UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

AMANDA RAQUEL DE MIRANDA CANIATTO

Desempenho e excreção em frangos de corte submetidos a dietas com minerais orgânicos em diferentes temperaturas ambientais

Pirassununga

2015

AMANDA RAQUEL DE MIRANDA CANIATTO

Desempenho e excreção em frangos de corte submetidos a dietas com minerais orgânicos em diferentes temperaturas ambientais

“Versão Corrigida”

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria

Pirassununga

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

C223d Caniatto, Amanda Raquel de Miranda
Desempenho e excreção em frangos de corte submetidos
a dieta com minerais orgânicos em diferentes
temperaturas ambientais / Amanda Raquel de Miranda
Caniatto. -- Pirassununga, 2014.
115 f.
Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Ciências Básicas.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.
Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.

1. Aves 2. Disponibilidade 3. Estresse térmico 4.
Rendimento de carcaça. I. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida

Pelo que me ensinaram e transmitiram

Pelo apoio incondicional e incessante

Pelo que sou!

Aos meus pais Regina e Vanderley, minha irmã Bianca e à Nina

À minha família

Aos meus amigos.

Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante.

Albert Schweitzer

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força e amparado nos momentos mais difíceis.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo pela oportunidade oferecida para realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido para execução desta pesquisa.

À CAPES pela bolsa concedida

Ao Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria pela oportunidade, ensinamento e confiança.

Ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima pela ajuda na análise estatística.

Ao Prof. Dr. Augusto Gameiro por toda atenção e pelas orientações na análise econômica.

Ao Prof. Daniel Emygdio de Faria Filho por toda orientação e apoio.

Ao Prof. Dr. Celso Eduardo Lins de Oliveira e Tatiana Fernanda Canata pelo empréstimo do termovisor e ajuda com o equipamento.

À Vanessa e ao Claudio por toda ajuda, apoio e por aguentarem todas as minhas neuras.

Aos funcionários da fábrica de ração, laboratório de bromatologia, laboratório de minerais, matadouro, ZAZ e dos fistulados.

Aos amigos do laboratório de Avicultura: Ágatha, Bruna, Leandro, Vinicius, Renata, Mariana, Diana, Eduardo, Paulo, Vitor, Grazi, Bianca, Letícia, Lucas por toda ajuda, paciência e risadas. Sem vocês não teria conseguido.

Aos amigos: Alice, Rachel, Ana, Cris, Qui, Thais e Bitoca pela convivência diária, amizade e paciência.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, para que esse trabalho fosse realizado.

RESUMO

CANIATTO, A. R. M. **Desempenho e excreção em frangos de corte submetidos a dietas com minerais orgânicos em diferentes temperaturas ambientais.** 2014, 115p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2014.

O objetivo deste trabalho foi analisar a utilização dos minerais orgânicos - Cu, Fe, Mn, Se e Zn - na dieta de frangos de corte visando avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e o efeito no poder poluente dos resíduos da avicultura. Foram realizados dois experimentos nas estações do inverno e verão, empregando seis dietas experimentais: T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 de T2; T4 – Redução 2/3 de T2; T5 – Aumento de 1/3 de T2 e T6 – Aumento de 2/3 de T2. Para os ensaios de desempenho, 1.080 animais foram alojados em 36 boxes com 30 aves cada, sobre cama de maravalha. Na análise de excreção, utilizou-se 144 animais para coleta total das excretas nos períodos de 19 a 22 e 33 a 36 dias de idade. As características de desempenho avaliadas foram peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade criatória, índice de eficiência produtiva, além de características de carcaça e análises dos microminerais nas excretas e na cama de frango. Para avaliação do efeito da estação do ano, análises ambientais (temperatura e umidade relativa) e fisiológicas (temperaturas retal e superficial – imagem termográfica) foram mensuradas. Além disso, foi realizado estudo da viabilidade econômica do uso dos minerais. Os dados foram avaliados por meio da análise de variância, utilizando o PROC GLM do SAS. A comparação entre tratamentos foi realizada por regressão e a comparação entre as fontes de minerais (orgânico e inorgânico) feita por contraste. Nos estudos do inverno e verão, não houve diferença entre as fontes e níveis de suplementação para desempenho no período total de criação e no rendimento de carcaça. No inverno, entretanto, os resultados de excreção com a fonte orgânica foram superiores. Além disso, os minerais orgânicos apresentaram custo mais elevado e rentabilidade inferior. Ao se comparar as estações do ano, verifica-se um efeito negativo do verão no desempenho, nas variáveis fisiológicas e na análise econômica. Em relação às fontes e níveis de microminerais empregados, os resultados indicam que a suplementação deve estar de acordo com as condições ambientais da criação, proporcionando, assim, melhor efeito produtivo, ambiental e econômico para a atividade avícola.

Palavras-chave: aves, disponibilidade, estresse térmico, rendimento de carcaça

ABSTRACT

CANIATTO, A. R. M. **Performance and excretion in broilers fed diets with organic minerals in different ambient temperatures.** 2014, 115p. Thesis (Doctorate) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2014.

The purpose of this study was to evaluate the use of organic minerals - Cu, Fe, Mn, Se and Zn - in the diet of broiler chickens on performance, carcass yield and the effect on polluting power of poultry waste. Two experiments were conducted in the winter and summer seasons, employing six experimental treatments: T1 - Control - Inorganic Minerals Cu, Fe, Mn, Se, and Zn according to Rostagno et al. (2011), T2 - Organic Minerals, T3 - Reduction of 1/3 from T2, T4 - Reduction of 2/3 from T2, T5 - Increase of 1/3 from T2, and T6 - Increase of 2/3 from T2. 1.080 animals were housed in 36 boxes with 30 birds each, on a litter of wood shavings. In the analysis of excretion, 144 animals was used for total collection of excrement in the periods from 19 to 22 and 33 A 36 days of age. The performance characteristics evaluated were body weight, weight gain, feed intake, feed conversion, productive efficiency index, and carcass characteristics and analysis of trace minerals in the manure and poultry litter. To evaluate the effect of season, environmental analysis (temperature and humidity) and physiological (rectal and surface temperatures - Thermographic image) were measured. In addition, in this study was conducted economic feasibility of the use of minerals. Data were analyzed by analysis of variance using PROC GLM of SAS. The comparison among treatments was performed by regression and between the sources of minerals (organic and inorganic) was used contrast. In winter and summer studies, there was no difference between the sources and performance for supplementation levels and carcass yield in the total period. In winter, however, the excretion results with organic source were higher. In addition, the organic minerals showed higher cost and lower profitability. When comparing the seasons, there is a negative effect on the performance of the summer on physiological parameters and economic analysis. Regarding the sources and levels of trace minerals employees, the results indicate that supplementation should be in accordance with the environmental conditions of creation, thus providing better productive, environmental and economic effect for the poultry activity.

Key-words: availability, birds, carcass yield, heat stress

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista interna do aviário experimental de desempenho.....	36
Figura 2 - Vista interna do aviário experimental de disponibilidade.....	37
Figura 3 - Colheita de excretas com marcador.....	62
Figura 4 - Características da carcaça: cortes comerciais	63
Figura 5 - Características da carcaça: peso dos órgãos	85
Figura 6 - Variáveis fisiológicas: medida da temperatura superficial com câmera termográfica	88
Figura 7 - Variáveis fisiológicas: imagem termográfica obtida.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte	30
Tabela 2 - Composição calculada das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte	31
Tabela 3 - Composição percentual das dietas experimentais iniciais para frangos de corte	32
Tabela 4 - Composição calculada das dietas experimentais iniciais para frangos de corte	32
Tabela 5 - Composição percentual das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte	33
Tabela 6 - Composição calculada das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte	34
Tabela 7 - Composição percentual das dietas experimentais finais para frangos de corte	34
Tabela 8 - Composição calculada das dietas experimentais finais para frangos de corte	35
Tabela 9 - Valores médios de temperatura e umidade relativa nos galpões....	39
Tabela 10 - Dados climatológicos registrados no período experimental pela estação meteorológica	40
Tabela 11 - Preço corrigido dos ingredientes da dieta e frango vivo aos 42 dias de idade (abril/2014)	41
Tabela 12 - Médias de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias de idade no inverno	42
Tabela 13 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno	43
Tabela 14 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no inverno	43
Tabela 15 - Médias de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias de idade no inverno.....	44

Tabela 16 - Médias de resultados de rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele aos 42 dias de idade no inverno ..	45
Tabela 17 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase Inicial (19 a 22 dias de idade) no inverno	46
Tabela 18 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno.....	46
Tabela 19 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no inverno.....	47
Tabela 20 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos de 19 a 22 dias de idade no inverno.....	47
Tabela 21 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase de Crescimento (33 a 36 dias de idade) no inverno	47
Tabela 22 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno.....	48
Tabela 23 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no inverno.....	48
Tabela 24 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos de 33 a 36 dias de idade no inverno.....	49
Tabela 25 - Composição (100% matéria seca) da cama de frango nos diferentes tratamentos no inverno	49
Tabela 26 - Custos médio das dietas (CMD) e margem bruta de comercialização (MB) do frango vivo em função dos tratamentos no inverno .	50
Tabela 27 - Características econômicas na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno	50
Tabela 28 - Equações de regressão para as características econômicas no inverno	51
Tabela 29 - Composição percentual das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte	54
Tabela 30 - Composição calculada das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte	55
Tabela 31 - Composição percentual das dietas experimentais iniciais para frangos de corte	56
Tabela 32 - Composição calculada das dietas experimentais iniciais para frangos de corte	57

Tabela 33 - Composição percentual das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte	57
Tabela 34 - Composição calculada das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte	58
Tabela 35 - Composição percentual das dietas experimentais finais para frangos de corte	59
Tabela 36 - Composição calculada das dietas experimentais finais para frangos de corte	59
Tabela 37 - Valores médios de temperatura e umidade relativa nos galpões ..	64
Tabela 38 - Dados climatológicos registrados no período experimental pela estação meteorológica	64
Tabela 39 - Preço corrigido dos ingredientes da dieta e frango vivo aos 42 dias de idade (abril/2014)	65
Tabela 40 - Média de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias de idade no verão	67
Tabela 41 - Médias de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias de idade no verão.....	68
Tabela 42 - Médias de resultados de rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele aos 42 dias de idade no verão	69
Tabela 43 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase Inicial (19 a 22 dias de idade) no verão	69
Tabela 44 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no verão.....	70
Tabela 45 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no verão	70
Tabela 46 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos 19 a 22 dias de idade no verão	71
Tabela 47 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase de Crescimento (33 a 36 dias de idade) no verão.....	71
Tabela 48 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no verão.....	71

Tabela 49 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no verão	72
Tabela 50 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos de 33 a 36 dias de idade no verão	72
Tabela 51 - Composição (100% matéria seca) da cama de frango nos diferentes tratamentos no verão	73
Tabela 52 - Custos médio das dietas (CMD) e margem bruta de comercialização (MB) do frango vivo em função dos tratamentos no verão	74
Tabela 53 - Características econômicas na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no verão	74
Tabela 54 - Composição percentual das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte	78
Tabela 55 - Composição calculada das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte	78
Tabela 56 - Composição percentual das dietas experimentais iniciais para frangos de corte	79
Tabela 57 - Composição calculada das dietas experimentais iniciais para frangos de corte	80
Tabela 58 - Composição percentual das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte	80
Tabela 59 - Composição calculada das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte	81
Tabela 60 - Composição percentual das dietas experimentais finais para frangos de corte	82
Tabela 61 - Composição calculada das dietas experimentais finais para frangos de corte	82
Tabela 62 - Valores médios de temperatura e umidade relativa nos galpões nas diferentes estações do ano	86
Tabela 63 - Dados climatológicos registrados nos diferentes períodos experimentais pela estação meteorológica	87
Tabela 64 - Preço corrigido dos ingredientes da dieta e frango vivo aos 42 dias de idade (abril/2014)	90

Tabela 65 - Resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias de idade	91
Tabela 66 - Desdobramento da interação entre tratamento e estação do ano para as características de desempenho de 1 a 21 dias de idade.....	92
Tabela 67 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)	92
Tabela 68 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)	93
Tabela 69 - Equações de regressão para desempenho de 1 a 21 dias de idade	93
Tabela 70 - Resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias de idade	93
Tabela 71 - Resultados de rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele aos 42 dias de idade.....	94
Tabela 72 - Resultados do rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele, em peso absoluto, nas diferentes estações do ano	95
Tabela 73 - Resultado do peso relativo dos órgãos aos 42 dias de idade	95
Tabela 74 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase Inicial (19 a 22 dias de idade).....	96
Tabela 75 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)	97
Tabela 76 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)	97
Tabela 77 - Equação de regressão para excreção de 19 a 22 dias de idade ..	97
Tabela 78 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase de Crescimento (33 a 36 dias de idade).....	97
Tabela 79 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)	98
Tabela 80 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)	98

Tabela 81 - Equações de regressão para excreção de 33 a 36 dias de idade.	98
Tabela 82 - Desdobramento da Interação entre tratamento e estação do ano para excreção de 33 a 36 dias de idade	99
Tabela 83 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)	99
Tabela 84 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)	100
Tabela 85 - Equações de regressão para excreção de 33 a 36 dias de idade	100
Tabela 86 - Concentração (mg/kg) de microminerais no fígado.....	100
Tabela 87 - Médias de temperatura superficial no período da manhã (TSMm), da tarde (TSMm) e temperatura retal no período da manhã (TRm) e tarde (TRm) em frangos com 40 dias de idade	101
Tabela 88 - Custos médio das dietas (CMD) e margem bruta de comercialização (MB) do frango vivo	102
Tabela 89 - Médias de comparação das características econômicas entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2).....	103
Tabela 90 - Médias de comparação das características econômicas entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)	103

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

°C	graus Celsius
Ca	cálcio
Cl	cloro
Cu	cobre
CV	coeficiente de variação
EE	extrato etéreo
EMA	energia metabolizável aparente
FB	fibra bruta
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
Fe	ferro
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
g	grama
I	iodo
K	potássio
kcal	quilocaloria
kg	quilograma
mg	miligrama
MM	matéria mineral
Mn	manganês
MS	matéria seca
N	nitrogênio
Na	sódio
NRC	<i>National Research Council</i>
P	fósforo
PB	proteína bruta
PROC GLM	<i>general linear models procedure</i>
PUSP- P	Prefeitura do Campus USP de Pirassununga

S	enxofre
SAS	<i>statistical analysis system</i>
Se	selênio
USP	Universidade de São Paulo
Zn	zinco

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVO GERAL	20
2.1 Objetivos específicos	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 Minerais na forma orgânica	21
3.1.1 Minerais na forma orgânica para frangos de corte	22
3.2 Temperatura Ambiental	23
3.2.1 Influência da temperatura ambiental na absorção de nutrientes	24
3.3 Cama de frango	25
3.3.1 Poder poluente da cama de frango	25
3.3.2 Poder poluente dos microminerais	26
4. INFLUÊNCIA DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E EXCREÇÃO EM FRANGOS DE CORTE NO INVERNO	28
4.1 Introdução	28
4.2 Material e Métodos	29
4.3 Resultados e Discussão	42
4.4 Conclusões	51
5. INFLUÊNCIA DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E EXCREÇÃO EM FRANGOS DE CORTE NO VERÃO	52
5.1 Introdução	52
5.2 Material e Métodos	53
5.3 Resultados e Discussão	66
5.4 Conclusões	75
6. DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E EXCREÇÃO EM FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A DIETAS COM MINERAIS ORGÂNICOS NO INVERNO E VERÃO	76

6.1 Introdução.....	76
6.2 Material e Métodos	77
6.3 Resultados e Discussão	91
6.4 Conclusões	103
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
8. ANEXO.....	115

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador de carne de aves do mundo, configurando uma das atividades mais desenvolvidas e tecnificadas da agropecuária nacional. Essa demanda tem exigido uma intensificação na produção de aves, que cresce em ritmo acelerado, superior ao crescimento da produção de outras espécies. Contudo, a superprodução tem ocasionado um aumento na produção de dejetos por unidade de área.

Em regiões de grande concentração de produtores, gera-se um excedente de material de cama, usados para disposição no meio ambiente, provocando excesso de nutrientes no solo. Práticas adequadas de manejo dos resíduos são essenciais para que a indústria avícola cresça e se desenvolva sob as condições de restrições legais atualmente existentes.

A preocupação atual em relação ao meio ambiente tem levado à busca de alternativas que possibilitem um menor impacto ambiental proveniente dos dejetos de animais. É de conhecimento geral que a nutrição pode diminuir o potencial poluidor da produção de aves, através da manipulação das dietas, de maneira a maximizar a utilização de nutrientes pelos animais, reduzindo sua excreção.

A suplementação mineral é indispensável na dieta de frangos de corte. Os minerais participam ativamente do metabolismo dos animais, estimulando o crescimento e regulando suas funções biológicas e hormonais.

O uso de minerais na forma orgânica os torna mais biodisponíveis, aumentando sensivelmente a sua utilização pelos monogástricos e podem garantir a suplementação de microelementos com dosagens inferiores às normalmente utilizadas com os ingredientes inorgânicos, reduzindo as exigências dos nutrientes para os animais e, conseqüentemente, sua excreção nos dejetos.

Além disso, o estresse pelo calor é um dos principais fatores que prejudicam as características zootécnicas dos frangos de corte. As principais alterações nos animais são fisiológicas, comportamentais e hormonais, afetando diretamente o metabolismo de nutrientes, como os minerais, que são desviados da produção para a manutenção do seu conforto, comprometendo a viabilidade econômica da criação de frangos.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização dos minerais na forma orgânica – Cu, Fe, Mn, Se e Zn – na dieta de frangos de corte, visando analisar o desempenho zootécnico dos animais e a redução do poder poluente dos dejetos dos frangos em duas estações distintas do ano: verão e inverno.

2.1 Objetivos específicos

Analisar se a redução dos níveis dos minerais estudados afetam o desempenho e rendimento de carcaça dos frangos de corte;

Avaliar a influência da temperatura ambiental nos períodos de inverno e verão sobre o desempenho e rendimento dos frangos de corte;

Verificar se a redução nos níveis de minerais empregados contribui para diminuição na excreção dos microminerais;

Quantificar a excreção dos principais minerais mediante a variação da temperatura ambiente;

Analisar economicamente a viabilidade da utilização da fonte orgânica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Minerais na forma orgânica

Microminerais, tais como Cu, Fe, Mn, Se e Zn são essenciais para o crescimento de frangos e estão envolvidos em muitos processos digestivos e fisiológicos. Os minerais funcionam, principalmente, como catalisadores em sistemas de enzimas no interior das células, ou como partes de enzimas. São constituintes de centenas de proteínas envolvidas no metabolismo intermediário, vias de secreção hormonal e sistemas de defesa imune (ABDALLAH et al., 2009).

Tradicionalmente, os animais têm sido alimentados com dietas altamente concentradas, formuladas visando proporcionar excesso de nutriente para maximizar o desempenho (GHEISARI et al., 2010). Na produção de aves comerciais, os minerais são comumente adicionados na forma de pré-mistura, fornecendo de 2 a 10 vezes mais minerais que a recomendação (SARIPINAR et al., 2010). As principais fontes de minerais traços são inorgânicas, principalmente nas formas de óxido e sulfato (SARIPINAR et al., 2010; RICHARDS et al., 2010; AKSU et al., 2011).

O interesse pelo uso de tecnologias nutricionais capazes de proporcionar maior eficiência produtiva aos animais e menor poluição ambiental tem impulsionado a realização de pesquisas focadas na utilização de minerais orgânicos como fonte de suplementação mineral em várias espécies (LEESON, 2014).

Os minerais orgânicos são assim intitulados pelo fato de o microelemento mineral em questão estar complexado ou associado com moléculas orgânicas (RUTZ & MURPHY, 2009). A *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO, 2000) definiu os elementos orgânicos em:

- Complexo entre aminoácido e metal: produto resultante da complexação entre um sal metálico solúvel com aminoácido(s);
- Quelato entre aminoácido e metal: produto resultante da reação entre um íon metálico oriundo de um sal metálico solúvel com aminoácidos dentro de uma relação molar de um mole de metal para um a três moles de aminoácidos (preferencialmente dois) para formar

ligações covalentes coordenadas. O peso médio de um hidrolisado de aminoácidos deve ser de aproximadamente 150 daltons e o peso molecular de um quelato não deve exceder a 800 daltons;

- Complexo entre polissacarídeos e metal: produto resultante de um complexo entre um sal solúvel com uma solução de polissacarídeos;
- Proteinatos: produto resultante da quelatação entre um sal solúvel com aminoácidos e/ou hidrolisado parcial de proteínas.

A demanda por minerais orgânicos tem aumentado em função da melhor absorção e distribuição no organismo das aves, melhorando o desempenho zootécnico, a qualidade da carcaça, a imunidade, bem como o potencial redutor de minerais através das excretas (BORGES, 2010). O principal objetivo desses minerais é fornecer ao animal nutrientes mais biodisponíveis e reduzir a quantidade suplementada, quando comparadas com dietas com minerais inorgânicos, sem afetar o desempenho (NOLLET et al., 2007; GHEISARI et al., 2010; BRITANICO et al., 2012).

Os minerais na forma orgânica são mais disponíveis para a absorção, provavelmente, em função da redução antagônica com outros componentes alimentares no trato gastrointestinal (ZHAO et al., 2010; RICHARDS et al., 2010).

O principal entrave na utilização de microminerais orgânicos é seu alto custo em comparação com os minerais inorgânicos (BRITANICO et al., 2012).

3.1.1 Minerais na forma orgânica para frangos de corte

Boiago et al. (2013) verificaram melhora no ganho de peso e viabilidade em aves que receberam ração suplementadas com minerais orgânicos. Saripinar et al. (2010) verificaram que o Zn, Cu e Mn na forma orgânica (Bioplex[®], Alltech) podem ser adicionados nas dietas de frangos de corte em níveis mais baixos que os recomendados pelo NRC (1994). Aksu et al. (2011) observaram que o uso de minerais orgânicos em níveis inferiores aos inorgânicos não afeta negativamente o desempenho de frangos de corte. Resultado semelhante foi verificado por Nollet et al. (2007) e Tavares et al. (2014).

Pierce et al. (2005) verificaram que ao utilizar minerais orgânicos (Bioplex[®], Alltech) é possível reduzir a excreção de Cu em 75%, em 50% de Zn e Fe em 14%. Wang et al. (2007) observaram que o Cu orgânico apresenta de 10 a 11% maior atividade biológica quando comparado com o sulfato de cobre. Além disso, contribui com a redução fecal deste micromineral em frangos de corte. Situação similar foi verificada por Nollet et al. (2007) em que a excreção de todos os minerais sob exame foram menores (46, 63, 73 e 55%, respectivamente, para Mn, Zn, Fe e Cu) em comparação com amostras de excretas de frangos de corte alimentados com dietas controle (sem minerais orgânicos).

3.2 Temperatura Ambiental

O Brasil é um país de dimensões continentais e apresenta grande diversidade climática. Entretanto, predominam os dias quentes, em que a temperatura ambiente pode ultrapassar, em determinados períodos, os limites de conforto animal (PERDOMO, 1994). O problema se agrava quando associado à alta umidade relativa do ar.

Os fatores climáticos têm grande influência no bem-estar dos frangos em relação direta com o desempenho dos animais. As variáveis ambientais tanto podem ter efeitos positivos como negativos sobre a produção dos frangos de corte. Assim, altas temperaturas reduzem o consumo de alimento, afetando diretamente o ganho de peso e conversão alimentar. Já baixas temperaturas, podem melhorar o ganho de peso, mas à custa de elevada conversão alimentar (FURLAN, 2006).

As recomendações sobre a nutrição e alimentação de frangos de corte são realizadas para uma temperatura ambiente de 21 a 22°C, temperatura considerada ideal para o crescimento das aves. Entretanto, durante o inverno é possível atingir temperaturas médias de 10 a 15°C dentro do galpão e no verão temperaturas médias de 26 a 32°C (FURLAN & MACARI, 2002).

As aves são animais homeotérmicos capazes de regular a temperatura corporal. Contudo, possuem reduzida capacidade de troca térmica com o ambiente, na forma latente (CAIRES et al., 2008). Cerca de 80% da energia

ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção (ABREU & ABREU, 2011).

A temperatura corporal de uma ave oscila em torno de 41°C, o que pode variar um pouco com o horário do dia e de acordo com sua atividade metabólica. O controle desta temperatura se faz por meio das trocas de calor com o ambiente (SANTOS et al., 2012).

A condição ambiental deve ser manejada, na medida do possível, para evitar um efeito negativo sobre o desempenho produtivo dos frangos, uma vez que podem afetar o metabolismo (produção de calor corporal em temperaturas baixas e dissipação de calor corporal em temperaturas altas), com consequente efeito sobre a produção animal e a incidência de doenças metabólicas, como a síndrome da hipertensão pulmonar (ascite) (FURLAN, 2006).

Além do desempenho, a temperatura ambiente modifica a retenção de energia, proteína e gordura no corpo animal e provoca diversas mudanças adaptativas fisiológicas, entre elas, a modificação no tamanho dos órgãos, o que também contribui para alterar a exigência nutricional das aves, visto que o gasto de energia pelos tecidos metabolicamente ativos são maiores (SANTOS et al., 2012).

Assim, para obtermos melhor desempenho produtivo na criação de frangos de corte, devemos estar atentos à interação entre o animal e o ambiente, a fim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos seja o menor possível (FURLAN, 2006).

3.2.1 Influência da temperatura ambiental na absorção de nutrientes

Pesquisas têm comprovado que aves mantidas sob estresse térmico necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais (FERNANDES et al., 2014). O balanço de minerais é afetado pela temperatura ambiental. O calor pode ocasionar alterações eletrolíticas nos animais, o que pode produzir um balanço negativo de minerais. El Husseiny & Creger (1981) relataram que temperaturas elevadas diminuíram as taxas de retenção de Ca, Fe, K, Na e Zn em frangos de corte. O mesmo foi verificado por Belay & Teeter (1996), no qual aves expostas a alta temperatura ambiente reduziram a retenção e

aumentaram a excreção de P, K, Na, Mg, S, Cu, Mn e Zn em comparação com aves alojadas em 24°C. Situação similar foi verificada também por Belay et al. (1990) e Belay et al. (1992) no qual houve maior excreção de K, P, S, Mg, Cu, Mo e Zn em frangos de corte em estresse calórico (24-35°C) em comparação ao ambiente termoneutro. Para suínos em crescimento, o estresse térmico aumentou a excreção de Cu em 15% (CANIATTO, 2011).

3.3 Cama de frango

O uso de cama nos aviários de frangos de corte tem por objetivos evitar o contato direto das aves com o piso e servir de substrato para a absorção da umidade do ambiente. Sobre a cama, a ave permanece praticamente 100% de sua vida. Neste contexto, a cama deve proporcionar o máximo de condições de conforto e bem estar às aves para garantir toda a expressão do seu potencial genético (DAI PRÁ & ROLL, 2011; GARCIA et al., 2011).

A sustentabilidade da produção de frangos de corte exige, dentre vários fatores, que o material de cama escolhido seja eficiente, com baixo impacto ambiental e de baixo custo (GARCIA et al., 2011). Entre os materiais mais comuns temos maravalha, pó de serra, casca de arroz, sabugo de milho triturado, palhadas de culturas em geral e fenos de gramíneas.

3.3.1 Poder poluente da cama de frango

A cama de frango foi por muito tempo fornecida para ruminantes, como fonte de nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S) e fibra. Todavia, devido aos problemas sanitários ocorridos na Europa, como o “mal da vaca louca” (Encefalopatia Espongiforme Bovina), ficou proibido o uso deste material na composição de rações (PEREIRA, 2009).

A cama de frango é um composto orgânico, rico em nutrientes. Atualmente, o principal destino dos dejetos avícolas é sua utilização na agricultura como fertilizante. Os fertilizantes químicos são insumos caros, ao passo que a cama de aves é abundante e barata nas regiões produtoras de frangos. Todavia, esses resíduos muitas vezes apresentam desequilíbrio de

nutrientes e elementos tóxicos, devendo ser considerado o seu caráter poluente ao meio ambiente (DAI PRÁ & ROLL, 2011).

Normalmente, aplica-se no solo quantidade muito elevada de cama de frango, incompatível com a capacidade de mineralização e extração pelas plantas. Quando essa capacidade é ultrapassada, os nutrientes podem atingir tanto as águas subterrâneas, como serem escoados, atingindo os cursos de água.

3.3.2 Poder poluente dos microminerais

A cama de frango contém altas concentrações de alguns elementos traço. Cu e Zn aparecem como resultado de seu uso como promotores de crescimento, sendo incluídos nas dietas em níveis acima das exigências (PENZ JR & BRUNO, 2010). Estes microminerais são adicionados nas rações na forma de sulfato ou óxido e, presumivelmente, nos resíduos animais estão na forma iônica.

O acúmulo de elementos traços, especialmente metais pesados, tem potencial de causar restrição no solo, toxicidade nas plantas e contaminação da cadeia alimentar (HE et al., 2005; PIERCE et al. 2005).

Nos últimos anos, descobriu-se que os metais pesados também prejudicam sistemas de água, ocasionando lesões e deformações de peixes (GUPTA & CHARLES, 1999).

Solos que receberam aplicações repetidas de dejetos podem acumular níveis excessivos de Cu e Zn. Estes minerais em excesso podem ser tóxicos às plantas e à produção, além de afetar negativamente os microrganismos do solo e outros animais como as ovelhas (GUPTA & CHARLES, 1999; FERKET et al., 2002).

O Zn e Cu podem formar complexos orgânicos solúveis estáveis que afetam sua mobilidade (JACKSON et al., 2003). A menos que esses minerais sejam removidos por meio de produtos vegetais, irá ocorrer acúmulo no solo e, eventualmente, resultar numa situação insustentável para algumas culturas (FERKET et al., 2002). Além disso, as elevadas concentrações de minerais acumuladas no solo, a longo prazo (cerca de 50 anos), podem degradar o solo severamente (UNTEA et al., 2011).

O Fe também é observado em níveis elevados nas camas de frangos. O excesso deste mineral no solo afeta, negativamente, o crescimento radicular das plantas (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

A utilização de microminerais com maior biodisponibilidade, além da suplementação atendendo as exigências dos animais, pode reduzir, substancialmente, a quantidade de mineral excretada e assim o risco ambiental (PIERCE et al., 2005).

4. INFLUÊNCIA DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E EXCREÇÃO EM FRANGOS DE CORTE NO INVERNO

4.1 Introdução

O Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo e um dos maiores produtores de aves. No entanto, uma desvantagem para este excelente desempenho é o problema ambiental ocasionado pelos resíduos das aves em regiões onde há grande concentração de granjas avícolas (GRAÑA et al., 2013).

Hoje, os sistemas de produção comerciais deram origem a muitas das preocupações ambientais, uma vez que as concentrações de minerais em excesso nos dejetos podem levar à deposição de minerais que excedem exigências nutricionais das culturas (GHEISARI et al., 2010).

No cenário ambiental, será necessário aumentar a produtividade das aves, com menor uso de recursos naturais. A redução do consumo de macro e micro minerais apresenta duas finalidades: preservar as reservas naturais desse elemento para que no futuro não ocorra escassez e diminuir o impacto ambiental da excreção desses elementos no ambiente. Atualmente isso já vem sendo feito, principalmente com nitrogênio e fósforo, pelo uso do conceito de proteína ideal, uso de aminoácidos sintéticos e enzimas como a fitase (SECHINATO, 2012).

Os requisitos para microminerais são mal definidos na maioria das espécies, e a compreensão da relação entre uma fonte mineral e sua capacidade de atender às necessidades específicas carece de precisão. Como consequência, minerais inorgânicos são incluídos em dietas de frangos de corte em níveis várias vezes superiores às recomendações. A baixa absorção aliada a alta inclusão, resulta em grande concentração de minerais nos dejetos (MANANGI et al., 2012)

Em virtude do baixo custo dos microminerais inorgânicos, é comum na indústria de alimentos a utilização de níveis elevados de minerais na dieta como margem de segurança. No entanto, esta prática aumenta o antagonismo entre os minerais e traz grandes desafios ambientais (ZHAO et al., 2010).

Os nutricionistas têm buscado alternativas para formular rações mais eficientes, reduzindo os custos de produção e a poluição ambiental. A utilização de estratégias nutricionais tem ajudado a reduzir o impacto da excreção de elementos potencialmente poluentes no ambiente.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de níveis de minerais orgânicos – Cu, Fe, Mn, Se e Zn – na dieta de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça, excreção de minerais e análise econômica, na estação de inverno.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local e período

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, a 21°57'35,58" Sul e 47°27'13,80" Oeste e a 619 metros de altitude, localizado no *Campus* Administrativo de Pirassununga, no período de 21 de junho a 02 de agosto de 2012.

O estudo respeita as normas do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (anexo 1).

4.2.2 Animais e delineamento experimental

Para o experimento de desempenho foram utilizados 1080 pintinhos machos de 1 dia de idade, com peso de $45,81 \pm 1,33$ g da linhagem Cobb-500™. Além disso, desenvolveu-se também análise de excreção, utilizando 144 pintinhos machos de 1 dia.

O delineamento experimental adotado para os experimentos foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e seis repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. No experimento de desempenho cada parcela experimental era composta por 30 aves, enquanto o de excreção (gaiolas de metabolismo), por quatro aves.

4.2.3 Tratamentos

Os tratamentos consistiram na variação da quantidade e fonte de micromineral utilizada e foram baseados nas recomendações de Cu, Mn, Fe, Zn e Se orgânicos de acordo com Rostagno et al. (2011) conforme demonstrado a seguir:

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos;

T2 – Suplementação de minerais orgânicos;

T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2;

T4 – Redução 2/3 em relação ao T2;

T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2;

T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Os microminerais orgânicos Cu, Fe, Mn e Zn são minerais quelatados, enquanto o Se é proteinato.

O iodo (I) foi fornecido na forma inorgânica para todos os tratamentos.

Os minerais inorgânicos e suas formas encontram-se nas Tabelas 1, 3, 5 e 7.

4.2.4 Dietas

O programa nutricional estabelecido foi: Pré-Inicial: 1 a 7 dias; Inicial: 8 a 21 dias; Crescimento: 22 a 35 dias e Final: 36 a 42 dias. As dietas foram formuladas de acordo com a recomendação de Rostagno et al. (2011). Não foram utilizados antibiótico promotor de crescimento e anticoccidianos em nenhuma das dietas. A composição percentual e calculada das dietas encontra-se nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Pré-Inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	55,159	54,892	55,024	55,157	54,759	54,626
Farelo de soja (45%)	38,857	38,905	38,881	38,857	38,929	38,953
Óleo de soja	1,986	2,078	2,033	1,987	2,124	2,169
Fosfato bicálcico	1,903	1,904	1,903	1,903	1,904	1,904
Calcário	0,799	0,799	0,799	0,799	0,799	0,798
Sal comum	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384
L-Lisina HCL	0,296	0,295	0,295	0,295	0,294	0,294
DL-Metionina	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202

L-Treonina	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0232	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0208	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0147	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0036	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0501	0,0339	0,0169	0,0678	0,0847
Fe orgânico (16%)	-	0,0391	0,0260	0,0130	0,0521	0,0651
Mn orgânico (16%)	-	0,0550	0,0367	0,0183	0,0733	0,0917
Cu orgânico (16%)	-	0,0078	0,0052	0,0026	0,0104	0,0130
Se orgânico (0,1%)	-	0,0375	0,0250	0,0125	0,0500	0,0625
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 2 - Composição calculada das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Pré-Inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960	2960
Proteína bruta	22,400	22,400	22,400	22,400	22,400	22,400
Lisina digestível	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324
Metionina digestível	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516
Treonina digestível	0,860	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano digestível	0,256	0,258	0,258	0,257	0,258	0,258
Ca	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
P disponível	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Cl	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
Na	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
K	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876
N. Mogin (mEq/kg)	246,41	246,45	246,43	246,41	246,47	246,49
Microminerais (mg/kg)						
Zn	81,300	81,300	54,200	27,100	108,400	135,500
Fe	62,500	62,500	41,660	20,830	83,329	104,166
Mn	88,000	88,000	58,670	29,330	117,329	146,670
Cu	12,500	12,500	8,330	4,169	16,670	20,830
Se	0,375	0,375	0,250	0,125	0,500	0,625
I	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 3 - Composição percentual das dietas experimentais iniciais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	57,652	57,417	57,652	57,652	57,652	57,652
Farelo de soja (45%)	35,968	36,011	38,881	38,857	38,929	38,953
Óleo de soja	2,834	2,915	2,033	1,987	2,124	2,169
Fosfato bicálcico	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549
Calcário	0,845	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
Sal comum	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
L-Lisina HCL	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245
DL-Metionina	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174
L-Treonina	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0204	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0183	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0128	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0031	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0447	0,0339	0,0169	0,0678	0,0847
Fe orgânico (16%)	-	0,0344	0,0260	0,0130	0,0521	0,0651
Mn orgânico (16%)	-	0,0481	0,0367	0,0183	0,0733	0,0917
Cu orgânico (16%)	-	0,0069	0,0052	0,0026	0,0104	0,0130
Se orgânico (0,1%)	-	0,033	0,0250	0,0125	0,0500	0,0625
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 4 - Composição calculada das dietas experimentais iniciais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta	21,200	21,200	21,200	21,200	21,200	21,200
Lisina digestível	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217
Metionina digestível	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475

Treonina digestível	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Triptofano digestível	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
Ca	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
P disponível	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
Cl	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
Na	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
K	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
N. Mogin (mEq/kg)	233,87	233,91	233,89	233,97	233,92	233,94
Microminerais (mg/kg)						
Zn	71,501	71,501	47,670	23,830	95,330	119,160
Fe	55,000	55,000	36,670	18,330	73,330	91,677
Mn	77,000	77,000	51,330	26,670	102,670	128,330
Cu	11,000	11,000	7,330	3,677	14,670	18,340
Se	0,330	0,330	0,220	0,110	0,440	0,550
I	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 5 - Composição percentual das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Crescimento (22 a 35 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	60,662	60,448	60,555	60,661	60,343	60,237
Farelo de soja (45%)	32,373	32,412	32,392	32,373	32,431	32,450
Óleo de soja	3,731	3,805	3,768	3,731	3,841	3,877
Fosfato bicálcico	1,318	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319
Calcário	0,805	0,805	0,805	0,805	0,804	0,804
Sal comum	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
L-Lisina HCL	0,244	0,243	0,244	0,244	0,244	0,244
DL-Metionina	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168
L-Treonina	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0186	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0167	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0117	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0029	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0406	0,0271	0,0135	0,0542	0,0677
Fe orgânico (16%)	-	0,0313	0,0208	0,0104	0,0417	0,0521
Mn orgânico (16%)	-	0,0437	0,0292	0,0146	0,0583	0,0729
Cu orgânico (16%)	-	0,0063	0,0042	0,0021	0,0830	0,0104
Se orgânico (0,1%)	-	0,0300	0,0200	0,0100	0,0400	0,0500

TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 6 - Composição calculada das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Crescimento (22 a 35 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800
Lisina digestível	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130
Metionina digestível	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452
Treonina digestível	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Triptofano digestível	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
Ca	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
P disponível	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Cl	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Na	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
K	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
N. Mogin (mEq/kg)	218,22	218,25	218,24	218,22	218,27	218,28
Microminerais (mg/kg)						
Zn	65,000	65,000	43,330	21,667	86,667	108,333
Fe	50,000	50,000	33,330	16,667	66,667	83,333
Mn	70,000	70,000	46,667	23,333	93,333	116,667
Cu	10,000	10,000	6,667	3,333	13,333	16,667
Se	0,300	0,300	0,200	0,100	0,400	0,500
I	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 7 - Composição percentual das dietas experimentais finais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Final (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	64,963	64,802	64,882	64,978	64,723	64,643
Farelo de soja (45%)	28,486	28,515	28,500	28,483	28,529	28,544
Óleo de soja	3,619	3,675	3,648	3,615	3,702	3,729
Fosfato bicálcico	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097
Calcário	0,730	0,730	0,730	0,730	0,729	0,729
Sal comum	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332

L-Lisina HCL	0,268	0,267	0,268	0,268	0,267	0,267
DL-Metionina	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156
L-Treonina	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0139	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0125	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0088	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0021	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Zn orgânico (16%)	-	0,0305	0,0203	0,0102	0,0407	0,0508
Fe orgânico (16%)	-	0,0234	0,0156	0,0078	0,0313	0,0391
Mn orgânico (16%)	-	0,0331	0,0221	0,1100	0,0442	0,0552
Cu orgânico (16%)	-	0,0047	0,0031	0,0016	0,0630	0,0078
Se orgânico (0,1%)	-	0,0225	0,0150	0,0075	0,0300	0,0375
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 8 - Composição calculada das dietas experimentais finais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Final (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400
Lisina digestível	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Metionina digestível	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424
Treonina digestível	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Triptofano digestível	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
Ca	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
P disponível	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Cl	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Na	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
K	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716
N. Mogin (mEq/kg)	202,15	202,17	202,16	202,15	202,18	202,20
Microminerais (mg/kg)						
Zn	48,800	48,800	32,533	16,267	65,067	81,333
Fe	37,500	37,500	25,000	12,499	50,000	62,499
Mn	53,000	53,000	35,333	17,667	70,667	88,333
Cu	7,500	7,500	5,000	2,499	10,000	12,499

Se	0,225	0,225	0,150	0,075	0,300	0,375
I	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

4.2.5 Instalações, manejo e equipamentos

Nos experimentos de desempenho, as aves foram alojadas com 1 dia de idade no aviário experimental de 5m x 32m, com pé direito de 2,5m. O alojamento foi realizado sobre cama de maravalha (Figura 1), em 36 boxes, com 30 aves cada, medindo 2,47m² (12,15 aves/m²) com bebedouro e comedouro pendular. Para análise de excreta, as aves também foram alojadas com 1 dia de idade, em 36 gaiolas de estudo metabólico. Estas eram confeccionadas em arame galvanizado (0,9m x 0,7m x 0,5m), com bebedouro automático tipo *nipple*, comedouro tipo calha e bandeja para colheita de excretas (Figura 2).

Para o aquecimento das aves, em todos os estudos foram instaladas lâmpadas infravermelha de 250w e campânulas a gás nos corredores, na fase inicial de desenvolvimento. O programa de luz adotado foi contínuo.

Aos 7 dias de idade, as aves foram vacinadas contra as doenças de Gumboro e Newcastle, por via ocular. Cabe ressaltar que as aves foram previamente vacinadas contra a doença de Marek no incubatório.

Figura 1 - Vista interna do aviário experimental de desempenho

Figura 2 - Vista interna do aviário experimental de disponibilidade

4.2.6 Procedimento experimental e características avaliadas

Desempenho

a) Peso Corporal

O peso corporal é o peso total da parcela dividido pelo número de aves.

b) Ganho de Peso

O ganho de peso foi calculado subtraindo-se do peso médio das aves, o peso inicial para cada fase avaliada.

c) Consumo de ração

O consumo de ração foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecida e as sobras de cada parcela (unidade experimental), dividida pelo número de aves corrigido (considera a mortalidade), de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

d) Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada pelo quociente entre o total de ração consumida e o ganho de peso da parcela corrigido pelo peso das aves mortas, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

e) Viabilidade criatória (VC)

A VC é expressa em porcentagem e foi calculada pela fórmula abaixo:

$$VC = 100\% - \% \text{ mortalidade} \quad (1)$$

f) Índice europeu de eficiência produtiva (IEP)

O IEP foi calculado aos 42 dias de idade através da fórmula abaixo:

$$\text{IEP} = [(\text{GPD} \times \text{VC}) / (\text{CA} \times 10)] \quad (2)$$

Onde:

GPD: ganho médio de peso diário (g)

Análise de excretas

A colheita total de excretas foi realizada em dois períodos: do 19º ao 22º e (fase inicial) do 33º ao 36º dia de idade (crescimento). Foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), tomando-se cuidado para eliminar penas, resíduos de ração e outras possíveis fontes de contaminação das bandejas.

Para identificação das excretas provenientes das dietas em avaliação foi adicionado marcador de digestibilidade - óxido crômico (0,5%) - no primeiro e no último dia. Dessa forma, na primeira coleta descartaram-se as excretas não marcadas e, na última, as excretas marcadas. As dietas experimentais foram pesadas no início e no final do período da coleta para quantificar o consumo por unidade experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a - 18°C.

As amostras foram analisadas quanto a: MS, Cu, Zn, Mn, Fe e Se. A determinação dos minerais Cu, Fe, Mn, Zn foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica e o Se por fluorimetria (AOAC, 1996).

Características da carcaça

Nos estudos de desempenho, aos 42 dias de idade, foram selecionadas, ao acaso, 6 aves por unidade experimental (216 animais) para avaliação do rendimento de carcaça e cortes comerciais.

Após jejum de alimento por oito horas, os frangos foram insensibilizados por eletronarcose, abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, escaldados, depenados e eviscerados no Matadouro - Escola da PUSP-P.

A carcaça eviscerada (com cabeça, pés e pescoço) foi resfriada por 5 horas. Após este período foram obtidos os cortes de asa, coxa, sobrecoxa e peito sem pele. O rendimento de carcaça foi expresso em relação ao peso corporal da ave no momento do abate (peso carcaça *100/peso vivo) e o rendimento das partes, em função do peso da carcaça eviscerada, sem penas,

mas com pés, cabeça e pescoço (peso da parte *100/peso carcaça) (MENDES et al., 2004).

Cama de aviário

A cama de maravalha foi colhida antes e após o período de estudo, para análise e caracterização. Este resíduo foi colhido de cada parcela experimental, em 5 pontos distintos e, posteriormente, homogeneizados por tratamento.

As amostras foram analisadas quanto a: MS, MM, FB, FDN e FDA, EE, PB, P, Ca, Cu, Fe, Mn, Se e Zn. A determinação da FDN e FDA foi realizada pelo método de Van Soest, FB, pelo método de Weende, EE pelo método de Soxhlet, a PB pelo método Kjeldahl, o P pelo método colorimétrico, o Cu, Fe, Mn, Zn e Ca por espectrofotometria de absorção atômica e o Se por fluorimetria (AOAC, 1996).

Variáveis ambientais e meteorológicas

A temperatura do ar e a umidade relativa dentro dos galpões experimentais foram registradas a cada hora, utilizando *data logger* Hobo® (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores médios de temperatura e umidade relativa nos galpões

Semanas	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)
1ª semana	21,79 ± 1,64	68,64 ± 7,87
2ª semana	23,33 ± 2,27	58,23 ± 5,80
3ª semana	21,80 ± 2,49	63,42 ± 6,36
4ª semana	19,13 ± 2,34	70,73 ± 10,04
5ª semana	21,38 ± 4,01	65,42 ± 10,80
6ª semana	22,25 ± 3,22	60,63 ± 11,54
Média total	21,64 ± 3,09	64,07 ± 9,99

As variáveis meteorológicas foram registradas pela estação eletrônica da FZEA, localizada a 300m do Setor de Avicultura. Dados de temperatura do ar, umidade relativa e pluviosidade durante o período experimental estão indicados na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados climatológicos registrados no período experimental pela estação meteorológica

	Inverno			
	Junho	Julho	Agosto	Período total
Pluviosidade (mm)	40,60	55,60	0,00	96,20
Temperatura do ar média (°C)	17,58	17,14	17,61	17,26
Temperatura do ar variação (°C)	9,50-28,20	3,60-31,00	9,60-27,10	3,60-31,00
Umidade relativa média (%)	83,25	76,91	75,57	78,32
Umidade relativa variação (%)	41-95	32-95	45-93	32-95

4.2.7 Análise econômica

Para analisar a eficiência econômica foram considerados os preços dos fatores (custo da dieta) e do produto (frango vivo).

A margem bruta de comercialização (MB) foi obtida através do seguinte cálculo:

$$MB_i = \frac{GPT_i}{CRT_i} \times \frac{PC_i}{CD_i} \quad (3)$$

Onde PC_i representa o preço do quilo (em R\$/kg) do produto i e CD_i o custo da dieta (em R\$/kg) consumida pelo frango i no período total do experimento, obtido em função da sua composição e dos preços dos ingredientes.

As variáveis ganho de peso total (GPT_i) e consumo total (CRT_i) foram obtidas pelos resultados do experimento no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte. O preço do produto PC_i e dos ingredientes da ração foram levantados junto ao mercado, tendo-se como referência o Instituto de Economia Agrícola. Os cálculos de MB foram realizados considerando os preços médios.

O custo da dieta (CD) é composto pelo somatório do produto entre as quantidades de todos os seus ingredientes (QG) e seus respectivos preços (PG):

$$CD = \sum(PG \times QG) \quad (4)$$

As quantidades dos ingredientes (QG) foram previamente definidas por ocasião da formulação das dietas.

Foi calculado também o custo médio da dieta (CMD), através do CD e do consumo de ração de cada fase alimentar conforme a recomendação nutricional para o período de 1 a 42 dias de idade do frango de corte.

De forma a se obter preços históricos representativos, utilizou-se o preço mensal desses produtos no período de 5 anos. Os preços nominais foram corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o mês de abril de 2014, de acordo com a fórmula:

$$PQ_{corrigido,t} = PQ_{nominal,t} \times (INPC_{abr2014} / INPC_t) \quad (5)$$

Sendo $PQ_{corrigido,t}$ o preço real do ingrediente no mês t , corrigido para o mês de abril de 2014; $PQ_{nominal,t}$ o preço do ingrediente no mês t ; $INPC_{abr2014}$ índice para o mês de abril de 2014; e o $INPC_t$ o índice para o mês t . Os preços corrigidos encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 - Preço corrigido dos ingredientes da dieta e frango vivo aos 42 dias de idade (abril/2014)

Ingredientes	Preço médio (R\$/kg ⁻¹)
Milho ¹	0,44
Farelo de soja (45%) ¹	1,11
Óleo de soja ¹	3,72
Sal comum ¹	0,62
Frango vivo ¹	2,31
Fosfato bicálcico ²	1,47
Calcário ²	0,13
L-Lisina HCL ²	3,57
DL-Metionina ²	9,15
Suplemento vitamínico ²	13,00
L-Treonina ²	5,32
Bicarbonato de Na ²	1,21
Antioxidante ²	3,58
Sulfato de Zn ²	3,04
Sulfato de Fe ²	0,84
Sulafato de Cu ²	5,63
Selenito de Na ²	91,10
Iodato de Ca ²	92,00
Óxido de Mn ²	2,29
Zn orgânico (16%) ²	7,32
Fe orgânico (16%) ²	6,74

Cu orgânico (16%) ²	11,55
Se orgânico (0,1%) ²	6,09
Mn orgânico (16%) ²	8,26

¹ Fonte: IEA – APTA

² Fonte: Levantamento de dados junto aos fornecedores no mês de abril/2014

A escolha da MB para análise econômica do estudo foi decorrente de não se considerar nos cálculos os custos de processamento (fabricação da ração, mistura, transporte, entre outros). Entretanto, estes não interferem nos resultados, visto que são iguais em todos os tratamentos.

O embasamento para a utilização da MB como característica para a avaliação da eficiência econômica foi realizado de acordo com Gameiro (2009), Vidal (2011) e Caniatto et al. (2012).

4.2.8 Análise estatística

A comparação entre tratamentos orgânicos foi realizada por regressão e entre as fontes de minerais (orgânico x inorgânico e orgânicos x inorgânico) foi feita por contraste.

Os dados foram apurados por meio da análise de variância, utilizando o PROC GLM, através do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2).

4.3 Resultados e Discussão

Desempenho

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Médias de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias de idade no inverno

Tratamentos	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)
Inorgânico	1237,14	954,17	909,11	1,361	100,00
Orgânico	1257,55	913,29	868,31	1,448	99,44
Redução 1/3	1305,35	952,41	907,04	1,439	98,33
Redução 2/3	1285,67	909,70	863,62	1,489	98,89
Aumento 1/3	1297,64	951,45	906,31	1,432	98,89

Aumento 2/3	1286,02	949,17	903,65	1,423	97,78
CV (%)	3,63	1,88	1,98	4,48	2,16
Contraste					
Orgs x Inorg¹	0,0243	0,0229	0,0213	0,005	ns
Org x Inorg²	ns	0,0004	0,0004	0,014	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Neste período, pode-se observar que ao comparar os tratamentos *Orgânicos* x *Inorgânico*, há diferença ($P < 0,05$) para as características CR, PC, GP e CA. O tratamento *Inorgânico* apresenta para todas essas características os melhores resultados (Tabela 13). Estes dados divergem de Abdallah et al. (2009) que obtiveram melhor desempenho para as aves que receberam a fonte orgânica (Bioplex[®], Alltech)

Tabela 13 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno

Tratamento	PC (g)	GP (g)	CR (g)	CA (g/g)
Orgânicos	935,20 ^b	889,85 ^b	1286,45 ^a	1,448 ^a
Inorgânico	954,17 ^a	909,11 ^a	1237,14 ^b	1,361 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Na comparação entre os tratamentos *Orgânico* x *Inorgânico* (Tabela 14), também nota-se diferença significativa ($P < 0,05$) para as características de PC, GP e CA, em que o tratamento *Inorgânico* apresenta os melhores resultados.

Tabela 14 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no inverno

Tratamentos	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)
Orgânico	913,29 ^b	868,31 ^b	1,451 ^a
Inorgânico	954,17 ^a	909,11 ^a	1,361 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

O desempenho superior na fase inicial de criação (1-21 dias) da fonte inorgânica pode estar relacionado à composição e a disponibilidade biológica das fontes dos microminerais.

Os minerais quelatados, entre os minerais orgânicos, são de fácil obtenção e seu custo é menor, mas seus resultados podem ser variáveis em razão de sua composição também variável. As principais características dos quelatos de boa qualidade são: ter um peso molecular inferior a 800 Daltons para poder ser absorvido intacto; ser eletricamente neutro para facilitar a

absorção; ter uma constante de estabilidade adequada para não sofrer alteração no trato digestório e possuir um ligante de fácil metabolização após a absorção. Atualmente, não há métodos de análise laboratorial simples, capaz de avaliar a qualidade do mineral orgânico (ZANETTI, 2014).

Outro fator que pode ser considerado é a biodisponibilidade das fontes inorgânicas, que pode variar de 5-20% (baixa) a 80-90% (alta) (ARAUJO et al., 2008; BRITANICO et al., 2012). Neste estudo foram empregados ingredientes (sulfato de Zn, Sulfato de Fe, Sulfato de Cu, óxido de Mn e selenito de Na) considerados de alta biodisponibilidade, o que pode ter dificultado a formação de complexos com outras substâncias no trato digestório, não afetando a solubilidade dos minerais inorgânicos, apresentando assim biodisponibilidade equivalente ou até superior à fonte orgânica.

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15 - Médias de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias de idade no inverno

Tratamentos	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)	IEP
Inorgânico	4799,34	2885,55	2840,50	1,690	96,67	384,87
Orgânico	4787,30	2852,13	2807,15	1,705	93,89	364,85
Redução 1/3	4847,63	2907,90	2862,53	1,693	92,29	366,60
Redução 2/3	4788,37	2852,81	2806,72	1,706	93,91	366,30
Aumento 1/3	4807,19	2856,39	2811,25	1,710	97,78	381,65
Aumento 2/3	4806,99	2875,23	2830,01	1,699	94,44	374,77
CV (%)	1,26	1,58	1,60	1,64	4,34	4,81
Contraste						
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Org x Inorg²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Pode-se observar que não houve diferença ($P>0,05$) para nenhuma característica estudada no período total de criação. Resultado similar foi descrito por Peric et al. (2007), Nollet et al. (2007) e Untea et al. (2011) em que compararam a suplementação inorgânica e orgânica em frangos de corte e

verificaram que não houveram diferenças de desempenho entre aves alimentadas com as diferentes fontes.

Em relação aos níveis de minerais orgânicos empregados nesta pesquisa, verificou-se que estes podem ser utilizados em níveis mais baixos que as recomendações atuais para minerais inorgânicos, sem afetar o desempenho. Este dado corrobora com Manangi et al. (2012), que obtiveram desempenho semelhante (CA, GP, CR e VC) em frangos de corte quando houve a redução da suplementação de microminerais (Cu, Zn e Mn) na forma orgânica (Cu, Zn e Mn-HMTBA).

Rendimento de carcaça e cortes comerciais

O rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16 - Médias de resultados de rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele aos 42 dias de idade no inverno

Tratamentos	Carcaça (%)	Cabeça e Pés (%)	Asa (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Dorso e Pele (%)
Inorgânico	81,11	13,24	9,80	26,49	12,81	16,38	21,26
Orgânico	80,49	13,05	9,95	26,20	12,87	16,74	21,14
Redução 1/3	80,54	13,22	9,84	26,29	12,81	16,56	20,96
Redução 2/3	80,13	13,07	9,85	26,28	12,97	16,78	21,25
Aumento 1/3	80,84	13,01	9,75	27,37	12,65	16,32	20,75
Aumento 2/3	80,72	13,17	9,71	26,51	12,91	16,56	21,01
CV (%)	0,96	2,09	1,49	2,36	1,93	2,12	1,85
Contraste							
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Org x Inorg²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Pode-se averiguar que não houve diferença ($P>0,05$) para nenhuma característica estudada. Estes dados corroboram com Mishra et al. (2013) que não encontraram diferenças na carcaça (coxa, peito e asa) quando compararam a fonte orgânica e inorgânica (Zn, Cu e Mn). Já Manangi et al. (2012) não verificaram efeito significativo da redução da suplementação de microminerais (Cu, Zn e Mn) na forma orgânica (Cu, Zn e Mn-HMTBA) nas características de carcaça.

Análise de excretas

As médias de excreção dos microminerais na fase inicial de criação encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase Inicial (19 a 22 dias de idade) no inverno

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	23,16	299,95	125,55	0,03	144,41
Orgânico	26,31	303,72	160,46	0,24	147,61
Redução 1/3	25,54	308,17	169,75	0,24	145,64
Redução 2/3	16,75	259,90	84,85	0,14	91,88
Aumento 1/3	31,96	317,26	190,38	0,32	188,00
Aumento 2/3	35,98	342,41	212,06	0,43	184,75
CV (%)	7,89	8,56	10,38	15,85	7,83
Contraste					
Orgs x Inorg¹	0,0088	ns	0,0032	<,0001	ns
Org x Inorg²	ns	ns	0,0224	<,0001	ns
Orgs - grau 1	<,0001	0,0016	ns	<,0001	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Neste período, nota-se diferença entre os tratamentos *Orgânicos* x *Inorgânicos* para o Cu, Mn e Se. Para todos estes minerais, a forma inorgânica apresentou os menores valores de excreção (Tabela 18). Este resultado diverge de Untea et al. (2011) e Manangi et al. (2012), que obtiveram menor excreção dos microminerais estudados na forma orgânica.

Tabela 18 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânicos	27,31 ^a	163,50 ^a	0,27 ^a
Inorgânico	23,16 ^b	125,55 ^b	0,03 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Ao comparar os tratamentos *Orgânico* x *Inorgânico* (Tabela 19) observou-se diferença significativa para o Mn e Se, em que o inorgânico apresentou os menores valores de excreção.

Tabela 19 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no inverno

Tratamentos	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânico	160,46 ^a	0,24 ^a
Inorgânico	125,55 ^b	0,03 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, houve diferença significativa para o Cu, Fe e Se, em que a excreção se apresenta de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 20).

Tabela 20 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos de 19 a 22 dias de idade no inverno

Microminerais	Equação	R ²
Cu	y = 13,448x + 13,86	0,950
Fe	y = 52,242x + 254,05	0,849
Se	y = 0,1978x + 0,0762	0,935

As médias de excreção dos microminerais na fase de Crescimento do estudo encontram-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase de Crescimento (33 a 36 dias de idade) no inverno

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	28,71	560,04	150,94	0,03	226,30
Orgânico	36,20	577,14	198,47	0,46	242,05
Redução 1/3	27,94	374,54	140,34	0,28	221,96
Redução 2/3	20,27	290,97	90,53	0,13	186,66
Aumento 1/3	38,92	535,52	220,14	0,54	291,76
Aumento 2/3	51,24	642,83	291,77	0,71	315,06
CV (%)	5,38	8,44	5,09	23,19	10,69
Contraste					
Orgs x Inorg¹	0,0002	0,019	<,0001	<,0001	ns
Org x Inorg²	0,0003	ns	<,0001	<,0001	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	<,0001	<.0001
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Neste período, nota-se diferença entre os tratamentos *Orgânicos* x *Inorgânico* para o Cu, Fe, Mn e Se. Todos os minerais, exceto o Fe, apresentaram na forma inorgânica os menores valores de excreção (Tabela 22). Abdallah et al. (2009) obtiveram redução na excreção dos microminerais, quando utilizaram a forma orgânica. Neste estudo a redução da excreção do Fe foi de 13,5%.

Tabela 22 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânicos	34,91 ^a	484,20 ^b	188,25 ^a	0,42 ^a
Inorgânico	28,71 ^b	560,04 ^a	150,94 ^b	0,03 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Ao comparar os tratamentos *Orgânico* x *Inorgânico* observou-se diferença significativa para o Cu, Mn e Se em que o inorgânico apresentou os menores valores de excreção para todos os minerais (Tabela 23).

De acordo com Richards et al. (2010), a discrepância obtida neste estudo com os diversos trabalhos de literatura pode estar relacionada com a estabilidade dos minerais na forma orgânica. Para que traga benefício, o mineral orgânico deve ser estável para chegar ao seu sítio de absorção (ZANETTI, 2014).

Os diferentes minerais encontrados comercialmente apresentam composição variável, podendo formar complexos insolúveis, dificultando, assim, sua absorção e, por conseguinte, afetando a biodisponibilidade. Outro aspecto a ser considerado são as interações, uma das principais causas de variação na disponibilidade mineral, influenciando o valor nutritivo da dieta (BAO et al., 2010).

Tabela 23 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no inverno

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânico	36,20 ^a	198,47 ^a	0,46 ^a
Inorgânico	28,71 ^b	150,94 ^b	0,03 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, houve diferença significativa para o Se e Zn, em que a excreção se apresenta de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 24). Resultado semelhante foi encontrado por Bao et al. (2007), em que a excreção de Cu, Mn e Zn aumentou linearmente com o aumento da ingestão destes minerais.

Tabela 24 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos de 33 a 36 dias de idade no inverno

Microminerais	Equação	R ²
Se	$y = 0,4252x - 0,0012$	0,990
Zn	$y = 97,761x + 153,74$	0,985

Cama de aviário

A composição da cama de frango nos diferentes tratamentos encontra-se na Tabela 25.

Tabela 25 - Composição (100% matéria seca) da cama de frango nos diferentes tratamentos no inverno

	Cama Nova	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Média	Palhares (2012)
MS (%)	86,88	76,76	75,06	75,97	75,83	77,71	76,57	76,31	78,10
MM (%)	0,52	10,43	9,81	9,03	9,48	8,78	9,84	9,56	-
PB (%)	2,11	25,45	24,80	24,12	22,70	22,31	26,70	24,35	27,90
FB (%)	68,38	20,81	23,47	28,00	22,49	24,98	19,88	23,27	23,60
EE (%)	1,33	1,34	1,12	0,42	0,81	0,48	0,73	0,82	-
FDA (%)	74,99	26,53	29,21	30,20	26,31	28,77	25,06	27,68	-
FDN (%)	92,15	48,13	52,92	52,07	47,78	50,16	46,31	49,56	-
N (%)	0,34	4,07	3,97	3,86	3,63	3,57	4,27	3,90	-
Ca (%)	0,08	1,80	1,68	1,38	1,73	1,66	1,79	1,67	3,00
P (%)	0,01	1,41	1,31	1,18	1,36	1,20	1,36	1,30	2,10
Zn (mg/kg)	10,93	349	316	234	219	363	488	328	484
Cu (mg/kg)	2,88	83,77	90,53	66,48	58,09	90,66	114	83,92	557
Fe (mg/kg)	57,21	1239	1119	739	729	1015	1246	1041	2377
Mn (mg/kg)	111	346	411	314	238	431	592	389	348
Se (mg/kg)	0,14	0,14	0,67	0,42	0,24	0,61	1,01	0,52	-

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

A análise dos microminerais está condizente com os tratamentos empregados, em que a redução dos níveis utilizados refletiu na composição da cama de aviário.

Os dados médios da composição da cama de frango deste estudo são inferiores aos dados apresentados por Palhares (2012). Este autor utilizou amostras provenientes dos EUA.

Níveis elevados de Cu, Zn e Fe são normalmente observados na cama de frango. Esta alta concentração é proveniente dos altos níveis empregados nas rações e podem refletir no solo onde este resíduo é aplicado constantemente (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

O uso da cama de frango como fertilizante é bastante difundido e

eficiente quando utilizados corretamente. Sua aplicação no solo deve respeitar condições básicas para que não ocorra poluição ambiental ou coloque em risco a saúde humana e animal. Isto envolve um balanço de nutrientes em que as características dos solos, considerando-se a quantidade de nutrientes no resíduo e a cultura sejam respeitadas (BRUMANO, 2008).

Análise econômica

Os custos médios das dietas (CMD) e os valores de margem bruta (MB) em função dos tratamentos estão na Tabela 26.

Tabela 26 - Custos médio das dietas (CMD) e margem bruta de comercialização (MB) do frango vivo em função dos tratamentos no inverno

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)	MB Frango
Inorgânico	0,822	1,664
Orgânico	0,832	1,628
Redução 1/3	0,828	1,646
Redução 2/3	0,825	1,639
Aumento 1/3	0,844	1,599
Aumento 2/3	0,843	1,612
CV (%)	0,14	1,60
Contraste		
Orgs x Inorg¹	<,0001	0,0027
Org x Inorg²	<,0001	0,0260
Orgs - grau 1	<,0001	0,0053
Orgs - grau 2	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Ao comparar os tratamentos *Inorgânico* x *Orgânicos*, fica evidente que a fonte inorgânica apresenta menor custo ($P < 0,05$) e o maior valor de MB (Tabela 27). O mesmo ocorre quando se compara o tratamento *Inorgânico* x *Orgânico*.

Tabela 27 - Características econômicas na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no inverno

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)	MB Frango
Orgânicos	0,83 ^a	1,62 ^b
Inorgânico	0,82 ^b	1,66 ^a

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

CMD: custo médio das dietas

MB: margem bruta de comercialização

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, o CMD apresenta-se de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos. O oposto ocorre com a MB, em que seu valor reduz à medida que se aumenta os níveis dos microminerais orgânicos (Tabela 28).

Na avicultura atual, a alimentação representa aproximadamente 70% do custo de produção, sendo, portanto, fator de grande importância e de preocupação para produtores e nutricionistas (NASCIMENTO et al., 2005). O controle no uso dos insumos da produção e de seus preços é importante para esta atividade agropecuária, visto que a eficiência implica a necessidade de se obter mais produtos com as mesmas quantidades de insumos e/ou utilizá-los nas quantidades ótimas com os menores preços possíveis (ZILI & BARROS, 2006). Dessa forma, a utilização dos minerais orgânicos ainda fica prejudicada em função de seu custo superior.

Tabela 28 - Equações de regressão para as características econômicas no inverno

Características	Equação	R²
CMD (R\$/Kg)	$y = 0,0155x + 0,8189$	0,895
MB Frango	$y = -0,0301x + 1,6549$	0,679

CMD: custo médio das dietas

MB: margem bruta de comercialização

4.4 Conclusões

As diferentes fontes (orgânica e inorgânica) e níveis de microminerais orgânicos proporcionaram, no período total de criação, desempenho e rendimento de carcaça semelhantes.

Os resultados de excreção com a fonte orgânica, entretanto, foram superiores quando comparada a fonte inorgânica. A forma orgânica apresentou também custo mais elevado que a forma tradicional de suplementação e margem bruta de comercialização inferior. Diante disso, para a indicação dos minerais na forma orgânica, independente do nível utilizado, sugere-se que se faça a devida análise econômica, no período de inverno.

5. INFLUÊNCIA DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E EXCREÇÃO EM FRANGOS DE CORTE NO VERÃO

5.1 Introdução

O Brasil é, atualmente, o terceiro maior produtor (atrás dos Estados Unidos e da China) e o maior exportador de frangos de corte do mundo. Essa consolidação é reflexo de um sistema de produção eficaz, responsável pela geração de proteína animal de qualidade e acessível à maioria dos consumidores (UBABEF, 2014).

Dentro desta grande evolução, alguns desafios ainda tem que ser superados, visto que há o surgimento contínuo de novas linhagens de aves cada vez mais produtivas, além de profundas modificações climáticas registradas nos últimos anos em diferentes partes do mundo (RABELLO, 2008).

A avicultura brasileira sempre foi diferenciada da avicultura de outros países produtores, justamente pelo seu fator climático. Entretanto, apesar de possuir grande diversidade climática, a temperatura e a intensidade da radiação são elevadas em quase todo o ano e têm sido associadas ao estresse calórico das aves (ABREU & ABREU, 2011).

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho do frango de corte, por exercer grande influência no consumo de ração, afetando diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar, já que durante o estresse por calor, há uma redução na eficiência de utilização de alimentos e nutrientes (CAIRES et al., 2008).

As necessidades de minerais traço em aves têm recebido pouca atenção ao longo dos últimos 40 anos em relação a outros aspectos da nutrição, tais como energia e aminoácidos. Os microminerais estão envolvidos em um grande número de processos digestivos, fisiológicos e biossintéticos dentro do organismo, além de desempenhar papel importante no crescimento corporal. Entretanto, as exigências desses minerais para frangos de corte não estão bem definidas (BAO & CHOCT, 2009).

A utilização de minerais organicamente complexados ou quelados em pré-misturas, tem sido sugerida com base na hipótese de que apresentam uma biodisponibilidade mais elevada do que as fontes inorgânicas tradicionais (NOLLET et al., 2007).

A eficácia dos microminerais na nutrição de frangos de corte tem sido demonstrada, predominantemente, por meio de experimentos realizados em condições de temperatura ambiente controlada, sendo poucos os relatos de pesquisadores que submeteram as aves a situações de desafios, como estresse térmico (BOIAGO et al., 2013).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de diferentes concentrações de minerais orgânicos – Cu, Fe, Mn, Se e Zn – na dieta de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça, excreção e análise econômica durante a estação do verão.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Local e período

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, a 21°57'35,58" Sul e 47°27'13,80" Oeste e a 619 metros de altitude, localizado no *Campus* Administrativo de Pirassununga, no período de 31 de janeiro a 15 de março de 2013.

O estudo respeita as normas do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (anexo 1).

5.2.2 Animais e delineamento experimental

Para o experimento de desempenho foram utilizados 1080 pintinhos machos de 1 dia de idade, com peso de $41,56 \pm 0,62$ g da linhagem Cobb-500™. Além disso, desenvolveu-se também análise de excretas, utilizando 144 pintinhos machos de 1 dia.

O delineamento experimental adotado para os experimentos foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e seis repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. No experimento de desempenho, cada

parcela experimental era composta por 30 aves, enquanto a análise de excretas (gaiolas de metabolismo), por quatro aves.

5.2.3 Tratamentos

Os tratamentos consistiram na variação da quantidade e fonte de micromineral utilizada e foram baseados nas recomendações de Cu, Mn, Fe, Zn e Se orgânicos de acordo com Rostagno et al. (2011) conforme demonstrado a seguir:

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos;

T2 – Suplementação de minerais orgânicos;

T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2;

T4 – Redução 2/3 em relação ao T2;

T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2;

T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2;

Os microminerais orgânicos Cu, Fe, Mn e Zn são minerais quelatados, enquanto o Se é proteinato.

O iodo (I) foi fornecido na forma inorgânica para todos os tratamentos.

Os minerais inorgânicos e suas formas encontram-se nas Tabelas 29, 33, e 35.

5.2.4 Dietas

O programa nutricional estabelecido foi: Pré-Inicial: 1 a 7 dias; Inicial: 8 a 21 dias; Crescimento: 22 a 35 dias e Final: 36 a 42 dias. As dietas foram formuladas de acordo com a recomendação de Rostagno et al (2011). Não foram utilizados antibiótico promotor de crescimento e anticoccidianos em nenhuma das dietas. A composição percentual e calculada das dietas encontra-se nas Tabelas 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 e 36.

Tabela 29 - Composição percentual das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Pré-Inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	55,159	54,892	55,024	55,157	54,759	54,626
Farelo de soja (45%)	38,857	38,905	38,881	38,857	38,929	38,953
Óleo de soja	1,986	2,078	2,033	1,987	2,124	2,169

Fosfato bicálcico	1,903	1,904	1,903	1,903	1,904	1,904
Calcário	0,799	0,799	0,799	0,799	0,799	0,798
Sal comum	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384
L-Lisina HCL	0,296	0,295	0,295	0,295	0,294	0,294
DL-Metionina	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
L-Treonina	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0232	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0208	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0147	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0036	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0501	0,0339	0,0169	0,0678	0,0847
Fe orgânico (16%)	-	0,0391	0,0260	0,0130	0,0521	0,0651
Mn orgânico (16%)	-	0,0550	0,0367	0,0183	0,0733	0,0917
Cu orgânico (16%)	-	0,0078	0,0052	0,0026	0,0104	0,0130
Se orgânico (0,1%)	-	0,0375	0,0250	0,0125	0,0500	0,0625
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 30 - Composição calculada das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Pré-Inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960	2960
Proteína bruta	22,400	22,400	22,400	22,400	22,400	22,400
Lisina digestível	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324
Metionina digestível	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516
Treonina digestível	0,860	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano digestível	0,256	0,258	0,258	0,257	0,258	0,258
Ca	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
P disponível	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Cl	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
Na	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
K	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876
N. Mogin (mEq/kg)	246,41	246,45	246,43	246,41	246,47	246,49
Microminerais (mg/kg)						
Zn	81,300	81,300	54,200	27,100	108,400	135,500

Fe	62,500	62,500	41,660	20,830	83,329	104,166
Mn	88,000	88,000	58,670	29,330	117,329	146,670
Cu	12,500	12,500	8,330	4,169	16,670	20,830
Se	0,375	0,375	0,250	0,125	0,500	0,625
I	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 31 - Composição percentual das dietas experimentais iniciais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	57,652	57,417	57,652	57,652	57,652	57,652
Farelo de soja (45%)	35,968	36,011	38,881	38,857	38,929	38,953
Óleo de soja	2,834	2,915	2,033	1,987	2,124	2,169
Fosfato bicálcico	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549
Calcário	0,845	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
Sal comum	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
L-Lisina HCL	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245
DL-Metionina	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174
L-Treonina	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0204	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0183	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0128	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0031	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0447	0,0339	0,0169	0,0678	0,0847
Fe orgânico (16%)	-	0,0344	0,0260	0,0130	0,0521	0,0651
Mn orgânico (16%)	-	0,0481	0,0367	0,0183	0,0733	0,0917
Cu orgânico (16%)	-	0,0069	0,0052	0,0026	0,0104	0,0130
Se orgânico (0,1%)	-	0,033	0,0250	0,0125	0,0500	0,0625
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 32 - Composição calculada das dietas experimentais iniciais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta	21,200	21,200	21,200	21,200	21,200	21,200
Lisina digestível	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217
Metionina digestível	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475
Treonina digestível	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Triptofano digestível	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
Ca	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
P disponível	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
Cl	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
Na	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
K	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
N. Mogin (mEq/kg)	233,87	233,91	233,89	233,97	233,92	233,94
Microminerais (mg/kg)						
Zn	71,501	71,501	47,670	23,830	95,330	119,160
Fe	55,000	55,000	36,670	18,330	73,330	91,677
Mn	77,000	77,000	51,330	26,670	102,670	128,330
Cu	11,000	11,000	7,330	3,677	14,670	18,340
Se	0,330	0,330	0,220	0,110	0,440	0,550
I	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 33 - Composição percentual das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Crescimento (22 a 35 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	60,662	60,448	60,555	60,661	60,343	60,237
Farelo de soja (45%)	32,373	32,412	32,392	32,373	32,431	32,450
Óleo de soja	3,731	3,805	3,768	3,731	3,841	3,877
Fosfato bicálcico	1,318	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319
Calcário	0,805	0,805	0,805	0,805	0,804	0,804
Sal comum	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
L-Lisina HCL	0,244	0,243	0,244	0,244	0,244	0,244
DL-Metionina	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168
L-Treonina	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0186	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0167	-	-	-	-	-

Óxido de Mn	0,0117	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0029	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0406	0,0271	0,0135	0,0542	0,0677
Fe orgânico (16%)	-	0,0313	0,0208	0,0104	0,0417	0,0521
Mn orgânico (16%)	-	0,0437	0,0292	0,0146	0,0583	0,0729
Cu orgânico (16%)	-	0,0063	0,0042	0,0021	0,0830	0,0104
Se orgânico (0,1%)	-	0,0300	0,0200	0,0100	0,0400	0,0500
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 34 - Composição calculada das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Crescimento (22 a 35 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800
Lisina digestível	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130
Metionina digestível	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452
Treonina digestível	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Triptofano digestível	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
Ca	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
P disponível	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Cl	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Na	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
K	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
N. Mogin (mEq/kg)	218,22	218,25	218,24	218,22	218,27	218,28
Microminerais (mg/kg)						
Zn	65,000	65,000	43,330	21,667	86,667	108,333
Fe	50,000	50,000	33,330	16,667	66,667	83,333
Mn	70,000	70,000	46,667	23,333	93,333	116,667
Cu	10,000	10,000	6,667	3,333	13,333	16,667
Se	0,300	0,300	0,200	0,100	0,400	0,500
I	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 35 - Composição percentual das dietas experimentais finais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Final (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	64,963	64,802	64,882	64,978	64,723	64,643
Farelo de soja (45%)	28,486	28,515	28,500	28,483	28,529	28,544
Óleo de soja	3,619	3,675	3,648	3,615	3,702	3,729
Fosfato bicálcico	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097
Calcário	0,730	0,730	0,730	0,730	0,729	0,729
Sal comum	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
L-Lisina HCL	0,268	0,267	0,268	0,268	0,267	0,267
DL-Metionina	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156
L-Treonina	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0139	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0125	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0088	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0021	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Zn orgânico (16%)	-	0,0305	0,0203	0,0102	0,0407	0,0508
Fe orgânico (16%)	-	0,0234	0,0156	0,0078	0,0313	0,0391
Mn orgânico (16%)	-	0,0331	0,0221	0,1100	0,0442	0,0552
Cu orgânico (16%)	-	0,0047	0,0031	0,0016	0,0630	0,0078
Se orgânico (0,1%)	-	0,0225	0,0150	0,0075	0,0300	0,0375
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 36 - Composição calculada das dietas experimentais finais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Final (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400
Lisina digestível	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Metionina digestível	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424
Treonina digestível	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Triptofano digestível	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202

Ca	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
P disponível	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Cl	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Na	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
K	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716
N. Mogin (mEq/kg)	202,15	202,17	202,16	202,15	202,18	202,20
Microminerais (mg/kg)						
Zn	48,800	48,800	32,533	16,267	65,067	81,333
Fe	37,500	37,500	25,000	12,499	50,000	62,499
Mn	53,000	53,000	35,333	17,667	70,667	88,333
Cu	7,500	7,500	5,000	2,499	10,000	12,499
Se	0,225	0,225	0,150	0,075	0,300	0,375
I	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

5.2.5 Instalações, manejo e equipamentos

Nos experimentos de desempenho, as aves foram alojadas com 1 dia de idade no aviário experimental de 5m x 32m, com pé direito de 2,5m. O alojamento foi realizado sobre cama de maravalha, em 36 boxes, com 30 aves cada, medindo 2,47m² (12,15 aves/m²) com bebedouro e comedouro pendular. Para análise de excreta, as aves também foram alojadas com 1 dia de idade, em 36 gaiolas de estudo metabólico. Estas eram confeccionadas em arame galvanizado (0,9m x 0,7m x 0,5m), com bebedouro automático tipo *nipple*, comedouro tipo calha e bandeja para colheita de excretas.

Para o aquecimento das aves, em todos os estudos foram instaladas lâmpadas infravermelha de 250w e campânulas a gás nos corredores, na fase inicial de desenvolvimento. O programa de luz adotado foi contínuo.

Aos 7 dias de idade, as aves foram vacinadas contra as doenças de Gumboro e Newcastle, por via ocular. Cabe ressaltar que as aves foram previamente vacinadas contra a doença de Marek no incubatório.

5.2.6 Procedimento experimental e características avaliadas

Desempenho

a) Peso Corporal

O peso corporal é o peso total da parcela dividido pelo número de aves.

b) Ganho de Peso

O ganho de peso foi calculado subtraindo-se do peso médio das aves, o peso inicial para cada fase avaliada.

c) Consumo de ração

O consumo de ração foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecida e as sobras de cada parcela (unidade experimental), dividida pelo número de aves corrigido (considera a mortalidade), de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

d) Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada pelo quociente entre o total de ração consumida e o ganho de peso da parcela corrigido pelo peso das aves mortas segundo, Sakomura e Rostagno (2007).

e) Viabilidade criatória (VC)

A VC é expressa em porcentagem e foi calculada pela fórmula abaixo:

$$VC = 100\% - \% \text{ mortalidade} \quad (1)$$

f) Índice europeu de eficiência produtiva (IEP)

O IEP foi calculado aos 42 dias de idade através da fórmula abaixo:

$$IEP = [(GPD \times VC) / (CA \times 10)] \quad (2)$$

Onde:

GPD: ganho médio de peso diário (g)

Análise de excretas

A colheita total de excretas foi realizada em dois períodos: do 19º ao 22º (fase inicial) e do 33º ao 36º dia de idade (crescimento). Foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), tomando-se cuidado para eliminar penas, resíduos de ração e outras possíveis fontes de contaminação das bandejas.

Para identificação das excretas provenientes das dietas em avaliação foi adicionado marcador de digestibilidade - óxido crômico (0,5%) - no primeiro e no último dia. Dessa forma, na primeira coleta descartaram-se as excretas não marcadas e, na última, as excretas marcadas. As dietas experimentais foram pesadas no início e no final do período da coleta para quantificar o consumo por unidade experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -18°C.

As amostras foram analisadas quanto a: MS, Cu, Zn, Mn, Fe e Se. A determinação dos minerais Cu, Fe, Mn, Zn foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica e o Se por fluorimetria (AOAC, 1996).

Figura 3 - Colheita de excretas com marcador

Características da carcaça

Nos estudos de desempenho, aos 42 dias de idade, foram selecionadas, ao acaso, 6 aves por unidade experimental (216 animais) para avaliação do rendimento de carcaça e cortes comerciais.

Após jejum de alimento por oito horas, os frangos foram insensibilizados por eletronarcose, abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, escaldados, depenados e eviscerados no Matadouro - Escola da PUSP-P.

A carcaça eviscerada (com cabeça, pés e pescoço) foi resfriada por 5 horas. Após este período, foram obtidos os cortes de asa, coxa, sobrecoxa e peito sem pele (Figura 4). O rendimento de carcaça foi expresso em relação ao peso corporal da ave no momento do abate ($\text{peso carcaça} \times 100 / \text{peso vivo}$) e o rendimento das partes, em função do peso da carcaça eviscerada, sem penas, mas com pés, cabeça e pescoço ($\text{peso da parte} \times 100 / \text{peso carcaça}$) (MENDES et al., 2004).

Figura 4 - Características da carcaça: cortes comerciais

Cama de aviário

A cama de maravalha foi colhida antes e após o período de estudo para análise e caracterização. Este resíduo foi colhido de cada parcela experimental, em 5 pontos distintos e, posteriormente, homogeneizados por tratamento.

As amostras foram analisadas quanto a: MS, MM, FB, FDN e FDA, EE, PB, P, Ca, Cu, Fe, Mn, Se e Zn. A determinação da FDN e FDA foi realizada pelo método de Van Soest, FB, pelo método de Weende, EE pelo método de Soxhlet, a PB pelo método Kjeldahl, o P pelo método colorimétrico, o Cu, Fe, Mn, Zn e Ca por espectrofotometria de absorção atômica e o Se por fluorimetria (AOAC, 1996).

Variáveis ambientais e meteorológicas

A temperatura do ar e a umidade relativa dentro dos galpões experimentais foram registradas a cada hora, utilizando *data logger* Hobo[®] (Tabela 37).

Tabela 37 - Valores médios de temperatura e umidade relativa nos galpões

Semanas	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)
1ª semana	26,60 ± 2,02	72,93 ± 6,65
2ª semana	25,68 ± 1,95	76,28 ± 5,38
3ª semana	27,38 ± 2,61	69,58 ± 9,63
4ª semana	25,95 ± 2,56	73,33 ± 10,64
5ª semana	26,09 ± 2,70	77,40 ± 10,01
6ª semana	25,84 ± 2,97	83,60 ± 11,66
Média total	26,26 ± 2,56	75,52 ± 10,24

As variáveis meteorológicas foram registradas pela estação eletrônica da FZEA, localizada a 300m do Setor de Avicultura. Dados de temperatura do ar, umidade relativa e pluviosidade durante o período experimental estão indicados na Tabela 38.

Tabela 38 - Dados climatológicos registrados no período experimental pela estação meteorológica

	Verão			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Período total
Pluviosidade (mm)	21,00	297,20	96,60	414,80
Temperatura do ar média (°C)	23,92	23,68	24,63	24,00
Temperatura do ar variação (°C)	21,10-29,10	17,30-35,00	17,70-34,40	17,30-35,00
Umidade relativa média (%)	86,74	81,79	81,51	81,81
Umidade relativa variação (%)	67-93	43-95	47-94	43-95

5.2.7 Análise econômica

Para analisar a eficiência econômica foram considerados os preços dos fatores (custo da dieta) e do produto (frango vivo).

A margem bruta de comercialização (MB) foi obtida através do seguinte cálculo:

$$MB_i = \frac{GPT_i}{CRT_i} \times \frac{PC_i}{CD_i} \quad (3)$$

Onde PC_i representa o preço do quilo (em R\$/kg) do produto i e CD_i o custo da dieta (em R\$/kg) consumida pelo frango i no período total do experimento, obtido em função da sua composição e dos preços dos ingredientes.

As variáveis ganho de peso total (GPT_i) e consumo total (CRT_i) foram obtidas pelos resultados do experimento no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte. O preço do produto PC_i e dos ingredientes da ração

foram levantados junto ao mercado, tendo-se como referência o Instituto de Economia Agrícola. Os cálculos de MB foram realizados considerando os preços médios.

O custo da dieta (CD) é composto pelo somatório do produto entre as quantidades de todos os seus ingredientes (QG) e seus respectivos preços (PG):

$$CD = \sum(PG \times QG) \quad (4)$$

As quantidades dos ingredientes (QG) foram previamente definidas por ocasião da formulação das dietas.

Foi calculado também o custo médio da dieta (CMD), através do CD e do consumo de ração de cada fase alimentar conforme a recomendação nutricional para o período de 1 a 42 dias de idade do frango de corte.

De forma a se obter preços históricos representativos, utilizou-se o preço mensal desses produtos no período de 5 anos. Os preços nominais foram corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor ($INPC$), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ($IBGE$), para o mês de abril de 2014, de acordo com a fórmula:

$$PQ_{corrigido,t} = PQ_{nominal,t} \times (INPC_{abr2014} / INPC_t) \quad (5)$$

Sendo $PQ_{corrigido,t}$ o preço real do ingrediente no mês t , corrigido para o mês de abril de 2014; $PQ_{nominal,t}$ o preço do ingrediente no mês t ; $INPC_{abr2014}$ índice para o mês de abril de 2014; e o $INPC_t$ o índice para o mês t . Os preços corrigidos encontram-se na Tabela 39.

Tabela 39 - Preço corrigido dos ingredientes da dieta e frango vivo aos 42 dias de idade (abril/2014)

Ingredientes	Preço médio (R\$/kg ⁻¹)
Milho ¹	0,44
Farelo de soja (45%) ¹	1,11
Óleo de soja ¹	3,72
Sal comum ¹	0,62
Frango vivo ¹	2,31
Fosfato bicálcico ²	1,47
Calcário ²	0,13
L-Lisina HCL ²	3,57
DL-Metionina ²	9,15

Suplemento vitamínico ²	13,00
L-Treonina ²	5,32
Bicarbonato de Na ²	1,21
Antioxidante ²	3,58
Sulfato de Zn ²	3,04
Sulfato de Fe ²	0,84
Sulfato de Cu ²	5,63
Selenito de Na ²	91,10
Iodato de Ca ²	92,00
Óxido de Mn ²	2,29
Zn orgânico (16%) ²	7,32
Fe orgânico (16%) ²	6,74
Cu orgânico (16%) ²	11,55
Se orgânico (0,1%) ²	6,09
Mn orgânico (16%) ²	8,26

¹ Fonte: IEA – APTA

² Fonte: Levantamento de dados junto aos fornecedores no mês de abril/2014

A escolha da MB para análise econômica do estudo foi decorrente de não se considerar nos cálculos os custos de processamento (fabricação da ração, mistura, transporte, entre outros). Entretanto, estes não interferem nos resultados, visto que são iguais em todos os tratamentos.

O embasamento para a utilização da MB como característica para a avaliação da eficiência econômica foi realizado de acordo com Gameiro (2009), Vidal (2011) e Caniatto et al. (2012).

5.2.8 Análise estatística

A comparação entre tratamentos orgânicos foi realizada por regressão e entre as fontes de minerais (orgânico x inorgânico e orgânicos x inorgânico) foi feita por contraste.

Os dados foram apurados por meio da análise de variância, utilizando o PROC GLM, através do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2).

5.3 Resultados e Discussão

Desempenho

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias encontram-se na Tabela 40.

Tabela 40 - Média de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias de idade no verão

Tratamentos	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)
Inorgânico	1097,00	827,72	786,42	1,395	98,33
Orgânico	1084,93	829,54	788,15	1,377	98,89
Redução 1/3	1095,82	840,04	798,23	1,373	98,33
Redução 2/3	1105,41	862,19	820,58	1,347	99,45
Aumento 1/3	1067,42	820,07	778,66	1,371	98,89
Aumento 2/3	1084,17	831,28	789,45	1,373	98,33
CV (%)	2,71	3,05	3,19	1,26	1,74
Contraste					
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	ns	ns
Org x Inorg²	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Pode-se observar que não houve diferença ($P>0,05$) para nenhuma característica nem fonte de micromineral empregada no período de 1 a 21 dias de idade. Resultado semelhante foi observado por Tavares et al. (2014).

Em relação às concentrações de minerais utilizadas, verificou-se que podem ser empregados níveis mais baixos que as recomendações atuais para minerais inorgânicos, sem afetar o desempenho. Britanico et al. (2012) constataram que a redução de até 2 vezes o mínimo recomendado pelo NRC (1994) de inclusão de minerais quelatados (Cu, Zn, Mn e Fe) foram suficientes para satisfazer as exigências dos estágios iniciais de frangos de corte.

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva no período de 1 a 42 dias encontram-se na Tabela 41.

Tabela 41 - Médias de resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias de idade no verão

Tratamentos	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)	IEP
Inorgânico	4294,60	2524,82	2483,52	1,729	95,55	324,67
Orgânico	4247,97	2476,13	2434,74	1,745	95,00	313,00
Redução 1/3	4293,32	2527,21	2485,41	1,727	97,22	332,00
Redução 2/3	4386,80	2524,86	2483,13	1,767	97,26	335,27
Aumento 1/3	4254,48	2484,81	2443,40	1,741	98,67	330,00
Aumento 2/3	4330,62	2565,49	2523,66	1,716	94,44	328,38
CV (%)	2,32	3,00	3,05	1,12	3,57	4,65
Contraste						
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Org x Inorg²	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	0,0156	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Pode-se observar que não houve diferença estatística entre as fontes de micromineral empregada no período total de criação. Aksu et al. (2011) também não observaram diferença entre as fontes no período total de criação (42 dias).

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, somente o CR apresentou efeito quadrático positivo ($y = 249,24x^2 - 543,27x + 4541,2$; $R^2: 0,99$) ($P < 0,05$), com menor consumo observado para o tratamento *Orgânico*. O menor CR estipulado pela curva é com a inclusão de 109% de minerais orgânicos (T2+9%).

Rendimento de carcaça e cortes comerciais

O rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa, dorso e pele encontram-se na Tabela 42.

Tabela 42 - Médias de resultados de rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele aos 42 dias de idade no verão

Tratamentos	Carcaça (%)	Cabeça e Pés (%)	Asa (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Dorso e Pele (%)
Inorgânico	81,38	13,47	9,79	25,33	13,15	17,16	21,48
Orgânico	81,71	13,41	9,80	25,43	13,27	17,03	21,29
Redução 1/3	81,53	13,49	9,75	25,28	13,28	17,07	21,23
Redução 2/3	81,75	13,18	9,84	25,81	13,18	16,87	21,18
Aumento 1/3	81,96	13,39	9,90	25,42	13,15	17,04	21,14
Aumento 2/3	81,34	13,38	9,78	25,43	13,13	17,04	21,32
CV (%)	0,67	2,01	1,96	3,00	2,48	1,56	1,68
Contraste							
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Org x Inorg²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Pode-se observar que não houve diferença estatística para nenhuma característica nem fonte de micromineral empregada. Boiago et al. (2013) também não verificaram diferenças significativas entre as fontes (orgânica *versus* inorgânica) de microminerais (Se, Mn e Zn) para rendimento de carcaça, peito, pernas, dorso e asas. Rossi et al. (2007) encontraram rendimento de carcaça, peito e coxa semelhantes com aumento da suplementação de Zn orgânico.

Análise de excretas

As médias de excreção dos microminerais na fase Inicial do estudo encontram-se na Tabela 43.

Tabela 43 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase Inicial (19 a 22 dias de idade) no verão

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	24,68	399,23	115,70	0,04	156,32
Orgânico	25,67	377,52	124,89	0,22	137,47
Redução 1/3	22,93	378,41	107,82	0,18	146,28
Redução 2/3	16,13	338,72	65,59	0,12	109,02
Aumento 1/3	30,28	459,37	153,26	0,23	195,94
Aumento 2/3	35,75	450,56	294,49	0,42	161,36
CV (%)	6,04	9,32	13,81	21,46	17,56
Contraste					
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	<,0001	ns

Org x Inorg²	ns	ns	ns	0,0002	ns
Orgs - grau 1	<,0001	0,0009	<,0001	ns	0,0078
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Neste período, nota-se diferença entre os tratamentos *Orgânicos* x *Inorgânicos* para o Se. Para este mineral, a forma inorgânica apresentou os menores valores de excreção (Tabela 44). Para os demais microminerais, não houve diferença entre as fontes de suplementação. Case & Carlson (2002), em suínos, observaram que a quantidade de Zn excretado é o reflexo da concentração do mineral na dieta e é independente da fonte (orgânica *versus* inorgânica). O mesmo foi encontrado por Carlson et al. (2004).

Tabela 44 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no verão

Tratamentos	Se (mg/kg)
Orgânicos	0,23 ^a
Inorgânico	0,04 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Ao comparar os tratamentos *Orgânico* x *Inorgânico* (Tabela 45) observou-se diferença significativa apenas para o Se, em que o inorgânico também apresentou os menores valores de excreção.

Tabela 45 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no verão

Tratamentos	Se (mg/kg)
Orgânico	0,22 ^a
Inorgânico	0,04 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, houve diferença significativa para Cu, Fe, Mn e Zn, em que a excreção se apresenta de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 46). Resultado semelhante foi encontrado por Bao et al. (2007), em que a excreção de Cu, Mn e Zn aumentou linearmente com o aumento da ingestão dos minerais.

Tabela 46 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos 19 a 22 dias de idade no verão

Microminerais	Equação	R ²
Cu	$y = 13,969x + 12,183$	0,99
Fe	$y = 91,327x + 309,59$	0,86
Mn	$y = 150,79x - 1,5841$	0,83
Zn	$y = 46,32x + 103,69$	0,58

As médias de excreção dos microminerais na fase de crescimento encontram-se na Tabela 47.

Tabela 47 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase de Crescimento (33 a 36 dias de idade) no verão

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	31,47	393,90	180,87	0,02	245,51
Orgânico	25,48	255,61	129,45	0,27	222,10
Redução 1/3	28,46	362,99	154,88	0,26	269,20
Redução 2/3	22,52	459,35	96,25	0,09	199,51
Aumento 1/3	41,21	439,73	270,53	0,51	269,32
Aumento 2/3	57,41	539,80	369,52	0,79	356,53
CV (%)	8,56	18,51	8,15	16,36	16,26
Contraste					
Orgs x Inorg¹	ns	ns	0,0438	<,0001	ns
Org x Inorg²	0,0285	0,0449	0,0023	<,0001	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	0,001
Orgs - grau 2	ns	0,0013	ns	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Neste período, nota-se diferença entre os tratamentos *Orgânicos* e *Inorgânicos* para o Mn e Se, em que a forma inorgânica apresentou os menores valores de excreção (Tabela 48).

Tabela 48 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no verão

Tratamentos	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânicos	204,13 ^a	0,38 ^a
Inorgânico	180,87 ^b	0,02 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Ao comparar os tratamentos *Orgânico* x *Inorgânico* (Tabela 49) observou-se diferença significativa para o Cu, Fe, Mn e Se. Com exceção do Se, todos os outros minerais apresentaram menor excreção na forma orgânica. A redução foi de 19%, 35% e 28% para Cu, Fe e Mn, respectivamente. Estes

dados corroboram com Nollet et al. (2007), que notaram redução na excreção de Mn, Zn, Fe e Cu (46%, 63%, 73% e 55%).

Tabela 49 - Médias de excreção na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2) no verão

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânico	25,48 ^b	255,61 ^b	129,45 ^b	0,27 ^a
Inorgânico	31,47 ^a	393,90 ^a	180,87 ^a	0,02 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, houve diferença significativa para o Fe e Zn. A excreção do Zn apresenta-se de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 50), enquanto a do Fe tem efeito quadrático positivo, com menor excreção observado para o tratamento *Orgânico* (T2). A menor excreção estipulada pela curva é com a inclusão de 92% de minerais orgânicos (T2 - 8%).

Aksu et al. (2011) verificaram que a redução dos minerais na dieta diminuem a excreção para o ambiente, sem afetar o desempenho zootécnico das aves. Minerais na forma orgânica podem ser facilmente absorvidos pelo intestino em comparação com os sais inorgânicos, mas não completamente utilizados em níveis elevados.

Tabela 50 - Equações de regressão para excreção de microminerais em frangos de 33 a 36 dias de idade no verão

Microminerais	Equação	R ²
Fe	$y = 436,9x^2 - 801,62x + 678,93$	0,85
Zn	$y = 91,273x + 170,06$	0,64

Cama de aviário

A composição da cama de frango nos diferentes tratamentos encontra-se na Tabela 51.

Tabela 51 - Composição (100% matéria seca) da cama de frango nos diferentes tratamentos no verão

	Cama Nova	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Média	Palhares (2012)
MS (%)	82,88	71,04	72,22	72,21	74,97	75,32	69,65	72,57	78,10
MM (%)	0,39	9,03	8,77	9,43	9,42	8,35	8,68	8,95	-
PB (%)	2,30	25,22	25,14	28,29	28,74	27,95	27,59	27,16	27,90
FB (%)	70,77	28,84	28,14	24,19	24,76	22,77	27,39	26,02	23,60
EE (%)	0,30	1,03	0,55	0,90	2,47	1,88	1,99	1,47	-
FDA (%)	77,82	32,88	33,25	29,06	28,91	26,68	32,72	30,58	-
FDN (%)	93,17	55,8	53,82	50,56	51,11	49,03	53,14	52,24	-
N (%)	0,37	4,04	4,02	4,53	4,60	4,47	4,41	4,35	
Ca (%)	0,08	1,80	1,48	1,95	1,71	1,26	1,67	1,64	3,00
P (%)	0,01	1,30	1,32	1,20	1,33	1,10	1,32	1,26	2,10
Zn (mg/kg)	11,40	430	308	282	212	321	456	335	484
Cu (mg/kg)	2,05	76,79	82,18	65,36	53,22	77	102	76	557
Fe (mg/kg)	72,64	1049	845	1039	1063	862	1189	1007	2377
Mn (mg/kg)	115	359	391	318	221	386	584	376	348
Se (mg/kg)	0,03	0,12	0,56	0,44	0,23	0,70	0,90	0,49	-

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

A análise dos microminerais está condizente com os tratamentos empregados, em que a redução dos níveis dos nutrientes refletiu na composição da cama de aviário.

Os dados médios da composição da cama de frango deste estudo são inferiores aos dados apresentados por Palhares (2012). Este autor utilizou 192 amostras provenientes dos EUA.

Níveis elevados de PB, P, Cu, Zn e Fe são observados na cama de frango, provenientes do excesso de nutrientes nas rações e do baixo aproveitamento pelas aves. A utilização indiscriminada deste resíduo pode transformar a cama de aves de um fertilizante em potencial, num poluente do solo, águas e causador de fitotoxicidade às plantas (BRUMANO, 2008).

Análise econômica

Os custos médios das dietas (CMD) e os valores de margem bruta (MB) em função dos tratamentos estão na Tabela 52.

Tabela 52 - Custos médio das dietas (CMD) e margem bruta de comercialização (MB) do frango vivo em função dos tratamentos no verão

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)	MB Frango
Inorgânico	0,822	1,625
Orgânico	0,833	1,589
Redução 1/3	0,829	1,613
Redução 2/3	0,825	1,546
Aumento 1/3	0,844	1,571
Aumento 2/3	0,843	1,597
CV (%)	0,18	2,93
Contraste		
Orgs x Inorg¹	<.0001	ns
Org x Inorg²	<.0001	ns
Orgs - grau 1	<.0001	ns
Orgs - grau 2	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Para as características econômicas, somente o CMD apresentou diferença estatística. Ao comparar-se o tratamento *Inorgânico* x *Orgânicos* (Tabela 53), verifica-se que o tratamento com a fonte inorgânica apresenta menor custo. O mesmo ocorre quando se compara o tratamento *Inorgânico* x *Orgânico*.

Em relação aos níveis de minerais orgânicos, o CMD apresenta-se de forma linear positiva ($y = 0,0152x + 0,8196$; $R^2 = 0,9107$), conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos.

Tabela 53 - Características econômicas na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) no verão

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)
Orgânicos	0,83 ^a
Inorgânico	0,82 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

CMD: custo médio das dietas

Ao analisar a MB, verifica-se que não há diferença entre as fontes (orgânica e inorgânica) e os níveis empregados. Este fato indica que pode ser empregado qualquer fonte ou nível de mineral orgânico, que a rentabilidade será semelhante. Figueiredo Junior et al. (2013) observaram, em poedeiras semipesadas, que a adição de 66% minerais orgânicos em substituição aos inorgânicos promove melhor margem bruta. Esses dados confirmam a eficiência da forma orgânica em melhorar a disponibilidade dos minerais,

fazendo com que as aves tenham melhor aproveitamento das rações e consequente melhora nos índices produtivos.

5.4 Conclusões

As diferentes fontes e níveis de suplementação de minerais proporcionaram desempenho e características de carcaça semelhantes. A excreção, entretanto, foi reduzida com a utilização da fonte orgânica na fase de crescimento.

A análise econômica fornece indicadores de rentabilidade similares entre os tratamentos, indicando que os minerais na forma orgânica em concentrações inferiores são indicados na suplementação em frangos de corte no período do verão.

6. DADOS COMPARATIVOS DE DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARCAÇA E EXCREÇÃO EM FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A DIETAS COM MINERAIS ORGÂNICOS NO INVERNO E VERÃO

6.1 Introdução

A avicultura de corte moderna, para atingir melhores resultados econômicos e produtivos, precisa avançar não só nos aspectos genéticos, nutricionais e sanitários, mas também nos aspectos ambientais, que interferem diretamente na expressão do potencial genético e na eficiência de utilização de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2006).

Nos últimos anos, cresceu o interesse por fontes de microminerais orgânicos em virtude de sua melhor absorção e distribuição no organismo, melhorando o desempenho zootécnico, a qualidade da carcaça, a imunidade e diminuindo a excreção dos minerais que poluem o ambiente (BORGES, 2010).

A determinação da concentração ótima de minerais em dietas de frangos é difícil em virtude da interação entre minerais dietéticos e os efeitos de fatores ambientais sobre o consumo de ração e o metabolismo (AHMAD et al., 2005).

Em vista da importância das condições ambientais na produção de aves, especialmente em regiões onde as altas temperaturas e umidade relativa do ar são prevalentes durante a maior parte do ano, são necessários mais estudos para elucidar as respostas da ave, de modo a determinar outros fatores que limitam a produção.

A eficácia dos microminerais complexados na nutrição de frangos de corte tem sido demonstrada, na maioria das vezes, por meio de experimentos realizados em condições de temperatura ambiente controlada, sendo poucos os relatos de pesquisadores que submeteram as aves a situações de desafios, como estresse térmico (BOIAGO et al., 2013).

O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização dos minerais na forma orgânica – Cu, Fe, Mn, Se e Zn – na dieta de frangos de corte, visando avaliar o desempenho zootécnico dos animais e a redução do poder poluente dos dejetos dos frangos em duas estações distintas do ano: verão e inverno.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Local e período

Com o intuito de comparar as estações do ano, utilizaram-se os experimentos realizados no inverno e verão no período de 21/06/2012 a 02/08/12 e 31/01/2013 a 15/03/2013, respectivamente.

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, a 21°57'35,58" Sul e 47°27'13,80" Oeste e a 619 metros de altitude, localizado no *Campus* Administrativo de Pirassununga.

O estudo respeita as normas do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (anexo 1).

6.2.2 Delineamento experimental

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x6, com seis dietas experimentais: T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2 e 2 estações do ano: inverno e verão, totalizando 12 tratamentos.

6.2.3 Dietas

O programa nutricional estabelecido foi: Pré-Inicial: 1 a 7 dias; Inicial: 8 a 21 dias; Crescimento: 22 a 35 dias e Final: 36 a 42 dias. As dietas foram formuladas de acordo com a recomendação de Rostagno et al (2011). Não foram utilizados antibiótico promotor de crescimento e anticoccidianos em nenhuma das dietas.

Os microminerais orgânicos Cu, Fe, Mn e Zn são minerais quelatados, enquanto o Se é proteinato. O iodo (I) foi fornecido na forma inorgânica para todos os tratamentos. A composição percentual e calculada das dietas encontra-se nas Tabelas 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60 e 61.

Tabela 54 - Composição percentual das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Pré-Inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	55,159	54,892	55,024	55,157	54,759	54,626
Farelo de soja (45%)	38,857	38,905	38,881	38,857	38,929	38,953
Óleo de soja	1,986	2,078	2,033	1,987	2,124	2,169
Fosfato bicálcico	1,903	1,904	1,903	1,903	1,904	1,904
Calcário	0,799	0,799	0,799	0,799	0,799	0,798
Sal comum	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384	0,384
L-Lisina HCL	0,296	0,295	0,295	0,295	0,294	0,294
DL-Metionina	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
L-Treonina	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0232	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0208	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0147	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0036	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0501	0,0339	0,0169	0,0678	0,0847
Fe orgânico (16%)	-	0,0391	0,0260	0,0130	0,0521	0,0651
Mn orgânico (16%)	-	0,0550	0,0367	0,0183	0,0733	0,0917
Cu orgânico (16%)	-	0,0078	0,0052	0,0026	0,0104	0,0130
Se orgânico (0,1%)	-	0,0375	0,0250	0,0125	0,0500	0,0625
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 55 - Composição calculada das dietas experimentais pré-iniciais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Pré-Inicial (1 a 7 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960	2960
Proteína bruta	22,400	22,400	22,400	22,400	22,400	22,400
Lisina digestível	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324
Metionina digestível	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516
Treonina digestível	0,860	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano digestível	0,256	0,258	0,258	0,257	0,258	0,258
Ca	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920

P disponível	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Cl	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
Na	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
K	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876
N. Mogin (mEq/kg)	246,41	246,45	246,43	246,41	246,47	246,49
Microminerais (mg/kg)						
Zn	81,300	81,300	54,200	27,100	108,400	135,500
Fe	62,500	62,500	41,660	20,830	83,329	104,166
Mn	88,000	88,000	58,670	29,330	117,329	146,670
Cu	12,500	12,500	8,330	4,169	16,670	20,830
Se	0,375	0,375	0,250	0,125	0,500	0,625
I	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 56 - Composição percentual das dietas experimentais iniciais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	57,652	57,417	57,652	57,652	57,652	57,652
Farelo de soja (45%)	35,968	36,011	38,881	38,857	38,929	38,953
Óleo de soja	2,834	2,915	2,033	1,987	2,124	2,169
Fosfato bicálcico	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549	1,549
Calcário	0,845	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
Sal comum	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
L-Lisina HCL	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245
DL-Metionina	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174
L-Treonina	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0204	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0183	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0128	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0031	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0447	0,0339	0,0169	0,0678	0,0847
Fe orgânico (16%)	-	0,0344	0,0260	0,0130	0,0521	0,0651
Mn orgânico (16%)	-	0,0481	0,0367	0,0183	0,0733	0,0917
Cu orgânico (16%)	-	0,0069	0,0052	0,0026	0,0104	0,0130
Se orgânico (0,1%)	-	0,033	0,0250	0,0125	0,0500	0,0625
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 57 - Composição calculada das dietas experimentais iniciais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Inicial (8 a 21 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta	21,200	21,200	21,200	21,200	21,200	21,200
Lisina digestível	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217
Metionina digestível	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475
Treonina digestível	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Triptofano digestível	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
Ca	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
P disponível	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
Cl	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
Na	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
K	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
N. Mogin (mEq/kg)	233,87	233,91	233,89	233,97	233,92	233,94
Microminerais (mg/kg)						
Zn	71,501	71,501	47,670	23,830	95,330	119,160
Fe	55,000	55,000	36,670	18,330	73,330	91,677
Mn	77,000	77,000	51,330	26,670	102,670	128,330
Cu	11,000	11,000	7,330	3,677	14,670	18,340
Se	0,330	0,330	0,220	0,110	0,440	0,550
I	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 58 - Composição percentual das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Crescimento (22 a 35 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	60,662	60,448	60,555	60,661	60,343	60,237
Farelo de soja (45%)	32,373	32,412	32,392	32,373	32,431	32,450
Óleo de soja	3,731	3,805	3,768	3,731	3,841	3,877
Fosfato bicálcico	1,318	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319
Calcário	0,805	0,805	0,805	0,805	0,804	0,804
Sal comum	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
L-Lisina HCL	0,244	0,243	0,244	0,244	0,244	0,244
DL-Metionina	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168
L-Treonina	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067

Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0186	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0167	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0117	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0029	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Zn orgânico (16%)	-	0,0406	0,0271	0,0135	0,0542	0,0677
Fe orgânico (16%)	-	0,0313	0,0208	0,0104	0,0417	0,0521
Mn orgânico (16%)	-	0,0437	0,0292	0,0146	0,0583	0,0729
Cu orgânico (16%)	-	0,0063	0,0042	0,0021	0,0830	0,0104
Se orgânico (0,1%)	-	0,0300	0,0200	0,0100	0,0400	0,0500
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 59 - Composição calculada das dietas experimentais de crescimento para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Crescimento (22 a 35 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800
Lisina digestível	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130
Metionina digestível	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452	0,452
Treonina digestível	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Triptofano digestível	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
Ca	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
P disponível	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Cl	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Na	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
K	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
N. Mogin (mEq/kg)	218,22	218,25	218,24	218,22	218,27	218,28
Microminerais (mg/kg)						
Zn	65,000	65,000	43,330	21,667	86,667	108,333
Fe	50,000	50,000	33,330	16,667	66,667	83,333
Mn	70,000	70,000	46,667	23,333	93,333	116,667
Cu	10,000	10,000	6,667	3,333	13,333	16,667
Se	0,300	0,300	0,200	0,100	0,400	0,500
I	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

Tabela 60 - Composição percentual das dietas experimentais finais para frangos de corte

Ingredientes (%)	Fase Final (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	64,963	64,802	64,882	64,978	64,723	64,643
Farelo de soja (45%)	28,486	28,515	28,500	28,483	28,529	28,544
Óleo de soja	3,619	3,675	3,648	3,615	3,702	3,729
Fosfato bicálcico	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097
Calcário	0,730	0,730	0,730	0,730	0,729	0,729
Sal comum	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
L-Lisina HCL	0,268	0,267	0,268	0,268	0,267	0,267
DL-Metionina	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156
L-Treonina	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Bicarbonato de sódio	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Antioxidante ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Zn	0,0139	-	-	-	-	-
Sulfato de Fe	0,0125	-	-	-	-	-
Óxido de Mn	0,0088	-	-	-	-	-
Sulfato de Cu	0,0021	-	-	-	-	-
Selenito de Na	0,0001	-	-	-	-	-
Iodato de Ca	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Zn orgânico (16%)	-	0,0305	0,0203	0,0102	0,0407	0,0508
Fe orgânico (16%)	-	0,0234	0,0156	0,0078	0,0313	0,0391
Mn orgânico (16%)	-	0,0331	0,0221	0,1100	0,0442	0,0552
Cu orgânico (16%)	-	0,0047	0,0031	0,0016	0,0630	0,0078
Se orgânico (0,1%)	-	0,0225	0,0150	0,0075	0,0300	0,0375
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

¹ Suplementação de vitaminas por kg de ração: Vitamina A (mínimo) 7.000.000 U.I/kg; Vitamina D3 (mínimo) 2.200.000 U.I/kg; Vitamina E (mínimo) 11.000 U.I/kg; Vitamina K3 (mínimo) 1.600 mg/kg; Vitamina B1 (mínimo) 2.000 mg/kg; Vitamina B2 (mínimo) 5.000 mg/kg; Vitamina B6 (mínimo) 3.000 mg/kg; Vitamina B12 (mínimo) 12.000 mcg/kg; Niacina (mínimo) 35 g/kg; Ácido Pantotênico (mínimo) 13 g/kg; Ácido Fólico (mínimo) 800 mg/kg.

² Feed Guard®: Etoxiquina, BHT, TBHQ e Ácido cítrico.

Tabela 61 - Composição calculada das dietas experimentais finais para frangos de corte

EM e Nutrientes (%)	Fase Final (36 a 42 dias)					
	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EM (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400
Lisina digestível	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060

Metionina digestível	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424	0,424
Treonina digestível	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Triptofano digestível	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
Ca	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
P disponível	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Cl	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
Na	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
K	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716
N. Mogin (mEq/kg)	202,15	202,17	202,16	202,15	202,18	202,20
Microminerais (mg/kg)						
Zn	48,800	48,800	32,533	16,267	65,067	81,333
Fe	37,500	37,500	25,000	12,499	50,000	62,499
Mn	53,000	53,000	35,333	17,667	70,667	88,333
Cu	7,500	7,500	5,000	2,499	10,000	12,499
Se	0,225	0,225	0,150	0,075	0,300	0,375
I	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750

T1 – Tratamento controle – suplementação de minerais inorgânicos; T2 – Suplementação de minerais orgânicos; T3 – Redução de 1/3 em relação ao T2; T4 – Redução 2/3 em relação ao T2; T5 – Aumento de 1/3 em relação ao T2; T6 – Aumento de 2/3 em relação ao T2.

6.2.4 Instalações, manejo e equipamentos

Nos experimentos de desempenho, as aves foram alojadas com 1 dia de idade no aviário experimental de 5m x 32m, com pé direito de 2,5m. O alojamento foi realizado sobre cama de maravalha, em 36 boxes, com 30 aves cada, medindo 2,47m² (12,15 aves/m²) com bebedouro e comedouro pendular. Para as análises de excretas em ambas as estações, as aves também foram alojadas com 1 dia de idade, em 36 gaiolas de estudo metabólico. Estas eram confeccionadas em arame galvanizado (0,9m x 0,7m x 0,5m), com bebedouro automático tipo *nipple*, comedouro tipo calha e bandeja para colheita de excretas.

Para o aquecimento das aves, em todos os estudos foram instaladas lâmpadas infravermelha de 250w e campânulas a gás nos corredores, na fase inicial de desenvolvimento. O programa de luz adotado foi contínuo.

Aos 7 dias de idade, as aves foram vacinadas contra as doenças de Gumboro e Newcastle, por via ocular. Cabe ressaltar que as aves foram previamente vacinadas contra a doença de Marek no incubatório.

6.2.5 Procedimento experimental e características avaliadas

Desempenho

a) Peso Corporal

O peso corporal é o peso total da parcela dividido pelo número de aves.

b) Ganho de Peso

O ganho de peso foi calculado subtraindo-se do peso médio das aves, o peso inicial para cada fase avaliada.

c) Consumo de ração

O consumo de ração foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecida e as sobras de cada parcela (unidade experimental), dividida pelo número de aves corrigido (considera a mortalidade), de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

d) Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada pelo quociente entre o total de ração consumida e o ganho de peso da parcela corrigido pelo peso das aves mortas, segundo Sakomura e Rostagno (2007).

e) Viabilidade criatória (VC)

A VC é expressa em porcentagem e foi calculada pela fórmula abaixo:

$$VC = 100\% - \% \text{ mortalidade} \quad (1)$$

f) Índice europeu de eficiência produtiva (IEP)

O IEP foi calculado aos 42 dias de idade através da fórmula abaixo:

$$IEP = [(GPD \times VC) / (CA \times 10)] \quad (2)$$

Onde:

GPD: ganho médio de peso diário (g)

Análise de excretas

A colheita total de excretas foi realizada em dois períodos: do 19° ao 22° (fase inicial) e do 33° ao 36° dia de idade (crescimento). Foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), tomando-se cuidado para eliminar penas, resíduos de ração e outras possíveis fontes de contaminação das bandejas.

Para identificação das excretas provenientes das dietas em avaliação foi adicionado marcador de digestibilidade - óxido crômico (0,5%) - no primeiro e no último dia. Dessa forma, na primeira coleta descartaram-se as excretas não marcadas e, na última, as excretas marcadas. As dietas experimentais foram pesadas no início e no final do período da coleta para quantificar o consumo por unidade experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -18°C.

As amostras foram analisadas quanto a: MS, Cu, Zn, Mn, Fe e Se. A determinação dos minerais Cu, Fe, Mn, Zn foi realizada espectrofotometria de absorção atômica e o Se por fluorimetria (AOAC, 1996).

Características da carcaça e peso dos órgãos

Nos estudos de desempenho, aos 42 dias de idade, foram selecionadas, ao acaso, 6 aves por unidade experimental (216 animais) em cada estação (inverno e verão), para avaliação do rendimento de carcaça, cortes comerciais e peso relativo de órgãos: fígado, intestinos, coração, moela e baço, conforme Figura 5.

Figura 5 - Características da carcaça: peso dos órgãos

Após jejum de alimento por oito horas, os frangos foram insensibilizados por eletronarcose, abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, escaldados, depenados e eviscerados no Matadouro - Escola da PUSP-P.

A carcaça eviscerada (com cabeça, pés e pescoço) foi resfriada por 5 horas. Após este período, foram obtidos os cortes de asa, coxa, sobrecoxa e peito sem pele. O rendimento de carcaça foi expresso em relação ao peso corporal da ave no momento do abate ($\text{peso carcaça} \times 100 / \text{peso vivo}$) e o rendimento das partes, em função do peso da carcaça eviscerada, sem penas, mas com pés, cabeça e pescoço ($\text{peso da parte} \times 100 / \text{peso carcaça}$) (MENDES et al., 2004).

O peso relativo dos órgãos foi expresso pelo peso da ave viva ($\text{peso do órgão} / \text{peso vivo} \times 100$).

Fígado

Após o abate, o fígado foi coletado e armazenado em freezer para posterior avaliação da concentração de Cu, Zn, Mn, Fe e Se. A determinação dos minerais Cu, Fe, Mn, Zn foi realizada espectrofotometria de absorção atômica e o Se por fluorimetria (AOAC, 1996).

Variáveis ambientais e meteorológicas no inverno e verão

A temperatura do ar e a umidade relativa dentro dos galpões experimentais nas diferentes estações foram registradas a cada hora, utilizando *data logger* Hobo® (Tabela 62).

Tabela 62 - Valores médios de temperatura e umidade relativa nos galpões nas diferentes estações do ano

	Inverno		Verão	
Semanas	Temp. média (°C)	UR média (%)	Temp. média (°C)	UR média (%)
1ª semana	21,79 ± 1,64	68,64 ± 7,87	26,60 ± 2,02	72,93 ± 6,65
2ª semana	23,33 ± 2,27	58,23 ± 5,80	25,68 ± 1,95	76,28 ± 5,38
3ª semana	21,80 ± 2,49	63,42 ± 6,36	27,38 ± 2,61	69,58 ± 9,63
4ª semana	19,13 ± 2,34	70,73 ± 10,04	25,95 ± 2,56	73,33 ± 10,64
5ª semana	21,38 ± 4,01	65,42 ± 10,80	26,09 ± 2,70	77,40 ± 10,01
6ª semana	22,25 ± 3,22	60,63 ± 11,54	25,84 ± 2,97	83,60 ± 11,66
Média total	21,64 ± 3,09	64,07 ± 9,99	26,26 ± 2,56	75,52 ± 10,24

As variáveis meteorológicas foram registradas pela estação eletrônica da FZEA, localizada a 300m do Setor de Avicultura. Dados de temperatura do ar, umidade relativa e pluviosidade durante o período experimental estão indicados na Tabela 63.

Tabela 63 - Dados climatológicos registrados nos diferentes períodos experimentais pela estação meteorológica

	Inverno	Verão
Pluviosidade (mm)	96,20	414,8
Temperatura do ar média (°C)	17,26	24,00
Temperatura do ar variação (°C)	3,60-31,00	17,30-35,00
Umidade relativa média (%)	78,32	81,81
Umidade relativa variação (%)	32-95	43-95

Variáveis fisiológicas

As temperaturas superficiais das aves e temperatura retal foram mensuradas em 1 ave por unidade experimental em cada estação do ano (inverno e verão).

A temperatura superficial foi obtida pela câmera de infravermelho (FLUKE TI20) e analisadas no *software* InsideIR 3.11. Foram obtidas imagens termográficas cobrindo toda a extensão das aves. As partes analisadas foram: peito, asa, crista e perna. Pelas imagens termográficas (Figuras 6 e 7) obtidas é possível observar os locais de gradiente de temperatura no corpo do animal, além de ficar evidente a diferença de temperatura do corpo do animal conforme as variáveis do ambiente (temperatura e umidade).

Com base nos dados obtidos foi determinada a temperatura superficial média (TSM) pela fórmula proposta por Faria Filho (2006): $(0,15 \text{ T perna}) + (0,70 \text{ T peito}) + (0,03 \text{ T crista}) + (0,12 \text{ T asa})$.

A temperatura retal foi medida introduzindo-se um termômetro clínico digital nas aves até que a temperatura fosse estabilizada. Todas as medidas fisiológicas foram realizadas aos 40 dias de idade, às 8h e às 14h.

Figura 6 - Variáveis fisiológicas: medida da temperatura superficial com câmera termográfica

Figura 7 - Variáveis fisiológicas: imagem termográfica obtida

6.2.6 Análise econômica

Para analisar a eficiência econômica foram considerados os preços dos fatores (custo da dieta) e do produto (frango vivo).

A margem bruta de comercialização (MB) foi obtida através do seguinte cálculo:

$$MB_i = \frac{GPT_i}{CRT_i} \times \frac{PC_i}{CD_i} \quad (3)$$

Onde PC_i representa o preço do quilo (em R\$/kg) do produto i e CD_i o custo da dieta (em R\$/kg) consumida pelo frango i no período total do

experimento, obtido em função da sua composição e dos preços dos ingredientes.

As variáveis ganho de peso total (GPT_i) e consumo total (CRT_i) foram obtidas pelos resultados do experimento no período de 1 a 42 dias de idade dos frangos de corte. O preço do produto, PC_i e dos ingredientes da ração foram levantados junto ao mercado, tendo-se como referência o Instituto de Economia Agrícola. Os cálculos de MB foram realizados considerando os preços médios.

O custo da dieta (CD) é composto pelo somatório do produto entre as quantidades de todos os seus ingredientes (QG) e seus respectivos preços (PG):

$$CD = \sum(PG \times QG) \quad (4)$$

As quantidades dos ingredientes (QG) foram previamente definidas por ocasião da formulação das dietas.

Foi calculado também o custo médio da dieta (CMD), através do CD e do consumo de ração de cada fase alimentar conforme a recomendação nutricional para o período de 1 a 42 dias de idade do frango de corte.

De forma a se obter preços históricos representativos, utilizou-se o preço mensal desses produtos no período de 5 anos. Os preços nominais foram corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor ($INPC$), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ($IBGE$), para o mês de abril de 2014, de acordo com a fórmula:

$$PQ_{corrigido,t} = PQ_{nominal,t} \times (INPC_{abr2014} / INPC_t) \quad (5)$$

Sendo $PQ_{corrigido,t}$ o preço real do ingrediente no mês t , corrigido para o mês de abril de 2014; $PQ_{nominal,t}$ o preço do ingrediente no mês t ; $INPC_{abr2014}$ índice para o mês de abril de 2014; e o $INPC_t$ o índice para o mês t . Os preços corrigidos encontram-se na Tabela 64.

Tabela 64 - Preço corrigido dos ingredientes da dieta e frango vivo aos 42 dias de idade (abril/2014)

Ingredientes	Preço médio (R\$/kg⁻¹)
Milho ¹	0,44
Farelo de soja (45%) ¹	1,11
Óleo de soja ¹	3,72
Sal comum ¹	0,62
Frango vivo ¹	2,31
Fosfato bicálcico ²	1,47
Calcário ²	0,13
L-Lisina HCL ²	3,57
DL-Metionina ²	9,15
Suplemento vitamínico ²	13,00
L-Treonina ²	5,32
Bicarbonato de Na ²	1,21
Antioxidante ²	3,58
Sulfato de Zn ²	3,04
Sulfato de Fe ²	0,84
Sulfato de Cu ²	5,63
Selenito de Na ²	91,10
Iodato de Ca ²	92,00
Óxido de Mn ²	2,29
Zn orgânico (16%) ²	7,32
Fe orgânico (16%) ²	6,74
Cu orgânico (16%) ²	11,55
Se orgânico (0,1%) ²	6,09
Mn orgânico (16%) ²	8,26

¹ Fonte: IEA – APTA² Fonte: Levantamento de dados junto aos fornecedores no mês de abril/2014

A escolha da MB para análise econômica do estudo foi decorrente de não se considerar nos cálculos os custos de processamento (fabricação da ração, mistura, transporte, entre outros). Entretanto, estes não interferem nos resultados, visto que são iguais em todos os tratamentos.

O embasamento para a utilização da MB como característica para a avaliação da eficiência econômica foi realizado de acordo com Gameiro (2009), Vidal (2011) e Caniatto et al. (2012).

6.2.7 Análise estatística

Os dados foram apurados por meio da análise de variância, utilizando o PROC GLM, através do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2).

6.3 Resultados e Discussão

Desempenho

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias encontram-se na Tabela 65.

Tabela 65 - Resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) no período de 1 a 21 dias de idade

Tratamentos	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)
Inorgânico	1167,07	890,94	847,76	1,377	99,17
Orgânico	1171,24	871,41	842,48	1,390	99,17
Redução 1/3	1200,58	896,22	852,64	1,408	98,33
Redução 2/3	1195,54	885,95	842,10	1,420	99,17
Aumento 1/3	1182,53	885,76	842,48	1,404	98,89
Aumento 2/3	1185,10	890,22	846,70	1,400	98,06
CV (%)	3,29	2,47	2,59	3,67	1,96
Estação					
Inverno	1278,23 ^a	938,36	893,06	1,433	98,89
Verão	1089,13 ^b	835,14	793,58	1,373	98,70
P valor					
Tratamento	ns	ns	ns	ns	ns
Estação	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	ns
Trat. x Estação¹	ns	<,0001	<,0001	0,0054	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

¹ Desdobramento na Tabela 66.

Verifica-se pelos resultados que não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). O CR foi influenciado apenas pela estação do ano, no qual houve redução do consumo em cerca de 14% no verão. Resultado semelhante foi observado por Oliveira et al. (2006) e Boiago et al. (2013) em frangos de corte sob estresse térmico, em relação aos animais mantidos em conforto térmico. A redução na ingestão de alimentos é decorrente da necessidade das aves em amenizar o estresse, em razão do incremento calórico.

Houve interação entre tratamento e estação do ano para PC, GP e CA (Tabela 66).

Tabela 66 - Desdobramento da interação entre tratamento e estação do ano para as características de desempenho de 1 a 21 dias de idade

	PC (g)		GP (g)		CA (g/g)	
	Estação		Estação		Estação	
Tratamentos	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Inorgânico	954,17	827,72	909,11	786,42	1,361	1,110
Orgânico	913,28	829,54	868,31	788,15	1,451	1,098
Redução 1/3	952,40	840,04	907,04	798,23	1,443	1,096
Redução 2/3	909,70	862,19	863,62	820,58	1,493	1,084
Aumento 1/3	951,45	820,07	906,31	778,66	1,436	1,090
Aumento 2/3	949,16	831,28	903,95	789,45	1,416	1,098
Contraste						
Orgs x Inorg¹	ns	ns	ns	ns	<0,0001	ns
Org x Inorg²	0,002	ns	0,002	ns	0,0014	ns
Orgs - grau 1	ns	ns	ns	ns	0,0095	ns
Orgs - grau 2	ns	0,0476	ns	0,0498	ns	ns

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

ns: não significativo

Para essas características verificou-se diferença entre o *Orgânico* x *Inorgânicos* no inverno, no qual o tratamento *Inorgânico* apresentou desempenho superior (Tabela 67). Os resultados divergem de Boiago et al. (2013) que observaram melhor desempenho zootécnico utilizando microminerais na fonte orgânica.

Para PC e GP notou-se diferença entre os níveis dos microminerais empregados na estação do verão, no qual o pior desempenho foi observado no tratamento *Aumento 1/3* (T5).

Tabela 67 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)

Inverno			
Tratamentos	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)
Orgânico	913,28 ^b	868,31 ^b	1,451 ^a
Inorgânico	954,17 ^a	909,11 ^a	1,361 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Para a CA, no inverno observou-se ainda diferença entre o tratamento *Orgânicos* x *Inorgânico*, em que a fonte tradicional de suplementação apresentou melhor CA (Tabela 68). Para essa característica, observou-se efeito linear negativo em relação aos níveis de microminerais empregados, no qual à medida que foi aumentando o nível dos minerais a CA foi melhorando (Tabela 69).

Tabela 68 - Médias de desempenho na comparação entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)

Inverno	
Tratamentos	CA (g/g)
Orgânicos	1,448 ^a
Inorgânico	1,361 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Tabela 69 - Equações de regressão para desempenho de 1 a 21 dias de idade

Características	Estação	Equação	R ²
PC	Verão	$y = 43,002x^2 - 110,47x + 894,5$	0,98
GP	Verão	$y = 42,446x^2 - 109,38x + 852,47$	0,98
CA	Inverno	$y = -0,0471x + 1,4945$	0,81

O consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias encontram-se na Tabela 70.

Tabela 70 - Resultados de desempenho: consumo de ração (CR), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) no período de 1 a 42 dias de idade

Tratamentos	CR (g)	PC (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)	IEP
Inorgânico	4546,97	2705,19	2662,00	1,708	96,11	354,77
Orgânico	4517,64	2664,13	2620,94	1,724	94,44	338,92
Redução 1/3	4570,48	2717,55	2673,97	1,709	94,76	349,30
Redução 2/3	4594,33	2688,83	2644,92	1,737	95,97	346,92
Aumento 1/3	4530,84	2670,60	2627,32	1,725	96,94	351,5
Aumento 2/3	4568,80	2720,36	2676,83	1,707	94,44	351,57
CV (%)	1,81	2,30	2,33	1,84	4,38	5,23
Estação						
Inverno	4806,14 ^a	2871,67 ^a	2826,36 ^a	1,701 ^b	94,83	373,17 ^a
Verão	4303,55 ^b	2517,22 ^b	2475,64 ^b	1,738 ^a	96,06	324,49 ^b
P valor						
Tratamento	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estação	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	ns	<,0001
Trat. x Estação	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Para o período total de criação, verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos (P>0,05). Com exceção da VC, apenas a estação do ano influenciou o desempenho zootécnico das aves, no qual o verão apresentou desempenho inferior para todas as características. Resultado semelhante foi observado por Dahlke et al. (2005) e Boiago et al. (2013), em que houve efeito negativo do estresse térmico em todas as variáveis. Este resultado se explica

pelo fato de as aves terem a capacidade de controlar sua temperatura corporal por meio de ações comportamentais, sendo o controle da ingestão de alimento uma delas. A diferença no PC, GP e CA se dá pela necessidade de utilização de energia fornecida pela ração para a manutenção da temperatura corporal.

Rendimento de carcaça e órgãos

O rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele encontram-se na Tabela 71.

Tabela 71 - Resultados de rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele aos 42 dias de idade

Tratamentos	Carcaça (%)	Cabeça e Pés (%)	Asa (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)	Dorso e Pele (%)
Inorgânico	81,25	13,36	9,79	25,91	12,98	16,77	21,37
Orgânico	81,10	13,23	9,87	25,82	13,07	16,88	21,22
Redução 1/3	81,03	13,35	9,79	25,78	13,04	16,81	21,09
Redução 2/3	80,94	13,12	9,84	26,05	13,08	16,83	21,22
Aumento 1/3	81,40	13,20	9,83	26,39	12,90	16,68	20,94
Aumento 2/3	81,03	13,28	9,75	25,97	13,02	16,80	21,17
CV (%)	0,82	2,05	1,74	2,69	2,23	1,85	1,77
Estação							
Inverno	80,64 ^b	13,13 ^b	9,82	26,53 ^a	12,84 ^b	16,56 ^b	21,06 ^b
Verão	81,61 ^a	13,38 ^a	9,81	25,45 ^b	13,19 ^a	17,03 ^a	21,27 ^a
P valor							
Tratamento	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estação	<,0001	0,0001	ns	<,0001	<,0001	<,0001	0,0204
Trat. x Estação	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Pode-se observar que não houve diferença estatística entre os tratamentos para nenhuma característica estudada. Entretanto, verificou-se diferença entre as estações do ano, exceto para Asa.

O maior rendimento em porcentagem de carcaça, cabeça e pés, coxa, sobrecoxa e dorso e pele foi verificado no verão. Já o rendimento de peito apresentou maior valor no inverno. Oliveira et al. (2006) e Oliveira Neto et al. (2000) constatarem resultado semelhante para carcaça e coxa em estresse térmico. Souza et al. (2010) encontram resultado diferente, em que o rendimento de carcaça (%) foi superior no inverno. O rendimento destes itens

foram superiores nas aves mantidas no calor em virtude do menor peso dos órgãos nessa condição ambiental.

Quando se faz essa comparação, em peso absoluto (g), verifica-se maior rendimento da carcaça e dos cortes comerciais na estação do inverno.

(Tabela 72)

Tabela 72 - Resultados do rendimento de carcaça, cabeça e pés, asa, peito, coxa, sobrecoxa e dorso e pele, em peso absoluto, nas diferentes estações do ano

	Carcaça (g)	Cabeça e Pés (g)	Asa (g)	Peito (g)	Coxa (g)	Sobrecoxa (g)	Dorso e Pele (g)
Inverno	2328,65 ^a	305,20 ^a	228,35	617,59 ^a	298,93 ^a	385,95 ^a	490,16 ^a
Verão	2101,40 ^b	280,39 ^b	206,09	535,80 ^b	277,08 ^b	357,47 ^b	447,13 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

O peso relativo dos órgãos: fígado, intestinos, coração, moela e baço encontram-se na Tabela 73.

Tabela 73 - Resultado do peso relativo dos órgãos aos 42 dias de idade

Tratamentos	Fígado (%)	Intestino (%)	Coração (%)	Moela (%)	Baço (%)
Inorgânico	1,759	2,975	0,479	1,477	0,103
Orgânico	1,739	2,997	0,468	1,488	0,101
Redução 1/3	1,758	2,984	0,488	1,505	0,100
Redução 2/3	1,764	2,982	0,481	1,461	0,106
Aumento 1/3	1,686	3,052	0,472	1,530	0,105
Aumento 2/3	1,719	3,021	0,470	1,542	0,106
CV (%)	4,66	5,43	4,58	6,02	12,77
Estação					
Inverno	1,889 ^a	3,726 ^a	0,522 ^a	1,657 ^a	0,119 ^a
Verão	1,586 ^b	2,278 ^b	0,431 ^b	1,344 ^b	0,087 ^b
P valor					
Tratamento	ns	ns	ns	ns	ns
Estação	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Trat. x Estação	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Pode-se observar que não houve diferença estatística entre os tratamentos para nenhum órgão estudado. Entretanto, verificou-se diferença entre as estações do ano, em que todos os órgãos apresentaram maior peso relativo no inverno.

Além do desempenho, a temperatura ambiente provoca mudanças adaptativas fisiológicas, entre elas, o tamanho dos órgãos metabolicamente ativos. No ambiente de alta temperatura, a redução do peso dos órgãos

corresponde à tentativa da ave de reduzir a produção de calor interno. Resultados semelhantes foram verificados por Oliveira et al. (2006) e Oliveira Neto et al. (2000). Laganá et al. (2005) verificaram diferença de peso somente para o fígado (20%).

Análise de excretas

As médias de excreção dos microminerais na fase Inicial de criação encontram-se na Tabela 74.

Tabela 74 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase Inicial (19 a 22 dias de idade)

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	23,92	349,59	120,62	0,03	150,37
Orgânico	25,99	340,62	142,67	0,23	142,54
Redução 1/3	24,23	343,29	138,78	0,21	145,96
Redução 2/3	16,44	294,81	75,22	0,13	100,45
Aumento 1/3	31,12	383,81	171,82	0,28	191,97
Aumento 2/3	35,86	396,49	208,27	0,43	173,05
CV (%)	7,05	9,13	11,93	18,52	13,62
Estação					
Inverno	26,61	303,73 ^b	157,17 ^a	0,23 ^a	150,38
Verão	25,90	399,14 ^a	128,62 ^b	0,20 ^b	151,07
P valor					
Tratamento	<,0001	0,0002	<,0001	<,0001	<,0001
Estação	ns	<,0001	<,0001	0,0349	ns
Trat. x Estação	ns	ns	ns	ns	ns
Contraste					
Orgs x Inorg¹	0,0019	ns	0,0192	<,0001	ns
Org x Inorg²	ns	ns	ns	<,0001	ns
Orgs - grau 1	ns	0,0041	ns	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico (T1)

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

Neste período, nota-se diferença entre os tratamentos e estação do ano. Para o Cu, Mn e Se houve diferença significativa entre o tratamento *Inorgânico* x *Orgânicos*, no qual a maior excreção se deu com a fonte orgânica (Tabela 75). Este resultado diverge de Pierce et al. (2005), no qual o uso da fonte orgânica (Bioplex[®], Alltech) reduziu em 75% a excreção de Cu.

Tabela 75 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Orgânicos	26,73 ^a	147,35 ^a	0,26 ^a
Inorgânico	23,92 ^b	120,62 ^b	0,03 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Para o Se ainda, houve diferença entre o tratamento *Inorgânico* x *Orgânico*, com maior excreção com a fonte orgânica (Tabela 76).

Tabela 76 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)

Tratamentos	Se (mg/kg)
Orgânico	0,03 ^b
Inorgânico	0,23 ^a

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Para o Fe, houve diferença significativa somente entre os níveis em que a excreção se apresenta de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 77).

Tabela 77 - Equação de regressão para excreção de 19 a 22 dias de idade

Microminerais	Equação	R ²
Fe	$y = 73,052x + 278,75$	0,92

Em relação à estação, a excreção de Fe foi superior no verão, enquanto de Mn e Se, no inverno. Resultados bem diferentes foram observados por Belay et al. (1990), no qual verificaram aumento da excreção fecal de Cu, Se e Mg em frangos submetidos a estresse térmico, enquanto o Fe não teve seu balanço alterado pelo calor.

As médias de excreção dos microminerais na fase de crescimento da criação encontram-se na Tabela 78.

Tabela 78 - Médias de excreção (mg/kg) dos minerais na fase de Crescimento (33 a 36 dias de idade)

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	30,09	476,97	165,91	0,02	235,90
Orgânico	30,84	416,38	163,96	0,36	232,07
Redução 1/3	28,20	368,76	147,61	0,27	245,58
Redução 2/3	21,40	375,16	93,39	0,11	193,09
Aumento 1/3	40,06	487,63	245,33	0,53	280,54
Aumento 2/3	54,33	591,32	330,65	0,75	335,79
CV (%)	7,17	13,87	7,09	20,43	13,29
Estação					
Inverno	33,88	496,84	182,03	0,36	247,30

Verão	34,43	408,56	200,25	0,32	260,36
P valor					
Tratamento	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Estação	0,0005	0,0005	0,0008	ns	ns
Trat. x Estação	0,0001	<,0001	<,0001	ns	ns
Contraste					
Orgs x Inorg¹	-	-	-	<.0001	ns
Org x Inorg²	-	-	-	<.0001	ns
Orgs - grau 1	-	-	-	<,0001	<,0001
Orgs - grau 2	-	-	-	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

¹ Desdobramento na Tabela 82.

Verifica-se pelos resultados, que houve efeito apenas do tratamento para o Se e Zn. Para o Se houve diferença entre o tratamento *Inorgânico* x *Orgânico*, com maior excreção com a fonte orgânica (Tabela 79) e entre o tratamento *Inorgânico* x *Orgânicos* (Tabela 80).

Tabela 79 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)

Tratamentos	Se (mg/kg)
Orgânico	0,36 ^a
Inorgânico	0,02 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Tabela 80 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)

Tratamentos	Se (mg/kg)
Orgânicos	0,40 ^a
Inorgânico	0,02 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Para o Zn e Se houve ainda diferença ($P < 0,05$) entre os níveis, em que a excreção se apresenta de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 81).

Tabela 81 - Equações de regressão para excreção de 33 a 36 dias de idade

Microminerais	Equação	R²
Se	$y = 0,4613x - 0,0573$	0,98
Zn	$y = 150,04x + 89,355$	0,85

Tabela 82 - Desdobramento da Interação entre tratamento e estação do ano para excreção de 33 a 36 dias de idade

	Cu (mg/kg)		Fe (mg/kg)		Mn (mg/kg)	
	Estação		Estação		Estação	
Tratamentos	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Inorgânico	28,71	31,47	560,04	393,90	150,94	180,87
Orgânico	36,20	25,48	577,14	255,61	198,47	129,45
Redução 1/3	27,94	28,46	374,54	362,99	140,34	154,88
Redução 2/3	20,27	22,52	290,97	459,35	90,53	96,25
Aumento 1/3	38,92	41,21	535,52	439,73	220,14	270,53
Aumento 2/3	51,24	57,41	642,83	539,80	291,77	369,52
Contraste						
Orgs x Inorg¹	0,0005	ns	ns	ns	0,0003	0,0128
Org x Inorg²	0,001	ns	ns	0,013	0,0003	0,0001
Orgs - grau 1	<0,0001	ns	<0,0001	ns	<0,0001	ns
Orgs - grau 2	ns	0,0476	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico (T1)² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

Para Cu no inverno e Mn em ambas as estações verificaram-se diferença ($P < 0,05$) entre os *Orgânicos* x *Inorgânicos*, no qual o tratamento *Orgânico* apresentou a maior excreção em todos os microminerais (Tabela 83).

Tabela 83 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)

Tratamentos	Inverno		Verão
	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Orgânicos	34,91 ^a	188,25 ^a	204,13 ^a
Inorgânico	28,71 ^b	150,94 ^b	180,87 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Observou-se, ainda, diferença entre o tratamento *Orgânico* x *Inorgânico* para o Cu no inverno, Fe no verão e Mn em ambas as estações, em que no inverno a excreção com minerais orgânicos foi superior (Tabela 84). Já no verão, foi observado resultado diferente, em que a menor excreção foi verificada com a fonte alternativa (orgânica). Este resultado corrobora com Bao et al. (2007), Aksu et al. (2011), Untea et al. (2011) e Manangi et al. (2012), em que a fonte orgânica promoveu a menor excreção mineral.

Tabela 84 - Médias de comparação de excreção entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)

Tratamentos	Inverno		Verão	
	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Orgânico	36,20 ^a	198,47 ^a	255,61 ^b	129,45 ^b
Inorgânico	28,71 ^b	150,94 ^b	393,90 ^a	180,87 ^a

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

O Cu, Fe e Mn no inverno apresentaram diferença (P<0,05) entre os níveis empregados, em que a excreção se apresenta de forma linear positiva, conforme aumenta a inserção de minerais orgânicos (Tabela 85). Já para o Cu, no verão, observou-se efeito quadrático positivo, com menor excreção observada com o tratamento *Redução 2/3* (T4). Estes resultados provam que pode ser fornecido uma concentração menor de minerais na forma orgânica, sem prejuízo no desempenho e com menor efeito poluente nos dejetos.

Tabela 85 - Equações de regressão para excreção de 33 a 36 dias de idade

Microminerais	Estação	Equação	R ²
Cu	Inverno	$y = 21,848x + 13,066$	0,97
Cu	Verão	$y = 24,764x^2 - 24,803x + 29,529$	0,95
Fe	Inverno	$y = 258,94x + 225,26$	0,87
Mn	Inverno	$y = 144,46x + 43,785$	0,98

Fígado

Pode-se observar que não houve diferença estatística entre os tratamentos para nenhum micromineral estudado para concentração no fígado (Tabela 86). Entretanto, verificou-se diferença entre as estações do ano. O Cu e o Se apresentaram maiores concentrações no fígado no inverno, enquanto o Fe, Mn e Zn no verão.

Tabela 86 - Concentração (mg/kg) de microminerais no fígado

Tratamentos	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Inorgânico	5,88	165,12	3,02	0,86	27,90
Orgânico	5,69	147,70	2,93	0,95	27,43
Redução 1/3	6,30	165,10	2,93	0,96	28,59
Redução 2/3	5,74	166,14	2,77	0,94	26,63
Aumento 1/3	6,31	152,35	2,93	1,03	28,92
Aumento 2/3	6,06	136,22	2,91	0,94	26,63
CV (%)	12,21	19,59	12,07	12,84	9,58
Estação					
Inverno	6,49 ^a	142,22 ^b	2,82 ^b	1,03 ^a	24,89 ^b

Verão	5,50 ^b	168,65 ^a	3,00 ^a	0,86 ^b	30,48 ^a
P valor					
Tratamento	ns	ns	ns	ns	ns
Estação	<,0001	0,0007	0,0033	<,0001	<,0001
Trat. x Estação	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste F

Em relação ao nível empregado, os resultados indicam que há uma concentração semelhante de microminerais no fígado, mesmo nos tratamentos com nível inferior de inclusão. Resultado semelhante foi encontrado por Bao et al. (2007), Britanico et al. (2012), Sunder et al. (2013). Já Cupertino et al. (2005) verificaram que níveis crescentes de Mn influenciaram de forma linear sua deposição no fígado.

Variáveis fisiológicas

As médias de temperatura superficial e retal (°C) encontram-se na Tabela 87.

Tabela 87 - Médias de temperatura superficial no período da manhã (TSMm), da tarde (TSMt) e temperatura retal no período da manhã (TRm) e tarde (TRt) em frangos com 40 dias de idade

Tratamentos	TSM m	TSM t	TR m	TR t
Inorgânico	28,04	33,01	41,52	41,83
Orgânico	29,07	33,82	41,62	41,92
Redução 1/3	28,48	32,36	41,59	41,87
Redução 2/3	28,32	32,15	41,71	41,83
Aumento 1/3	28,85	33,18	41,10	41,95
Aumento 2/3	28,33	32,65	41,48	41,74
CV (%)	4,89	2,94	0,55	0,46
Estação				
Inverno	26,83 ^b	31,10 ^b	41,45 ^b	41,72 ^b
Verão	30,20 ^a	34,66 ^a	41,75 ^a	42,00 ^a
P valor				
Tratamento	ns	0,0031	ns	ns
Estação	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Trat. x Estação	ns	ns	ns	ns
Contraste				
Orgs x Inorg¹	-	ns	-	-
Org x Inorg²	-	ns	-	-
Orgs - grau 1	-	ns	-	-
Orgs - grau 2	-	ns	-	-

TSMm: temperatura superficial média manhã

TSMt: temperatura superficial média tarde

TRm: temperatura retal manhã

TRt: temperatura retal tarde

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

Pode-se observar que houve diferença ($P < 0,05$) entre tratamento e estação do ano.

Em relação à estação do ano, as médias de todas as características foram superiores no verão. A TSM foi 3,37 e 3,56 °C mais elevada, no período da manhã e tarde, respectivamente. Em altas temperaturas, a cobertura de penas dificulta a dissipação de calor e pode, conseqüentemente, aumentar a temperatura corporal dos frangos. Entretanto, a temperatura retal, mesmo superior no verão, permaneceu dentro dos limites considerados normais, que de acordo com Welker et al. (2008), variam entre 41 e 42 °C para aves adultas.

Análise econômica

Os custos médios das dietas (CMD) e os valores de margem bruta (MB) estão na Tabela 88.

Tabela 88 - Custos médio das dietas (CMD) e margem bruta de comercialização (MB) do frango vivo

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)	MB Frango
Inorgânico	0,82	1,64
Orgânico	0,83	1,61
Redução 1/3	0,83	1,63
Redução 2/3	0,82	1,59
Aumento 1/3	0,84	1,58
Aumento 2/3	0,84	1,60
CV (%)	0,17	2,34
Estação		
Inverno	0,83	1,63 ^a
Verão	0,83	1,59 ^b
P valor		
Tratamento	<,0001	0,0024
Estação	ns	<,0001
Trat. x Estação	ns	ns
Contraste		
Orgs x Inorg ¹	<,0001	ns
Org x Inorg ²	<,0001	ns

Orgs - grau 1	ns	ns
Orgs - grau 2	ns	ns

ns: não significativo

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

¹ Valor médio de todos os tratamentos orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6) x tratamento Inorgânico (T1)

² Tratamento Orgânico (T2) x tratamento Inorgânico (T1)

Para as características econômicas, o CMD apresentou diferença significativa somente entre os tratamentos, no qual o tratamento *Inorgânico* apresentou menor CMD em relação ao tratamento *Orgânico* (Tabela 89), assim como com os *Orgânicos* (Tabela 90).

Tabela 89 - Médias de comparação das características econômicas entre o tratamento inorgânico (T1) e o tratamento orgânico (T2)

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)
Orgânico	0,83 ^a
Inorgânico	0,82 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Quando se analisa a MB, verifica-se que não houve diferença ($P > 0,05$) entre as fontes (orgânica e inorgânica) e entre os níveis. Este fato indica que pode ser empregado qualquer fonte ou nível de mineral orgânico, que o retorno gerado será semelhante.

Tabela 90 - Médias de comparação das características econômicas entre o tratamento inorgânico (T1) e os minerais orgânicos (T2+T3+T4+T5+T6)

Tratamentos	CMD (R\$/Kg)
Orgânicos	0,83 ^a
Inorgânico	0,82 ^b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F

Em relação à estação do ano, verificou-se que a MB no verão foi inferior. O sucesso ou fracasso de uma criação de frangos de corte está diretamente relacionado às condições ambientais a que os animais estão submetidos. As aves, quando expostas a elevadas temperaturas, apresentam diminuição de consumo e conseqüentemente redução do ganho de peso (BUENO & ROSSI, 2006). Estas características afetam diretamente a produção dos frangos e a rentabilidade da criação.

6.4 Conclusões

Ao se comparar as estações do ano, verifica-se um efeito negativo do verão no desempenho, variáveis fisiológicas e na análise econômica. Em relação às fontes e níveis de microminerais empregados, os resultados indicam

que a suplementação deve estar de acordo com as condições ambientais da criação, proporcionando, assim, melhor efeito produtivo, ambiental e econômico para a atividade avícola.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A. G. et al. Influence of some dietary organic mineral supplementations on broiler performance. **International Journal of Poultry Science**, v. 8, n. 3, p. 291–298, 2009.

ABREU, V. M. N., ABREU, P, G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

AHMAD, T. et al. Influence of varying sources of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. **Animal Feed Science and Technology**, v. 120, p.277-298, 2005.

AKSU, T. et al. The effects of lower levels of organically complexed minerals zinc, copper and manganese in broiler diets on performance, mineral concentration of tibia and mineral excretion **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**. v. 17, p. 141-146, 2011.

ARAUJO, J. A. et al. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS - AAFCO, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington. 1996. 1298p.

BAO, Y. M. et al. Effect of organically complexed copper, iron, manganese, and zinc on broiler performance, mineral excretion, and accumulation in tissues. **Journal Applied Poultry Research**, v. 16, p.448–455, 2007.

BAO, Y. M. et al. Trace mineral interactions in broiler chicken diets. **British Poultry Science**, v. 51, p. 109-117, 2010.

BAO, Y. M.; CHOCT, M. Trace mineral nutrition for broiler chickens and prospects of application of organically complexed trace minerals: a review. **Animal Production Science**, v. 49, p. 269-282, 2009.

BELAY, T.; WIERNUSZ, C. J.; TEETER, R. G. Mineral balance of heat distressed broilers. **Animal Science Research Report**, p.189-194, 1990.

BELAY, T. et al. Mineral balance and urinary and fecal mineral excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**. v. 71, p.1043-1047, 1992.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Effects of ambient temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. **British Poultry Science**. v. 37, p.423-433, 1996.

BUENO, L.; ROSSI, L. A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.497–504, 2006.

BOIAGO, M. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 241–247, 2013.

BORGES, C. A. Q. **Uso de minerais orgânicos na avicultura**. 2010. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/uso-minerais-organicos-avicultura-t298/141-p0.htm>>. Capturado em 01 de julho de 2014.

BRITANICO, E. B. et al. Effects of supplementing diets with amino acid chelates of copper, zinc, manganese and iron on the performance of broilers. **Philippine Journal of Veterinary Animal Science**, v.38, p.1-10, 2012.

BRUMANO, G. Mercado de carbono e os impactos da avicultura ao meio ambiente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n.6, p.722-741, 2008.

CAIRES, C. M. et al. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista Nutritime**, v.5, n° 3, p.577-583, 2008.

CANIATTO, A. R. M. **Minerais orgânicos e fitase como redutores do poder poluente de dejetos suínos**. 89f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA – USP, 2011.

CANIATTO, A. R. M. et al. Comparação entre recomendações nutricionais para frangos de corte: desempenho e análise econômica. **SOBER**, Vitória – ES, 2012.

CARLSON, M. S. et al. Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. **Journal Animal Science**, v.82, p.359-1366, 2004.

CASE C. L.; CARLSON, M. S. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. **Journal Animal Science**, v.80, p.1917-1924, 2002.

CUPERTINO, E. S. et al. Exigências de manganês para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p. 2308-2315, 2005.

DAHLKE, F. et al. Avaliação de diferentes fontes e níveis de selênio para frangos de corte em diferentes temperaturas. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 21-26, 2005.

DAI PRÁ, M. A.; ROLL, V. F. B. Novas estratégias para utilização de cama em aviários. **FACTA**, Santos, p. 229-242, 2011.

EL HUSSEINY, O.; CREGER, C. R. Effect of ambient temperature on mineral retention and balance of the broiler chicks. **Poultry Science**. v. 60. p. 1651. (Abstr.), 1981.

FARIA FILHO, D. E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição proteica para frangos expostos ao calor**. 73f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal. 2006.

FERNANDES, G. A.; FERNANDES, F. F. D.; MOUSQUER, C. J. Nutrição de frangos de corte adequada a regiões de clima Quente – Revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n. 01, p. 3045 – 3069, 2014.

FERKET, P. R. et al. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 168-182, 2002.

FIGUEIREDO JUNIOR, J. P. et al. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.513-518, 2013.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. **VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura**. Chapecó, SC – 2006.

FURLAN, L. F.; MACARI, M. Termoregulação. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funesp, p.209-230, 2002.

GAMEIRO, A. H. Avaliação econômica aplicada à zootecnia: avanços e desafios. In. SANTOS, M. V.; PRADA E SILVA, L. F.; RENNÓ, F. P.; ALBUQUERQUE, R. (Ed.). **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**. Pirassununga: Editora 5D, 2009. 215 p.

GARCIA, R. G. et al. Selecionando o material para cama de frango. **FACTA**, Santos, p. 243-253, 2011.

GHEISARI, A. A. et al. Effects of organic chelates of zinc, manganese and copper in comparison to their inorganic sources on performance of broiler chickens. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 6, p.630- 636, 2010.

GRAÑA, A. L. et al. Evaluation of nutrient excretion and retention in broilers submitted to different nutritional strategies. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, p. 161-168, 2013.

GUPTA, G., CHARLES, S. Trace elements in soils fertilized with poultry litter. **Poultry Science**, v. 78, p. 1695-1698, 1999.

HE, Z. L. et al. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, p.125-140, 2005.

JACKSON, B. P. et al. Trace element speciation in poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p.535-540, 2003.

LAGANÁ, C. et al. Influência do nível nutricional da dieta no rendimento de órgãos e gordura abdominal em frangos estressados por calor. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.6, n.2, p. 59-66 , 2005.

LEESON, S. **A new look at trace mineral nutrition of poultry: can we reduce the environmental burden of poultry manure?**. 2014. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/new-look-trace-mineral-t108/p0.htm>>. Capturado em 16 de junho de 2014.

MANANGI, M. K. et al. Impact of feeding lower levels of chelated trace minerals versus industry levels of inorganic trace minerals on broiler performance, yield, footpad health, and litter mineral concentration. **Journal Applied Poultry Research**, v. 21, p. 881-890, 2012.

MENDES, A. A. et al. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004.

MISHRA, S. K. et al. Effect of supplementation of organic minerals on the performance of broilers. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 83, p.1335–1339, 2013.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciências Agrotécnicas**, v. 29, n. 1, p. 200-207, 2005.

NOLLET, L. et al. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.592–597, 2007.

NRC-Nutrient Requirements for Poultry. Ninth Revised Edition, National Academy Press, National Research Council, Washington, D.C, 1994.

OLIVEIRA, G. A. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1398-1405, 2006.

OLIVEIRA NETO, A. R. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.183-190, 2000.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.239-252, 2008.

PALHARES, J. C. P. **Uso da cama de frango na produção de biogás**. 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA->

avicultura/administracao/artigos/uso-cama-frango-producao-t1104/124-0.htm>. Acesso em 26 de junho de 2014.

PENZ JR, A. M., BRUNO, D. G. Nutrição e meio ambiente. O que deve mudar na nutrição para atender estas novas exigências?. **FACTA**. Santos, p. 17-33, 2010.

PERDOMO, C. C. Conforto ambiental e produtividade de suínos. **Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos**, 1994, São Paulo. **Anais**. São Paulo: CBNA, p.19-26, 1994.

PEREIRA, A. A. **Fitase em rações formuladas com níveis decrescentes de proteína bruta e fósforo para poedeiras comerciais**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Tese (Doutorado), 2009.

PERIC, L. et al. Effect of Bioplex and Sel-Plex substitution inorganic trace mineral sources on performance of broilers. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 71, p. 122–129, 2007.

PIERCE, J. L. et al. Nutritional means to lower trace mineral excretion from poultry without compromising performance. **Poultry Science**, v. 84, 2005.

RABELLO, C. B. Produção de aves em clima quente. In: **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, João Pessoa-PB, 2008.

RICHARDS, J. D. et al. Trace Mineral Nutrition in Poultry and Swine. **Asian-Australasian. Journal of Animal Science**, v. 23, N. 11, p.1527 – 1534, 2010.

ROSSI, P. et al. Influence of graded levels of organic zinc on growth performance and carcass traits of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v. 16, p. 219–225, 2007.

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

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. **I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal - CBNA**, Campinas, SP, 2009.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.

SANTOS, M. J. B. et al. Fatores que interferem no estresse térmico em frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**. Artigo 162, v. 09, n. 03 p.1779-1786, 2012.

SARIPINAR, A. D. et al. The effects of lower supplementation levels of organically complexed minerals (zinc, copper and manganese) versus inorganic forms on hematological and biochemical parameters in broilers. **Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**. v. 16, p. 553-559, 2010.

SECHINATO, A. S. Minerais orgânicos na produção sustentável de aves e suínos. **Anais do II Congresso Brasileiro de Produção Animal Sustentável**. p.74-76, 2012.

SOUZA, V. L. F. et al. Efeito da automatização nas diferentes estações do ano sobre os parâmetros de desempenho, rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 175-181, 2010.

SUNDER, G. S. et al. Effect of Supplemental Organic Zn and Mn on broiler performance, bone measures, tissue mineral uptake and immune response at 35 days of age. **Current Research in Poultry Science**, v.3, p. 1-11, 2013.

TAVARES, T. et al. The effect of replacing inorganic trace minerals with organic Bioplex® and Sel-Plex® on the performance and meat quality of broilers. **Journal of Applied Animal Nutrition**, v. 2, p.1-7, 2014.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**. 2014. Disponível em <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em 25 de junho de 2014.

UNTEA, A. E. Decrease of Cu and Fe concentrations from broiler droppings using dietary organometallic compounds. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 27, p 759-768, 2011.

VIDAL, M. P. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros alimentados com diferentes grãos de cereais**. 91 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

WANG, Z. et al. Evaluation of mintrex® copper as a source of copper in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**, v.6, p. 308-313, 2007.

WELKER, J. S. et al. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

ZANETTI, M. A. Efeitos dos minerais orgânicos na nutrição de bovinos de corte e leite. **Anais do VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal**. CBNA, 2014.

ZHAO, J. et al. Effects of chelated trace minerals on growth performance, breast meat yield, and footpad health in commercial meat broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.19, p. 365-372, 2010.

ZILI, J. B.; BARROS, G. S. C. Eficiência econômica na produção de frangos de corte na região Centro-Oeste: uma análise estocástica. **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, nº01, p.71-83, 2006.

8. ANEXO

Anexo A: Parecer ético

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

CONCLUSÃO DE PARECER ÉTICO

Processo USP: 13.1.1970.74.1

Projeto: Desempenho e excreção em frangos de corte submetidos a dietas com minerais orgânicos em diferentes temperaturas ambientais

Esta Comissão solicita e compromete-se a manter total sigilo do conteúdo sobre a solicitação enviada e parecer gerado.

Pelo Comitê de Ética:

☒ Aprovação.

☐ Não aprovado.

☐ Considerado em PENDÊNCIA até esclarecimentos dos pontos levantados.

☐ Retirado de pauta.

Pirassununga, 13 de novembro de 2013.

Notifique-se o interessado.

Prof. Dr. Marco Antonio Trindade - Presidente do CEP/FZEA