100g de amostra) de carcaças de frangos de corte mantidos sob refrigeração durante 15 dias.

Tratamentos	g de ácido oléico/100g de amostra			
	0 Dias	7 Dias	10 Dias	15 Dias
T1- 100% inorgânico	0,18 ^a ± 0,05	0,12 ^a ± 0,04	0,13 ^a ± 0,04	0,15 ^a ± 0,04
T3- 50%inor.50%org.	0,17 ^a ± 0,06	0,12 ^a ± 0,04	0,13 ^a ± 0,04	0,14 ^a ± 0,04
T5- 100%orgânico	0,18 ^a ± 0,05	0,13 ^a ± 0,04	0,11 ^a ± 0,04	0,16 ^a ± 0,04

*Média seguida de letras iguais na coluna não diferem a nível de 5% da amostra padrão.

A acidez pode ser um fator básico na preservação do músculo ou ter um papel auxiliar, cujo efeito se combina com outros fatores tais como: conservadores químicos, temperatura, atividade de água e etc. As células de diferentes espécies microbianas apresentam tolerância distinta à acidificação interna, ou a acumulação de ânions, e suas membranas exibem características diversas quanto à permeabilidade por ácidos lipofílicos. Os ácidos orgânicos são bacteriostáticos mais eficientes, normalmente, a baixas temperaturas (ICMSF, 1980).

4.3.3. Sensorial

As Tabelas 11 e 12 apresentam os resultados relacionados às características sensoriais de amostras de sobrecoxas de frango de corte submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos armazenadas a 4°C por 15 dias e avaliadas na forma *in natura* e assada, respectivamente.

TABELA 11 - Características sensoriais de amostras in natura de sobrecoxas de frangos de corte submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos armazenadas a 4°C durante 15 dias.

Avaliação de atributos			
Tratamentos	<i>Aroma</i>		
	0 Dias	5 Dias	12 Dias
T1 - 100% inorgânico	0,4 ^a	1,7 ^a	0,75 ^a
T3 - 50%inor.50%org.	0,7 ^a	1,9 ^a	0,88 ^a
T5 - 100%orgânico	0,9 ^a	1,4 ^a	1,38 ^a
<i>Cor</i>			
T1 - 100% inorgânico	0,89 ^a	1,13 ^a	1,6 ^a
T3 - 50%inor.50%org.	1,22 ^a	2,00 ^a	1,3 ^a
T5 - 100%orgânico	1,56 ^a	2,88 ^a	1,6 ^a

Verifica-se que as amostras de sobrecoxas de frango de corte *in natura* tratados com diferentes fontes de minerais não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao aroma e cor entre os tratamentos 100% inorgânico; 50% orgânico e 50% inorgânico e 100% orgânico. Este mesmo comportamento foi verificado no 0º, 5º e 12º dias de armazenamento sob refrigeração.

TABELA 12 - Características sensoriais de amostras assadas de sobrecoxas de frangos de corte submetidos a tratamentos com minerais orgânicos e inorgânicos armazenadas a 4°C durante 15 dias.

Avaliação de atributos			
Tratamentos	<i>Aroma</i>		
	0 Dias	5 Dias	12 Dias
T1- 100% inorgânico	0,5 ^a	1,6 ^a	1,13 ^a
T3- 50%inor.50%org.	0,88 ^a	1,2 ^a	1,00 ^a
T5- 100%orgânico	1,75 ^a	0,9 ^a	2,25 ^a
<i>Sabor</i>			
T1- 100% inorgânico	1,11 ^a	2,75 ^a	1,89 ^a
T3- 50%inor.50%org.	1,89 ^a	2,63 ^a	1,78 ^a
T5- 100%orgânico	2,67 ^a	3,00 ^a	1,78 ^a
<i>Textura</i>			
T1- 100% inorgânico	1,2 ^a	1,38 ^a	1,43 ^a
T3-50%inor.50%org.	2,1 ^a	2,38 ^a	1,86 ^a
T5- 100%orgânico	2,6 ^a	2,63 ^a	1,86 ^a
<i>Cor</i>			
T1- 100% inorgânico	0,5 ^a	1,14 ^a	1,33 ^a
T3- 50%inor.50%org.	1,00 ^a	2,29 ^a	1,56 ^a
T5- 100%orgânico	1,33 ^a	2,14 ^a	1,89 ^a

De acordo com a Tabela 12 as amostras de sobrecoxas de frango de corte assadas tratados com diferentes fontes de minerais não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos atributos aroma, sabor, textura e cor entre os tratamentos 100% inorgânico; 50% orgânico e 50% inorgânico e 100% orgânico antes de armazenar, mantendo-se constante no 5º e 12º dias de armazenamento sob refrigeração.

5. CONCLUSÕES

Com relação ao Desempenho Zootécnico das aves foi possível observar que o peso final, o consumo total e diário de ração e a conversão alimentar, não foram influenciados pelos diferentes níveis de minerais orgânicos e inorgânicos nas dietas utilizadas neste experimento.

Analisando a presença dos microminerais (zinco, selênio e manganês) no sangue, fígado e músculo foi possível observar que:

Em relação aos teores de zinco, os resultados, embora apresentem diferenças estatísticas, não apresentam correlação entre os diferentes tratamentos e os teores de zinco nos diferentes tecidos e tempos de análise.

Observou-se uma tendência de boa biodisponibilidade do zinco com o tratamento 5 (100% orgânico), considerando-se a análise de fígado como boa indicadora, uma vez que no músculo não se observou diferenças e no sangue, as diferenças observadas aos 21 dias não se mantiveram aos 45 dias.

O sangue e músculo aos 45 dias, e fígado aos 21 dias de idade, apresentam elevados valores de manganês com o tratamento 5 (100% orgânico), ainda que semelhante absorção tenha sido obtida com misturas entre fonte orgânica e inorgânica, o que corrobora a teoria da melhor biodisponibilidade dos minerais orgânicos.

Constatou-se uma maior absorção de selênio com uma mistura com 50% inorgânico e 50% orgânico (tratamento 3) ainda que no sangue dos frangos aos 21 dias nos tratamentos 5 e 6, com os minerais na forma orgânica, foram detectadas as maiores concentrações de selênio, evidenciando uma boa biodisponibilidade do selênio na forma orgânica.

Os resultados da presença dos microminerais nos ossos mostraram não haver diferenças significativas entre os tratamentos em relação aos teores de cinzas e microminerais analisados.

A partir das análises físico-químicas constata-se que os seis tratamentos apresentaram comportamento semelhante no zero dia de avaliação, não

apresentando diferença significativa entre as amostras de cada tratamento para atividade de água, pH, TBARS e acidez.

No período de 7 a 15 dias de refrigeração, o tratamento 1 (100% inorgânico) apresentou valores de TBARS superiores aos demais tratamentos.

Os valores de pH e acidez não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos no mesmo período.

Com relação à análise sensorial, os atributos aroma e cor de sobrecoxas *in natura* e aroma, sabor, textura e cor de sobrecoxas assadas, não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos 1 (100% inorgânico), 3 (50% inorgânico e 50% orgânico) e 5 (100% orgânico), mantendo-se constantes no 5º e 12º dias de armazenamento sob refrigeração.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os resultados deste trabalho permitem indicar trabalhos futuros, tais como:

Avaliar e mensurar o efeito dos microminerais excretados pelas aves, sobre o meio ambiente, em especial a deposição nos solos na forma de adubo orgânico;

Estudar o impacto econômico do uso combinado de minerais orgânicos e inorgânicos ou somente o uso dos minerais orgânicos em comparação ao uso tradicional com minerais inorgânicos.

Avaliar o efeito do uso de microminerais orgânicos e inorgânicos na dieta de frangos de corte sobre o metabolismo de seres humanos (consumidores).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. **AAFCO Official Definition 57.142**, Georgia Department of Agriculture, 1990, p.164-171.

AAFCO. Association of American Feed Control Officials. 2000.

ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W. **Principles of Meat Science**. 4ed. Dubuque:Kendall/Hunt Publishing Company. 2001. 354p.

ADDIS,P.B. Occurrence of lipid oxidation products in food. **Food Chemical Toxicology**, v.24 n.10/11 p.1021-1080. 1986.

AGUIAR, P.S. de; ORTEGA, E.M.M.; CASTILHO, C.J.C. **Aplicação da análise de correspondência na avaliação da qualidade de cortes de frango**. 49^a Reunião da RBRAS - Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Matemática – Uberlândia, MG - 27 e 28 de Maio de 2004.

AGUIAR, E.F; OLIVEIRA, T.S; MEIRA, C.T; CASTRO, J.O; SANTOS, G.C; PINTO, G.V.D; MOREIRA, J. **Diferentes Microminerais suplementados em dietas para poedeiras comerciais e o efeito sobre os parâmetros de desempenho**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Universidade do Vale do Paraíba. Anais. 2009.

ARAÚJO,J.M.A. **Química de Alimentos**. Teoria e Prática. Viçosa: Imprensa Universitária. Universidade Federal de Viçosa, 1995. 335p.

ARAÚJO, J.A, de; SILVA, J.H.V. da; AMÂNCIO, A.L. de L.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. de. Fontes Minerais para Poedeiras. **Acta Veterinária Brasileira**, v.2; n.3; p.53-60; 2008.

ASHMEAD, H.D. **Factors wich affect the intestinal absorption of minerals**. Noyes publications. Westwood, EUA. 1993

A.O.A.C. - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (Arlington, Estados Unidos). **Official methods of analysis of the AOAC**. 15th ed. Arlington, 1990. 1250p.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N.; **Fundamentos de Tecnologia de Alimentos**, São Paulo. Editora Atheneu. 1998. 317p.

BARUSELLI, M.S. **Minerais orgânicos: o que são, como funcionam e vantagens do seu uso em ruminantes**. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE. Botucatu: UNESP/FMVZ, 2000. p. 2-19.

_____. **Suplementos e co-produtos na nutrição de Gado de Corte**. In: Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na Bovinocultura de corte. Anais. Brasília, 2005.

BERTECHINI, A.G.; HOSSAIN, S.M.; NOBRE, P.T. **Efeito de vários níveis de zinco no desempenho e composição mineral do tecido em frangos de corte.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Lavras. 1992.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos.** 1. ed. Lavras - MG: Ed. UFLA, v. 1. 302 p. 2006.

BOIAGO, M.M.; SOUZA, H.B.A.; SCATOLINI, A.M.; et al. **Características qualitativas da carne do peito de frangos de corte alimentados com diferentes fontes e concentrações de selênio.** In: 44 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal. Anais. 2007.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. **Estrutura Funcional do Trato Digestório.** Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte. 2002. 375 pág.

BORGES, C.A. **Uso de minerais orgânicos em frangos de corte.** C Borges consultoria. 2002.

BORGES, C.A. **Avanços Nutricionais para Otimização de Resultados na Avicultura.** Congresso Latino Americano de Avicultura. Cidade do Panamá. Panamá. Outubro de 2005. Anais.

BORUTA, A.; SWIERCZEWSKA, E.; GLEBOCKA, K.; NOLLET, L. **minerals (Bioplex) as total replacement of inorganic sources for layers – effect on productivity** .Organic. Poster apresentado no 23º Simpósio Annual da Alltech. Lexington. 2006

BRITO, J.A.G. de; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. de. Uso de microminerais sob a 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

BRONNER, F. Nutrient bioavailability, with special reference to calcium. **J. Nutr.** 123: p. 797-802. 1993

CAMPEN, D.R.V.; GLAHN, R.P. Micronutrient bioavailability techniques: accuracy, problems and limitations. **Field Crops Research,** Amsterdam, v.60, n.1/2, p.93-113, 1999.

CARBONARI, K.A. **Avaliação do Potencial Antioxidante (In vitro e In vivo) e Antiinflamatório de *Ouratea parviflora*, *Polymnia sonchifolia* e *Marlierea obscura*.** Florianópolis, 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Aplicada à Saúde) - Universidade Federal de Santa Catarina.

CHAN, K.M.; DECKER, E.A.; MEANS, W.J. Extraction and activity of carnosine, a naturally occurring antioxidant in beef muscle. **Journal of Food Science,** v.58, n.1, p.1-4. 1993.

CHIU, M.C.; GIORELLI, L.A.; GRIMALDI, R. Lipídios estruturados obtidos a partir da mistura de gordura de frango, sua estearina e triacilgliceróis de cadeia média. I –

Composição em ácidos graxos e em triacilgliceróis. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 2, 232-237, 2008

CHOWDHURY , S.D., PAIK , I.K.; NAMKUNGB,,H; LIM, H.S. Responses of broiler chickens to organic copper fed in the form of copper–methionine chelate. **Animal Feed Science and Technology**. P. 281-293. 2004

CLOSE,W.H. 1999. **Organic minerals for pigs**: update. In: Biotechnology in the feed industry, proceedings of Alltech's 15th annual Symposium. T.P.Lyons and K.A. Jacques,Ed. Nottingham University Press, UK. P.51-60.

CUPERTINO, E.S.; **Exigências Nutricionais de Manganês para Frangos de Corte Machos e Fêmeas**. Dissertação de Mestrado. Viçosa - MG. 2002.

DIBNER, J. **Early nutrition of Zinc and cooper in chicks and poults: impact on growth and immune function**. Pages: 23-32 in proc. Mid-Atl. Nutr. Conf.Timonium, MD. 2005

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE. 2002. 116p.

FERKET, P. R.; NICHOLSON, L.; ROBERTSON, K. D. et.al. Effect of level of inorganic and organic zinc and manganese on the performance and leg abnormalities of turkey toms. **Poultry Science**, vol.71. p.60. 1992.

FIALHO, F.B. **Técnica de slope ratio na determinação de biodisponibilidade de nutrientes**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 155p

_____; LOPEZ, J.; BELLAVER, C. Influência dos níveis de farelo de arroz integral e Manganês no desempenho e nas características de ossos de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, V.22, n.5, p.830-838. 1993.

FLINCHUM, J.D., NOCKLES, C.F. and MORENG, R.D. Aged hens fed zinc methionine had chicks with improved performance. **Poultry Science**, v.68, Suppl.1, p.55. (Abstract). 1989.

GODDEERIS, B.M; BOERSMA, W.J.A; COX E; VAN DER STEDO; KOENEN,M.E; VANCAENEGHEM,S. **Nutrition and Health of the Gastrointestinal Tract in Poultry**. Wageningen Academic Publischers, 2002. Págs.97-134.

GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. **Criação de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. (Informe Técnico, 78).

_____; RIGUEIRA, D.C.M.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; BRUMANO,G.; SCHMIDT, M. Exigências Nutricionais de Zinco para Frangos de Corte Machos e Fêmeas na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.37, n.1, p.79-83. 2008.

GOWDY,K.; **Selenium supplementation and antioxidant protection in broiler chickens**. Graduate Faculty of North Carolina state University. 172p. Dissertação de Mestrado.2004.

GREGORY, E.M.; FRIDOVICH, I.; **Superoxide dismutase: properties, distribution and functions. Trace Element Metabolism in Animals – 2.** University Park Press. p. 486-488. 1974

HALPIN, K.M.; CLAUSON, D.G.; BAKER, D.H. Efficiency of manganese absorption in chicks fed cor-soy and casein diets. **Journal Nutrition.** V.116, n.9, p. 1747-1751. 1986.

HAMBURGER, V.; HAMILTON, H.L. A series of normal stages in the development of the chick embryo. **Journal Morphology.** 1951.

HOLWERDA, R. A.; ALBIN, R. C.; MADSEN, F. C. Chelation effectiveness of zinc proteinates demonstrated. **Feedstuffs,** Minneapolis, v.19, p.12-13, Jun. 1995.

HERMIER, D. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. **Journal of Nutrition,** v.127, p.805-808, 1997.

HESS, J.B; DOWNS, K.M; BILGILI, S.F; **Selenium nutrition and poultry meat quality. Nutritional Biotechnology in the feed and food industries.** proceedings of Altech's 19 th international Symposium, Nottingham University Press, United Kingdom, p.107-112. 2003

HURLEY, L.S. Teratogenic effects of manganese, zinc and copper in nutrition. **Physiological Reviews** 61, 249-295. 1981.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Ecologia Microbiana de los Alimentos.** Volumen II. Zaragoza: Editorial Acribia S.A. 1980. 989p.

ITO, NAIR MASSAKO KATAYAMA. **Fisiopatologia do Aparelho Digestivo.** Fisiologia da Digestão e Absorção das aves. APINCO. 1994 p: 1-18.

JI.F; LUO.X.G; LU.L; LIU.B; YU.S.X. Effect of Manganese Source on Manganese Absorption by the intestine of Broilers. **Poultry Science,** 2006. Págs: 1947 - 1952

KESSLER, A.M.; SNIZEK JÚNIOR, P.N. **Considerações sobre a quantidade de gordura na carcaça do frango.** In: MATTOS, W.R.S. (Org.). A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Fealq, 2001. p.111-133.

KRATZER,F; VOHRA,P. Minerals in Human Nutrition; Chelates; **Chelation Terapy.** 169p. 1986.

LABUZA,T.P. Kinetics of Lipid Oxidation in Foods. **CRC, Critical Review of Food Technology,** v.2, p.355-405. 1971.

LARBIER.M; LECLERCQ.B. **Nutrition and Feeding of Poultry.** 1992. 304 pág.

LESSON, S. Trace minerals in poultry nutrition-2. Copper and zinc – the next pollution frontier. **World Poultry** (3): 14-16. 2008

LAZLO, H.; BASSO, L.; COELHO, M.C.; **Química de Alimentos e alterações dos componentes orgânicos**. São Paulo. Nobel,1986. Cap.2. 98p.

LEACH, R.M.; **Role of manganese in mucopolysaccharide metabolism**. Federation Proceedings 30. 991-994. 1971.

LEDOUX, D.R.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. et al. Effect of dietary copper on tissue mineral composition as an estimate of copper bioavailability in broiler chicks. **Nutrition Reports International**, v.39, p.1117-1126, 1989.

_____; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. et al. Estimation of the relative bioavailability of inorganic copper sources for chicks using tissue uptake of copper. **Journal of Animal Science**, v.69, p.215-222, 1991.

LESSON, S. Copper metabolism and dietary needs. **Review Poultry Science**. 2009

_____; Trace minerals in poultry nutrition-2. Copper and zinc – the next pollution frontier. **World Poultry** (3): 14-16. 2008

LOWE, N.M.; BREMER, I.; JACKSON, M.J. Plasma 65 Zn kinetics in the rat. **British Journal of Nutrition**, v.65, p.445-455, 1991.

LU,L; LUO, X.G.; JI,C; LIU,B & YU,S.X. Effect of manganese supplementation and source on carcass traits, meat quality, and lipid oxidation in broiler. **Journal of Animal Science** n.85: 812-822. 2007

LYONS, M.; INSKO, W.M; **Chondrodystrophy in the Chick Embryo Produced by Manganese Deficiency in the Diet of the Hen**. Bulletin 371, Kentucky. Agricultural Experiment Station. 1937.

MACARI, M.; FURLAN,R.L; GONZALES,E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. FUNEP. 1994.

MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, 2002. 375 p.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. 524p.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; FISCHER, A.V.S. Desenvolvimento de trato Gastrointestinal de Embriões oriundos de matrizes pesadas de 30 a 60 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Pág. 141-148. 2000.

MALETTO, S.; **Tropismos de órgãos e/ ou aparelhos dos complexos minerais de transquelção**. Nota técnica número 2, Torino, Italia, 1996.

MANO, S.B.; PARDI, H.S.; FREITAS, M.Q. Influência da sangria na qualidade da carne de aves (*Gallus domesticus*) resfriada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. Niterói/RJ. V.3, n.3, p.69-74. 1996.

MARIUTTI; BARROS, L.R; BRAGAGNOLO. A oxidação Lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia e alho como antioxidante natural. **Rev.Inst. Adolfo Lutz**; 68(1): 1-11. Jan. 2009

MELO, G.M.P. de. **Desempenho e parâmetros sanguíneos de bezerros submetidos a estresse, suplementados com o crômo orgânico**. 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MELLO, C.A. **O que há de novo na mineralização**. Leite Brasil, São Paulo, v.1, n.6, p.8-14, 1998.

MILLES, P.H.; WILKINSON, N.S.; MCDOWELL, L.R. **Analysis of minerals for animal nutrition research**. 3 ed. Gainesville, University of Florida, 2001. 118p.

MIRANDA, A. L. P.; FRAGA, C. A. M. **Atividade Seqüestradora de Radical Livre Determinação do Potencial Antioxidante de Substâncias Bioativas**. In: Monge A., Ganellin, C. R. (ed.) *Practical Studies for Medicinal Chemistry IUPAC*, 200

MOREIRA, J.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; BERTECHINI, A.G.; OLIVEIRA, D.F.; CARDOSO, M.G.; Efeito de fonte e níveis de selênio na atividade enzimática da glutathione peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.3, p.645 – 649. 2001.

Nacional Research Council. **Nutrient Requirements of Poultry**. Ninth Revised Edition. Washington, D.C: National Academy Press. 1994

NASCIMENTO, M.R.B.M.; SILVA BORGES, G.C.; FERNANDES, E.A.; VILELA, D.R.; **Desempenho e características de carcaças de frangos de corte sob estresse cíclico pelo calor e suplementados com Zinco e Selênio**. *Conbravet*. Anais 2008.

NOBRE, P.T.C.; HOSSAIN, S.M.; VALE, R.A. **Biodisponibilidade do carbonato e óxido de zinco para frangos de corte**. In: CONFERÊNCIA DA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos. Anais Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1993. p. 28.

NOVELINI, L.; GONÇALVES, F. M.; ANCIUTI, M. A.; ZANUSSO, J. T.; LOPES, D. N.; NUNES, J. K.; RUTZ, F.; DALLMANN, H. M.; ANDERS, P. H.; ÁLVARES, S. S. **Desempenho de Frangos de Corte aos 42 dias suplementados com Selênio orgânico na Dieta**. XVII Congresso de Iniciação Científica. UFPEL. 2008.

NOVUS DO BRASIL: **Manual Linha de Microminerais orgânicos**. 2009

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. Ed., National Academy Press: Washington D.C., 2001. 381p.

OETTERER, Marília. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006.

PATTON, R. **Efficacy of chelated minerals: review of literature**. Proceedings of the second conference of the nutrition Advisory Group of the American Zoo and Aquarium. Association on Zoo and Wildlife Nutrition. Texas. EUA. P.14-31. 1997

PAYNE.R.L; SOUTHERN L.L. Changes en Glutathione Peroxidase and tissue Selenium concentrations of Broiler after consuming a Diet Adequate in Selenium. **Poultry Science**, 2005. Págs: 1268 – 1276.

_____; SOUTHERN, L. L.; Comparison of Inorganic and Organic Selenium Sources for broilers. **Poultry Science**, v.84, n.6, p. 898 – 902. 2005

PEARSON, A.M.; LOVE, J.D.; SHORLAND, F.B.; Warmed-over flavor in meat, poultry and fish. **Advances in Food Research**. V.23, p.1-74, 1977.

RAHARJO, S.; SOFOS, N. J.; SCHMIDT, R. G. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C₁₈ method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 40, p.2182 – 2185, 1992.

REDDY A.B., DWIVED J.N., ASHMEAD A.D. Mineral chelation generates profit. **Misset-World Poultry** 8: p.13-15.1992

RIBEIRO,A.M.L; VOGT, L.K; CANAL, C.W; LAGANÁ,C.; STRECK, A.F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.37; n:4; p: 636-644. 2008

RICHARDS, J; HAMPTON,T.C.; WUELING, C.; WEHMEYER, M. Mintrex Zn and Mintrex Cu organic trace minerals improve intestinal strength and immune responses to coccidiosis infection and/or vaccination in broiler. **Poultry Science**. 2006

ROMER, A. S; PARSONS, T. S. **Anatomia Comparada**. México 1981.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000.

ROSSI, P; **Efeito do Zinco Orgânico sobre o desempenho e características de carcaças de frangos de corte**. Universidade Federal de Pelotas-RS. Dissertação de Mestrado. 2005.

_____; NUNES, J. K.; RIBEIRO, E. M.; RIBEIRO, J. G. N.; ROCHA, A. L. M.; BOURSCHEIDT, D.; ROCHA, A. A.; REIS, J. S.; MABÍLIA, T.; SANTOS, V. L.; HENRIQUE, P. M.; SILVA, G.; SILVA, R. R; SILVEIRA, M. H. D.; RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A. **Efeito dos Minerais Orgânicos Sobre o Desempenho Reprodutivo de Matrizes Pesadas**.XVI Congresso de Iniciação Científica. UFPEL – Pelotas/RS. 2008.

ROVER, L. Jr.; HOEHR, N.F.; VELLASCO, A.P.; KUBOTA, L.T. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutathiona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Química Nova**, v.24, n.1, p. 112-119. 2001

RUTZ, F. **Efeito de Minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves**. UFPEL. Artigo site Ave World. 2007.

_____; MURPHY,R. **Minerais Orgânicos Para Aves e Suínos**. I Congresso Internacional sobre uso de Leveduras na Alimentação Animal. CBNA. 2009.

SANTOS, A. L. dos; SAKOMURA, N. K., FREITAS, E. R.; FORTES, C. M. L. S.; CARILHO, E. N. V. M.; FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n.5, p. 1589 – 1598, 2005.

SARA, A.; BENTEA, M.; ODAGIU, A.; PANTA, L.; DINEA, M.; GLEBOCKA, K.; **Effects of Sel-Plex[®] organoselenium on performance of laying hens**. Proceedings of Alltech's 23 Annual Symposium. Lexington, Kentucky. USA. P.34. 2007.

SAVIO, J. **Avaliação da Estabilidade de Coxas e Sobrecoxas de Frango Desossadas Estocadas sob Diferentes Condições de Armazenamento**. Dissertação de Mestrado. URI – Campus de Erechim. 2010.

SANTOS, dos L.F.; TAKATA, F.N.; BASTOS, F.J.F.; AGUIAR, de J.F.C.; NETO, J.E.; **Morfologia do Oviduto de Poedeiras Comerciais Suplementadas com Selênio Orgânico**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. 2009.

SCOTT, M.L., NESHEIM, M. C., YOUNG, R.J. 1982. **Essential inorganic elements**. Ed.lthaca: New York press, p.330-338.

SCHIMIDT, M. Níveis nutricionais de cobre para frangos de corte machos e fêmeas na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Pág: 1599 – 1605. 2005.

SMITH, O.B. & KADAIJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium – phosphorus ratios in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign. V64, p.1713-1720.1985.

SOLOMONS, N.W.; COUSINS, R.J.; Zinc. In: **Current topics in nutrition and disease, vol.12: Absorption and malabsorption of mineral nutrientes**, Solomons,N.W. and Rosenberg, I.H.; Eds, Alan R.Liss, New York, 125. 1984.

SOUTHERN, L.L.; BAKER, D.H.; Excess Manganese ingestion in the chick. **Poultry Science**. V.62, p.642-646. 1983.

SPEARS, J. W. Organic trace minerals in ruminant nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 58, n.1/2, p. 151-163, 1996.

TEIXEIRA, A.S. **Exigências nutricionais de zinco e sua biodisponibilidade em sulfato e óxido de zinco para pintos de corte.** 1994. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

TERRA, N.N; BRUM, M.A.R.; **Carnes e seus derivados – Técnicas de controle de Qualidade.** São Paulo: Nobel, 1998.

TORRES, E.A.F.S.. Oxidação Lipídica em Carnes. **Bol. SBCTA**, v.22, n.1, p.53-71. 1988.

____; OKANI, E.T. Teste de TBA: Ranço em Alimentos. **Revista Nacional da Carne.** n.243, p.68-78, maio, 1997.

TUCKER, L. Trace minerals in poultry nutrition-3 Redefining mineral nutrition- What we've learned so far. **World Poultry** 24 (4): 18-19. 2008

UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition.** 4 Ed. New York, Academic Press, 1977. 545p.

____; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock.** 3rd ed. CABI Publ. Wallingford. 1999, 614 p.

UPTON JR, J.R.; **The effects of selenium supplementation on performance and antioxidant enzyme activity in broiler chickens.** Raleigh, North Carolina. Dissertação de Mestrado. Department Nutrition and Poultry Science. North Carolina State University – USA. 2003.

VANDERGRIFT, B. **The role of mineral proteínates in immunity and reproduction. What do we really know about them?** In: ALTECH ANNUAL SYMPOSIUM, 9, 1993. Proceedings of Altech, Ninth Annual Symposium. [S.l.]: Biotechnology in Feed Industry, 1993.

VEIGA J.B., Cardoso E.C. 2005. **Criação de gado leiteiro na zona bragantina Versão Eletrônica.** Disponível em: <internet.http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/apresentacao.htm> Acesso em 20 Set 2010.

VIEIRA, S. **Minerais Quelatados na Nutrição Animal.** Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos. Campinas. 2004.

WANG, B.; PACE, R. D.; DESSAI, A. P.; BOVELL-BENJAMIN, A.; PHILLIPS, B. Modified extraction method for determining 2-Thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 8, p. 2833-2836, 2002.

WEDEKING, K.J. & BAKER, D.H. Manganese utilization in chicks as affected by excess calcium and phosphorus ingestion. **Poultry Science.** V.69, p.977-984. 1990.

_____; MURPHY, M.R.; BAKER, D.H.; Manganese turnover as affected by excess phosphorus consumption. **Journal Nutrition**. V.121. p.1035-1041. 1991.

WILGUS, H.S; NORRIS, L.C; HEUSER, G.F; The Role of manganese and certain other trace elements in the prevention of perosis. **Journal of Nutrition** n.14. p. 155-167. 1937.

WONG, D.W.S. **Química de los Alimentos. Mecanismos y teoría**. Zaragoza (España). Acribia. 1995. 476p.

YAMAUCHI KE, ISSHIKI Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science** 1991; 32: 67-78.

YOON, I.; WERNER, T.M.; BUTLER, J.M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and Selenium retention in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.86, p. 727 – 730. 2007.

ZINPRO, ANIMAL NUTRITION: **Effects of Zinc, Manganese e Copper on Egg Shell Quality**. 2001.

ANEXO I

Laudos dos resultados da análise microbiológica e físico-química da água de bebida das aves.

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS			
ENSAIOS	UNIDADE	PADRÃO	RESULTADO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	mg/L	250**	10
Alumínio	mg/L	0,20	< 0,1
Cádmio	mg/L	0,005	< 0,005
Cálcio	mg/L	-	3,6
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,1
Cloretos	mg/L	250	0,3
Cobre	mg/L	2	< 0,1
Condutividade	µS	-	27,5
Cor	uH ²	15	0
Cromo total	mg/L	0,05	< 0,05
Dureza Total	mg/L	500	10
Ferro Total	mg/L	0,3	< 0,1
Fluoretos	mg/L	1,5	0,4
Magnésio	mg/L	-	0,2
Manganês	mg/L	0,1	< 0,1
Nitratos	mg/L	10	0,1
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	-	0,1
pH		6,0 – 9,5	6
Potássio	mg/L	-	0,2
Sódio	mg/L	200	0,2
Sólidos totais a 105 °C	mg/L	1.000	17
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	1.000	9
Sulfatos	mg/L	250	0,5
Temperatura	° C	-	14
Turbidez	uT	5	< 5
Zinco	mg/L	5	< 0,1

Obs: * Valor Máximo Permitido; **Não em vigor, indicativo - Portaria 12 de 24 de Julho de 1978; uT- unidade de turbidez; uH- unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

METODOLOGIA DE REFERÊNCIA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20. ed. / 1998 - AWWA / APHA / WEF e ABNT.

PARECER TÉCNICO: Esta amostra encontra-se dentro dos padrões legais vigentes para potabilidade da água, no que diz respeito às análises físico-químicas realizadas, conforme Portaria n° 518 / GM de 25 de março de 2004.

Eunice Valduga

Responsável Técnico CRQ n° 05302145

Laboratório de Análises Cadastrado na FEPAM sob n° 6/2009 – DL

Os resultados descritos neste relatório têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

RELATÓRIO DE ANÁLISE – Microbiológica

RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS			
ENSAIOS	UNIDADE	PADRÃO	RESULTADO DO ENSAIO
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	$5,0 \times 10^2$ UFC/mL	$8,3 \times 10^2$ UFC/mL
Coliformes Totais	NMP/100mL	Ausência em 100mL	9,2 NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Ausência em 100mL	Ausente

METODOLOGIA DE REFERÊNCIA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20. ed. / 1998 - AWWA / APHA / WEF e ABNT.

PARECER TÉCNICO: Esta amostra apresenta Coliformes Totais e Bactérias Heterotróficas acima dos padrões legais vigentes para potabilidade da água, conforme Portaria nº 518 / GM de 25 de março de 2004.

Eunice Valduga
Responsável Técnico
CRQ nº05302145

Laboratório de Análises Cadastrado na FEPAM sob nº 6/2009 – DL

Nota: Os resultados descritos neste relatório têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Zinco Total (mg/Kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Selênio Total (mg/Kg)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

Tabela 15- Composição percentual e calculada das rações para a fase de crescimento

	FR-02 T1	FR-02 T2	FR-02 T3	FR-02 T4	FR-02 T5	FR-02 T6	
Milho	556,00	556,00	556,00	556,00	555,20	553,60	
Farelo de Soja	337,09	336,19	336,13	336,06	336,81	337,57	
Óleo de Soja	68,00	68,80	68,80	68,80	68,80	68,8	
Calcário Calcítico	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	
Fosfato Bicálcico	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	
Sal	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	5,43	
L-Lisina	1,86	1,86	1,85	1,85	1,85	1,85	
Metionina Líquida MHA	3,44	3,20	3,04	2,88	2,60	3,44	
L-Treonina	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	
Colina Pó 60%	0,499	0,499	0,499	0,499	0,499	0,499	
Adsorvente Micotoxinas							
Anticoccidiano							
Anticoccidiano	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	
Aditivo PC							
Aditivo PC	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	
Premix Vitamínico - DSM	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	
Premix Mineral - DSM	0,750	0,525	0,375	0,225			
Ferro orgânico 6%		0,225	0,375	0,525	0,750	0,750	
Selênio orgânico - 0,1%		0,079	0,131	0,184	0,263	0,263	
Zinco orgânico 16%		0,141	0,234	0,328	0,469	0,469	
Cobre orgânico 15%		0,012	0,020	0,028	0,040	0,040	
Manganês orgânico 13%		0,104	0,173	0,242	0,346	0,346	
Px.Iodato de Cálcio 6,1%		0,004	0,006	0,009	0,012	0,012	
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
Cobre (mg/Kg)	8.000,00	6,00	4,20	3,00	1,80	0,00	0,00
Ferro (mg/Kg)	60.000,00	45,00	31,50	22,50	13,50	0,00	0,00
Manganês (mg/Kg)	60.000,00	45,00	31,50	22,50	13,50	0,00	0,00
Iodo (mg/Kg)	1.000,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Zinco (mg/Kg)	100.000,00	75,00	52,50	37,50	22,50	0,00	0,00
Selênio (mg/Kg)	350,00	0,26	0,18	0,13	0,08	0,00	0,00
Cobre Orgânico (mg/Kg)	150.000,00	0,00	1,80	3,00	4,20	6,00	6,00
Ferro Orgânico (mg/Kg)	60.000,00	0,00	13,50	22,50	31,50	45,00	45,00
Manganês Orgânico (mg/Kg)	130.000,00	0,00	13,50	22,50	31,50	45,00	45,00
Zinco Orgânico (mg/Kg)	160.000,00	0,00	22,50	37,50	52,50	75,00	75,00
Selênio Orgânico (mg/Kg)	1.000,00	0,00	0,08	0,13	0,18	0,26	0,26

Cobre Total (mg/Kg)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Ferro Total (mg/Kg)	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	
Manganês Total (mg/Kg)	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	
Iodo Total (mg/Kg)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Zinco Total (mg/Kg)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	
Selênio Total (mg/Kg)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	

Tabela 16- Composição percentual e calculada das rações para a fase de terminação

	FR-03 T1	FR-03 T2	FR-03 T3	FR-03 T4	FR-03 T5	FR-03 T6
Milho	613,60	613,60	612,80	612,80	612,80	611,20
Farelo de Soja	280,52	280,44	281,21	281,14	281,10	281,18
Óleo de Soja	68,80	68,80	68,80	68,80	68,80	69,60
Calcário Calcítico	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fosfato Bicálcico	14,80	14,80	14,80	14,80	14,80	14,80
Sal	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15
L-Lisina	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69
Metionina Líquida MHA	3,56	3,36	3,20	3,08	2,84	3,56
L-Treonina	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Colina Pó 60%	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Adsorvente Micotoxinas						
Anticoccidiano						
Anticoccidiano						
Aditivo PC						
Aditivo PC						
Premix Vitamínico - DSM	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
Premix Mineral - DSM	0,625	0,438	0,313	0,188		
Ferro orgânico 6%		0,188	0,313	0,438	0,625	0,625
Selênio orgânico - 0,1%		0,066	0,109	0,153	0,219	0,219
Zinco orgânico 16%		0,117	0,195	0,273	0,391	0,391
Cobre orgânico 15%		0,010	0,017	0,023	0,033	0,033
Manganês orgânico 13%		0,087	0,144	0,202	0,288	0,288
Px.Iodato de Cálcio 6,1%		0,003	0,005	0,007	0,010	0,010
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Cobre (mg/Kg)	8.000,00	5,00	3,50	2,50	1,50	0,00	0,00
Ferro (mg/Kg)	60.000,00	37,51	26,25	18,75	11,25	0,00	0,00
Manganês (mg/Kg)	60.000,00	37,51	26,25	18,75	11,25	0,00	0,00
Iodo (mg/Kg)	1.000,00	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62
Zinco (mg/Kg)	100.000,00	62,52	43,75	31,25	18,75	0,00	0,00
Selênio (mg/Kg)	350,00	0,22	0,15	0,11	0,07	0,00	0,00

Cobre Orgânico (mg/Kg)	150.000,00	0,00	1,50	2,50	3,50	5,00	5,00
Ferro Orgânico (mg/Kg)	60.000,00	0,00	11,25	18,75	26,25	37,50	37,50
Manganês Orgânico (mg/Kg)	130.000,00	0,00	11,25	18,75	26,25	37,50	37,50
Zinco Orgânico (mg/Kg)	160.000,00	0,00	18,75	31,25	43,75	62,50	62,50
Selênio Orgânico (mg/Kg)	1.000,00	0,00	0,07	0,11	0,15	0,22	0,22

Cobre Total (mg/Kg)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ferro Total (mg/Kg)	37,51	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Manganês Total (mg/Kg)	37,51	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Iodo Total (mg/Kg)	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62
Zinco Total (mg/Kg)	62,52	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50
Selênio Total (mg/Kg)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22