

BRUNO DAMACENO FARIA

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE ORGANOMINERAIS EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae

.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Faria, Bruno Damaceno, 1989-

F224n Níveis de cálcio e de organominerais em dietas para frangos
2015 de corte na fase inicial / Bruno Damaceno Faria. – Viçosa, MG,
2015.

xiii, 44f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndice.

Orientador: Melissa Izabel Hannas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.30-34.

1. Frango - Alimentação e rações. 2. Minerais na nutrição animal. 3. Cálcio na nutrição animal. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.08527

BRUNO DAMACENO FARIA

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE ORGANOMINERAIS EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para a obtenção do título
de Magister Scientiae.

APROVADA: 18 de fevereiro de 2015

Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)

Horácio Santiago Rostagno
(Coorientador)

Adriana Helena do Nascimento Ferreira

Melissa Izabel Hannas
(Orientadora)

“ *Não sei se estou* perto ou longe demais, se peguei o rumo certo ou errado,
sei apenas que sigo em frente, vivendo dias iguais de forma diferente.
Já não caminho mais sozinho, levo comigo cada recordação,
cada vivência, cada lição, e mesmo que tudo não ande
da forma como eu gostaria, saber que já não sou
o mesmo de ontem me faz perceber
que tudo valeu a pena..”

"Nunca se esqueça de quem você é, porque é certo que o mundo não se lembrará.
Faça disso sua força. Assim, não poderá ser nunca a sua fraqueza.
Arme-se com esta lembrança, e ela nunca poderá ser usada
para magoá-lo"

Tyrion Lannister - A guerra dos tronos

Determinação, coragem e auto confiança são fatores decisivos para o sucesso.
Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos
superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser
sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.

Dalai Lama

"Costumamos aumentar nossa dor e sofrimento sendo excessivamente sensíveis, reagindo com exagero a fatos insignificantes e às vezes levando as coisas para um lado muito pessoal. Nossa tendência é a de levar fatos ínfimos muito a sério e ampliá-los de modo totalmente desproporcional, ao mesmo tempo em que permanecemos indiferentes ao que é realmente importante, àqueles fatos que têm efeitos profundos na nossa vida, além de consequências e implicações duradouras."

Dalai Lama

" Hoje eu sei que o segredo da vida não é ter tudo que você quer, mas amar tudo que você tem. Valorize o que você tem, dê valor às pessoas que realmente gostam de você. Dê mais ênfase às coisas alegres, minimize a tristeza. Não sofra por aquilo que ainda nem aconteceu, talvez o problema nem seja tão grande quanto pensamos. E se grande ele for, tenha a humildade de admitir que precisa de ajuda. Desabafe, peça um abraço. Perdemos muito tempo nos preocupando com fatos que, muitas vezes só existem em nossa mente. Não dê tanta importância a coisas tão banais. Brigue menos, discuta menos, evite estresses. Tudo é passageiro, nada vai permanecer para sempre."

Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

À minha orientadora Melissa Izabel Hannas pela orientação, ensinamentos, paciência e confiança.

Aos professores coorientadores Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno pela confiança, aprendizado e amizade.

À Dra Adriana Nascimento por ter aceitado o convite de fazer parte da banca de defesa e a Alltech do Brasil pelo auxílio na pesquisa.

Agradeço e dedico esta conquista aos meus pais pelo apoio, carinho, compreensão, pelo amor incondicional que me incentiva a buscar a realização dos meus objetivos. Por acreditarem sempre em mim, estarem sempre ao meu lado, principalmente quando mais precisei.

Às minhas madrinhas e padrinhos, tios e tias, primos e primas que sempre me apoiaram e incentivaram na minha busca profissional.

Aos amigos de trabalho e membros da equipe “Aviário F.C”, Danielle, Bruno Carvalho, Miliane, Neto, Rodrigo Knop, Valdir, Rodolfo, Sandra, Diego Ladeira, Leandro, Bruna, Mateus Santana, Vinicius, Maurílio, Lilia e Dandara pelo convívio agradável, amizade, apoio e auxílio na realização desta pesquisa.

Agradecimento especial à Rosana, Victor Sales, Gabriel Viana, Helvio Cruz e Matheus Ferreira pela amizade, carinho, companheirismo e ensinamentos.

Às minhas amigas de graduação e pós Luana, Mariele, Taiane e Cássia por estar sempre ao meu lado, todo apoio, amizade, confiança e companheirismo me ajudaram muito em mais esta etapa de minha vida.

Aos meus amigos de longas datas Alex, Bruno Lustoza, BG, Darllan, Davi, Fabiano, Kassio, Milton, Papaulo, Renato e Rodrigo agradeço a compreensão, o companheirismo e a amizade de anos.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, em especial ao Adriano, Elísio, José Lino, Carlos, Deusdeti e Mauro Godoi pelo auxílio na condução da pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, em especial ao Fernando.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial à Fernanda, Venâncio, Rosana e Cristiano.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma etapa em minha vida.

A todos vocês, muito obrigado!!

BIOGRAFIA

Bruno Damaceno Faria, filho de Paulo Roberto Faria e Odenir da Penha Damaceno Faria, nasceu em Viçosa – MG, em agosto de 1989.

Em março de 2008 iniciou a graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em maio de 2013. No mesmo ano ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na UFV, em nível de Mestrado, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2015.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS	9
DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
APÊNDICE	35
ANEXO	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos experimentais e níveis dos minerais	7
Tabela 2: Composição calculada e nutricional das dietas experimentais.....	8
Tabela 3: Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade e índice de eficiência produtiva (IEP) para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, submetidos aos diferentes tratamentos	10
Tabela 4: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta no ganho de peso (GP) das aves	11
Tabela 5: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta no consumo de ração (CR) das aves	11
Tabela 6: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a conversão alimentar (CA) das aves	12
Tabela 7: Porcentagem de cálcio (Ca), fósforo (P) e cinzas presentes na tíbia das aves submetidas aos diferentes tratamentos	13
Tabela 8: Efeito dos tratamentos sobre a concentração dos microminerais selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no fígado das aves	15
Tabela 9: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Cu (ppm) no fígado das aves	16
Tabela 10: Efeito dos tratamentos sobre a concentração dos microminerais selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no peito das aves	18

Tabela 11: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Se (ppm) no peito das aves	19
Tabela 12: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Cu (ppm) no peito das aves	19
Tabela 13: Efeito dos tratamentos sobre a concentração dos microminerais selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) excretados na cama das aves	21
Tabela 14: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Se (ppm) excretado na cama das aves	22
Tabela 15: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Mn (ppm) excretado na cama das aves	22
Tabela 16: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Zn (ppm) excretado na cama das aves	23

RESUMO

FARIA, Bruno Damaceno, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015.
Níveis de cálcio e de organominerais em dietas para frangos de corte na fase inicial. Orientadora: Melissa Izabel Hannas. Coorientadores: Horácio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foi realizado um experimento a fim de avaliar a interação entre níveis de cálcio dietéticos, mantendo a mesma relação Ca/P_{disp} e os níveis de suplementação dos organominerais Se, Cu, Fe, Zn e Mn sobre o desempenho, a deposição tecidual e os níveis de minerais nas excretas de frangos de corte. Foram utilizados 2496 pintos de corte macho da linhagem Cobb 500 com 01 (um) dia de idade, alojados até os 21 dias de idade, em 96 boxes (unidades experimentais) de 3m². O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos, em esquema fatorial 3 x 4 sendo, três níveis de cálcio dietético (8, 10 e 12 g/kg) mantendo a mesma relação Ca/P_{disp} (2:1) e quatro níveis de suplementação de organominerais (0,62; 0,72; 0,82 e 0,92 g/kg), com 08 repetições de 26 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: T1 – 8 e 0,62 G/kg; T2 – 8 e 0,72 g/kg; T3 - 8 e 0,82 g/kg; T4 – 8 e 0,92 g/kg; T5 – 10 e 0,62 g/kg; T6 – 10 e 0,72 g/kg; T7 – 10 e 0,82 g/kg; T8 – 10 e 0,92 g/kg; T9 – 12 e 0,62 g/kg; T10 – 12 e 0,72 g/kg; T11 – 12 e 0,82 g/kg; T12 – 12 e 0,92 g/kg. A suplementação de microminerais foi realizada através da adição de diferentes níveis do produto Bioplex TR SE e a suplementação de Cálcio foi realizada através da adição de níveis crescentes de calcário e fosfato. Ao final do experimento foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, a viabilidade, o índice de eficiência produtiva (IEP). Foram analisados nos tecidos (fígado e peito) e na cama a concentração dos microminerais Se, Cu, Fe, Zn e Mn e as concentrações de Ca, de P e de cinzas na tíbia. Foi observada interação significativa entre os níveis de Ca e os níveis do SM (Suplemento Mineral) para os parâmetros de desempenho, concentração de Cu no

fígado, concentração de Se e Cu no peito e concentração de Se, Mn e Zn na cama. Não foi observada interação ($P > 0,05$) para as concentrações de Ca, P e cinzas na tíbia, sendo estas influenciadas apenas pelos níveis de cálcio na dieta ($P < 0,05$). No nível recomendado de Ca na literatura de 10 g/kg é que promoveu as melhores respostas de deposição adequada dos macrominerais Ca e P no tecido ósseo e microminerais nos tecidos fígado e peito bem como menor excreção de microminerais na cama e juntamente com o nível de 0,82 g/kg do SM garantiu as melhores respostas de ganho de peso.

ABSTRACT

FARIA, Bruno Damaceno, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2015. **Calcium levels and organominerals in diets for broilers in initial phase.** Supervisor: Melissa Izabel Hannas. Co-Advisors: Horacio Santiago Rostagno and Luiz Fernando Teixeira Albino.

An experiment was conducted to evaluate the interaction between dietary calcium levels maintaining the same Ca / P ratio and the organomicrominerals supplementation levels, Se, Cu, Fe, Zn and Mn on performance, tissue deposition and mineral levels in broiler excreta. Were used 2496 male broilers from Cobb 500 with one (01) days of age, housed up to 21 days of age, in 96 boxes (experimental units) of 3m². The experimental design was completely randomized with 12 treatments in a factorial 3 x 4 with three dietary calcium levels (8, 10 and 12 g/kg) maintaining the same Ca / P ratio and four organomicrominerals supplementation levels (0,62, 0,72, 0,82 and 0,92 g/kg), with 08 repetitions of 26 birds each. The treatments were: T1 – 8 e 0,62 g/kg; T2 – 8 e 0,72 g/kg; T3 - 8 e 0,82 g/kg; T4 – 8 e 0,92 g/kg; T5 – 10 e 0,62 g/kg; T6 – 10 e 0,72 g/kg; T7 – 10 e 0,82 g/kg; T8 – 10 e 0,92 g/kg; T9 – 12 e 0,62 g/kg; T10 – 12 e 0,72 g/kg; T11 – 12 e 0,82 g/kg; T12 – 12 e 0,92 g/kg. The microminerals supplementation was carried through addition of different levels of the product Bioplex TR SE and calcium supplementation was carried through addition of increasing levels of limestone. Water and food were provided at will. At the end of the experiment were evaluated weight gain, feed intake, feed conversion, viability, productive efficiency index (IEP). Were analyzed in tissues (liver and breast) and litter the concentration of microminerals Se, Cu, Fe, Zn and Mn, and concentrations of Ca, P and ash on the tibia. Significant interaction was observed between the levels of Ca and SM levels (P <0.05) for the performance parameters, Se and Cu concentration in the liver, Se and Cu concentration in the chest, and concentration of Se, Mn, and Zn in litter. No interaction was observed

($P > 0.05$) for concentrations of Ca, P and ash in the tibia, which are influenced only by the levels of calcium in the diet ($P < 0.05$). At the recommended level of calcium in the literature of 10 kg per ton is that promoted the best deposition answers of the macro minerals Ca and P in bone and tissue microminerals in liver and chest well as lower excretion of microminerals in litter and with the level of 0.82 g/kg SM secured the best weight gain answers.

INTRODUÇÃO

Os minerais possuem papel importante na nutrição de frangos de corte, pois deficiência ou excesso dietético não permite a expressão do máximo desempenho nas distintas fases de crescimento. Entre os macrominerais, o cálcio é essencial à estrutura óssea e ao metabolismo corporal, sendo distribuído nos fluidos e nos tecidos corporais. Algumas de suas necessidades pelas aves referem-se à formação e manutenção dos ossos, a formação da casca do ovo, a transmissão de impulsos nervosos, a coagulação sanguínea, a contração muscular, a ativação de sistemas enzimáticos, e atua como coadjuvante na secreção de alguns hormônios (Macari et al., 2002; Underwood, 1999). A deposição de cálcio no esqueleto é mais intensa na fase de crescimento, assim, o conteúdo de cálcio no organismo dos pintainhos aumenta rapidamente na fase inicial, chegando ao final do primeiro mês de vida a 80% do total de cálcio da ave adulta.

A suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento terá como consequência o desequilíbrio na homeostase mineral e o desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves, ou seja, calcificação anormal dos ossos. No entanto, o cálcio em excesso pode agir como antagonista dificultando a absorção de minerais traços tais como ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio, entre outros (Smith & Kabaja, 1984; Waldroup, 1996), além disso, a inclusão de altos níveis de cálcio nos alimentos aumenta a necessidade de fósforo para frangos de corte, pois o cálcio interfere na absorção do fósforo, complexando-o em nível de intestino, tornado-o, assim, menos disponível, além de dificultar a absorção de fósforo fítico pela ave (Dale, 1983).

Minerais traços como selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) são essenciais para o desenvolvimento de frangos, pois participam em vias metabólicas do organismo animal, tendo funções fisiológicas essenciais à manutenção da vida como, na reprodução, no crescimento, no sistema imunológico, na

formação óssea e no metabolismo energético (Dieck et al., 2003; Dibner et al., 2007; Bao et al., 2007). Normalmente esses minerais são suplementados na forma de sais inorgânicos, como os sulfatos, óxidos e carbonatos, para garantir um desenvolvimento saudável e melhora da produtividade dos animais.

O National Research Council (NRC, 1994) fornece valores de exigências de minerais traços para aves, entretanto, muitos desses valores foram estimados considerando apenas a demanda que evita a ocorrência de deficiência e não as exigências que promovam máxima resposta de desempenho, qualidade de carne, menor excreção, dentre outros. Dessa forma, nutricionistas frequentemente utilizam níveis mais elevados de minerais traços, grande parte das vezes baseado em seu próprio conhecimento prático (Leeson, 2008). Rostagno et al. (2011) recomendaram níveis de suplementação para os minerais traço considerando correções em função das taxas de ganho de peso das linhagens atuais de frangos de corte. Segundo o NRC (1994), as exigências de cálcio, ferro, manganês, zinco, cobre e selênio são de 1,0%, 80, 60, 40, 8 e 0,15 mg/kg de ração para a fase de 1 a 21 dias de vida dos frangos de corte. Enquanto os níveis de suplementação recomendados por Rostagno et al. (2011) são de 0,84% de Ca, 55, 77, 71,5, 11 e 0,33 mg/kg de ração, respectivamente para ferro, manganês, zinco, cobre e selênio.

O uso de organominerais, que são quelatos formados por íons metálicos ligados por substâncias orgânicas como aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade, tem sido sugerido como alternativa na substituição de fontes inorgânicas como solução a alta inclusão dessas fontes inorgânicas e conseqüentemente a redução na excreção dos minerais. Um dos motivos é em razão dos quelatos diminuírem a

complexação dos microminerais com fibras, fitato, Ca ou P durante a digestão (Brooks et al., 2012).

Estudos recentes demonstram a diferença que existem na biodisponibilidade de minerais providos de fontes inorgânicas e orgânicas. Sahraei et al. (2013) analisando estudos mais recentes com frangos de corte alimentados a base de milho e farelo de soja, verificou que a biodisponibilidade de Zn orgânico comparado com Zn sulfato (100%) foi muito superior, obtendo valores de 147 a 200%. Brooks et al. (2012) em estudo com frangos de corte alimentados com uma dieta convencional e com altos níveis de Ca e P reportaram que, a biodisponibilidade de Mn propionato comparado com o Mn sulfato (100%) foi de 139%. Ambos os estudos basearam-se nos parâmetros de desempenho (ganho de peso e conversão alimentar) e no conteúdo dos minerais na tíbia. Liu et al. (2012) avaliando a biodisponibilidade de Cu orgânico em comparação ao Cu sulfato (100%), baseando-se nas concentrações de Cu no fígado e bile, estimou que esta foi de aproximadamente 79%. Das et al. (2010) verificaram que a substituição da fonte inorgânica de Cu por Cu orgânico (proteinato) nas dietas para frangos de corte melhorou o ganho de peso, conversão alimentar e a utilização dos nutrientes.

Partindo dessa premissa, de que os organominerais apresentam maior biodisponibilidade, Vieira (2015) avaliou a utilização de organominerais e Se levedura no desempenho e concentração dos microminerais (Fe, Mn, Zn, Cu e Se) nos tecidos (fígado, peito e tíbia) de frangos de corte até os 21 dias de idade e encontraram que uma suplementação de 11% organominerais foi suficiente para atender a exigência das aves e obter desempenho semelhante ao grupo que consumiu ração suplementada por uma fonte inorgânica (100%). Já uma suplementação de 33% da fonte de organominerais foi suficiente para garantir concentração ideal dos microminerais nos tecidos e obter menor concentração na cama. Aksu et al. (2010; 2011) também demonstraram que, não há

efeitos negativos no desempenho das aves se 1/3 dos níveis recomendados pelo NRC for substituído de fontes inorgânicas por fontes orgânicas dos microminerais. Isto demonstra que o uso de organominerais em subdosagens proporciona crescimento adequado das aves, assim como, mantêm reservas dos microminerais nos tecidos e reduz a excreção dos mesmos.

Objetivou-se avaliar a interação entre níveis de cálcio dietéticos, mantendo a mesma relação Ca/P e os níveis de suplementação dos organomicrominerais Se, Cu, Fe, Zn e Mn sobre o desempenho, a deposição tecidual e os níveis de minerais nas excretas de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo de experimentação animal utilizado neste estudo foi analisado e aprovado pelo CEUAP (Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção) da Universidade Federal de Viçosa (Minas Gerais, Brasil), processo nº 100/2014. O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Foram utilizados 2496 pintos de corte macho da linhagem Cobb 500 com 01 (um) dia de idade, com peso inicial média de 44g, obtidos do Incubatório comercial Rivelli, localizado em Mateus Leme, MG, alojados, até os 21 dias de idade, em 96 boxes (unidades experimentais) de 3m², forrados com cepilho de madeira, em um galpão de alvenaria.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 12 tratamentos (Tabela 1), em esquema fatorial 3 x 4 sendo, três níveis de cálcio dietético (8, 10 e 12 g/kg) mantendo a mesma relação Ca/P_{disp} (2:1) e quatro níveis de suplementação de organo microminerais (0,62; 0,72; 0,82 e 0,92 g/kg), com 08 repetições de 26 aves por

unidade experimental. As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas para atenderem as exigências nutricionais das aves, segundo Rostagno et al. (2011), com exceção dos níveis de microminerais e cálcio e foram suplementadas com fitase.

A suplementação de microminerais foi realizada através da adição de diferentes níveis do produto Bioplex TR SE (fornecido pela Alltech do Brasil), contendo em sua formulação 50g de Mn, 40g de Zn, 30g de Fe, 6g de Cu e 180mg de Se/kg.

A suplementação de Cálcio foi realizada através da adição de níveis crescentes de calcário e para manter a relação de Ca/P nos diferentes tratamentos foram utilizadas inclusões distintas de fosfato bicálcico e areia.

Cada unidade experimental foi equipada com bebedouro e comedouro para fornecer água e ração Ad libitum. As aves e os comedouros foram pesados no início e aos 21 dias de idade para determinar o ganho de peso, consumo de ração e a conversão alimentar. O número de aves mortas durante todo o período experimental foi quantificado, para o cálculo da viabilidade e do índice de eficiência produtiva (IEP).

$$\text{IEP} = (\text{peso médio, kg}) \times (100 - \text{mortalidade}) / (\text{idade de abate}) \times (\text{conversão alimentar}) \times 100.$$

A temperatura foi mensurada diariamente sendo registradas as temperaturas médias mínimas e máximas de 25°C e 32°C na primeira semana e de 21°C e 30°C no período restante.

Aos 21 dias de idade, uma ave de cada unidade experimental (08 aves por tratamento) foi selecionada, de acordo com a média de peso de sua respectiva unidade experimental, para ser abatida. As aves foram abatidas utilizando o método de deslocamento cervical seguido de exsanguinação.

Amostras da tíbia direita, do fígado e a porção direita da musculatura do peito foram obtidas e colocadas, separadamente, dentro de sacos plásticos, identificados com os tratamentos correspondentes e armazenados em freezer a -20°C.

As tíbias foram lavadas, limpas de todos os restos de tecido, e secas a 60°C por 72h. Em seguida foi feito o pré-desengorduramento por 4h com éter de petróleo em um recipiente de vidro. O éter foi trocado algumas vezes até sua cor manter-se clara. Após, as tíbias foram moídas e uma amostra de cada foi retirada (08 amostras por tratamento, totalizando 96 amostras), secas por 12h a 105°C e posteriormente levadas a mufla (600°C por 4h) para determinar matéria seca e cinzas respectivamente. Outra parte da amostra foi utilizada no preparo da solução mineral de Ca (cálcio) e P (fósforo), para determinar a concentração desses minerais nas tíbias. Os procedimentos para analisar Ca e P das tíbias foram baseados nas recomendações de Silva & Queiroz, (2002). Sendo que para análise de Ca o procedimento utilizado é o da absorção atômica e o do P por meio da colorimetria, ambos a partir da espectrofotometria.

Para coleta do fígado foi feito uma incisão na cavidade abdominal da ave de forma a expor as vísceras. Para análise de peito, após a retirada das penas e a desinfecção, foi coletada 01 (uma) amostra de aproximadamente 30g para cada, na matéria natural.

Amostras de cama foram coletadas a partir de um local previamente estabelecido localizado no centro de cada unidade experimental (box), no qual utilizou-se uma seção de 90cm² de material plástico e todo material contido foi coletado.

O fígado e o peito foram acondicionados em caixa de isopor, contendo gelo para manter suas características físico-químicas. As amostras de cama coletadas foram secas por 72h em estufa ventilada a 60°C e moídas, e posteriormente foram enviadas para análises no laboratório CBO Análises Laboratoriais, Campinas – SP para quantificar a concentração dos minerais manganês, zinco, ferro, cobre e selênio.

Os dados foram analisados utilizando o procedimento GLM (SAS - Statistical Analysis System). Os boxes foram a unidade experimental. O modelo incluiu os

principais efeitos dos níveis de Ca e da suplementação de microminerais e suas interações. Efeitos isolados da suplementação de microminerais foram analisados através da regressão polinomial e da decomposição dos polinômios ortogonais e os efeitos isolados dos níveis de Ca foram comparados pelo teste de média Tukey. Foi considerado efeito significativo para $P < 0,05$.

Tabela 1: Tratamentos experimentais e níveis dos minerais¹

Trat.	Ca (g/kg)	SM (g/kg)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Se (ppm)
T1	8	0,62	31	24,8	18,6	3,72	0,112
T2		0,72	36	28,8	21,6	4,32	0,130
T3		0,82	41	32,8	24,6	4,92	0,148
T4		0,92	46	36,8	27,6	5,52	0,166
T5	10	0,62	31	24,8	18,6	3,72	0,112
T6		0,72	36	28,8	21,6	4,32	0,130
T7		0,82	41	32,8	24,6	4,92	0,148
T8		0,92	46	36,8	27,6	5,52	0,166
T9	12	0,62	31	24,8	18,6	3,72	0,112
T10		0,72	36	28,8	21,6	4,32	0,130
T11		0,82	41	32,8	24,6	4,92	0,148
T12		0,92	46	36,8	27,6	5,52	0,166

¹ Os minerais foram fornecidos a partir do Suplemento Mineral (SM) o qual continha 50 g/kg de Manganês (Mn), 40 g/kg de Zinco (Zn), 30 g/kg de Ferro (Fe), 6 g/kg de Cobre (Cu) e 180 mg/kg de Selênio (Se); A suplementação de Cálcio foi realizada através da adição de níveis crescentes de calcário (37,7% de Ca) e fosfato bicálcico (24,5% de Ca e 18,5% de P).

Tabela 2: Composição calculada e nutricional das dietas experimentais

Ingredientes	Ca (g/kg)		
	8	10	12
Milho	537,40	537,40	537,40
Farelo de Soja (46%)	379,10	379,10	379,10
Óleo de Soja	35,00	35,00	35,00
Areia lavada	15,93	8,720	1,530
Fosfato Bicálcico	9,970	15,370	20,780
Calcário	9,250	11,060	12,840
Sal	4,800	4,800	4,800
DL-Metionina, 99%	2,850	2,850	2,850
L-Lisina HCl (79%), 98%	1,570	1,570	1,570
L-Treonina, 98%	0,410	0,410	0,410
Cloreto de Colina, 60%	1,000	1,000	1,000
Suplemento Vitaminico ¹	1,250	1,250	1,250
Suplemento Mineral *	0,62/0,72/0,82	0,62/0,72/0,82	0,62/0,72/0,82
	/0,92 ²	/0,92 ³	/0,92 ⁴
Anticoccidiano(Salinomicina 12%)	0,550	0,550	0,550
Antioxidante ⁵	0,100	0,100	0,100
Fitase ⁶	0,200	0,200	0,200
Total	1000,00	1000,00	1000,00
Valores Calculados			
Proteína Bruta %	21,713	21,713	21,713
Energia Met., kcal/kg.	3.000	3.000	3.000
Ca, %	0,800	1,000	1,200
P disponível, %	0,400	0,500	0,600
Na, %	0,209	0,209	0,209
Lisina Total, %	1,306	1,306	1,306
Lisina dig. %	1,200	1,200	1,200
Metionina dig, %	0,573	0,573	0,573
Met. + Cis. dig. %	0,868	0,868	0,868
Treonina dig, %	0,780	0,780	0,780
Triptofano dig., %	0,247	0,247	0,247
Arginina dig, %	1,386	1,386	1,386
Valina dig, %	0,924	0,924	0,924
Glicina+Serina Total, %	2,062	2,062	2,062

¹ Conteúdo do premix vitaminico por kg de ração: Vit. A – 8250 U.I.; Vit. D3 – 2090 U.I.; Vit. E - 31.0 U.I.; Vit. B1 - 2,20 mg; Vit. B2 - 5,50 m; Vit. B6 – 3,08 mg; Vit. B12 – 0,013 mg; Ácido Pantotênico - 11,0 g; Biotina – 0,077 mg; Vit. K3 – 1,65 mg; Ácido Fólico – 0,77 mg; Ácido Nicotínico - 33 mg.

* Níveis de suplementação dos microminerais Bioplex, respectivamente nos tratamentos: ² -T1,T2,T3 e T4, ³ -T5, T6, T7 e T8, ⁴ - T9, T10, T11 e T12.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

⁶ Concentração: 5,000 FTU/g fitase

RESULTADOS

Foi verificada interação significativa para o SM (suplemento micromineral) e os níveis de Ca sobre o GP ($P < 0,049$), CR ($P < 0,002$) e CA ($P < 0,037$) (Tabela 3). No nível de 10g de Ca/kg o SM proporcionou resposta quadrática no GP (Tabela 4), $Y = 0,435 + 1,141X - 0,622X^2$ ($R^2 = 0,86$), com maior GP com a SM de 0,917 g/kg. Enquanto nos níveis de 8 e 12g de Ca/kg o SM não influenciou o GP.

Para consumo de ração (Tabela 5), no nível de 8g de Ca/Kg o SM proporcionou resposta quadrática, $Y = 2,617 - 3,708X + 2,481X^2$ ($R^2 = 0,89$), com menor consumo de ração para a inclusão do SM em 0,747 g/kg. Porém, no nível de 10g de Ca/kg na dieta, o SM resultou em aumento linear no CR, sendo representado pela equação: $Y = 1,024 + 0,293X$ ($R^2 = 0,84$). No nível de 0,92g/kg do SM, menores CR foram verificados quando incluídos na dieta os níveis de 10 e 12g de Ca/kg.

O SM proporcionou resposta quadrática sobre a CA no nível de 8g de Ca/kg, conforme a equação, $Y = 2,429 - 2,959X + 1,981X^2$ ($R^2 = 0,97$), apresentando menor conversão para inclusão de 0,747g de SM/kg. No nível de 0,92 g/kg do SM, menor CA foi verificada quando suplementado na dieta 12g de Ca/kg de dieta (Tabela 6).

A interação ou o SM e os níveis de Ca isolados não influenciaram a viabilidade e IEP ($P < 0,05$) das aves.

Tabela 3: Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade e índice de eficiência produtiva (IEP) para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, submetidos aos diferentes tratamentos ¹

Tratamentos		Variáveis				
Ca (g/kg)	SM (g/kg)	GP (kg)	CR (kg)	CA	Viab. (%)	IEP
8	0,62	0,936	1,268	1,354	97,59	337,13
	0,72	0,938	1,247	1,330	99,04	347,52
	0,82	0,926	1,232	1,330	97,48	338,33
	0,92	0,946	1,310	1,385	97,60	336,64
10	0,62	0,907	1,212	1,336	98,56	336,51
	0,72	0,922	1,215	1,317	99,04	347,50
	0,82	0,964	1,282	1,331	97,12	349,98
	0,92	0,955	1,286	1,348	98,56	347,79
12	0,62	0,934	1,256	1,346	97,67	343,05
	0,72	0,929	1,235	1,330	99,04	345,03
	0,82	0,928	1,226	1,320	98,56	342,14
	0,92	0,935	1,233	1,320	98,08	348,32
SM	0,62	0,926	1,245	1,345	97,94	338,90
	0,72	0,930	1,232	1,326	99,04	346,68
	0,82	0,940	1,247	1,327	97,72	343,82
	0,92	0,945	1,277	1,351	98,08	344,25
Ca	0,80	0,937	1,264	1,350	97,93	340,16
	1,00	0,937	1,249	1,333	98,32	345,44
	1,20	0,931	1,238	1,329	98,33	344,63
ANOVA	Ca	0,733	0,062	0,013	0,752	0,363
	SM	0,137	0,007	0,005	0,333	0,440
	Ca x SM	0,049	0,002	0,037	0,930	0,765
	CV%	3,393	3,557	2,191	2,795	4,867

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

Tabela 4: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta no ganho de peso (GP) das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	0,936	0,907	0,934	0,129
0,72	0,938	0,922	0,929	0,614
0,82	0,926 ^a	0,964 ^a	0,928 ^a	0,032
0,92	0,946	0,955	0,935	0,469
P-valor	0,656	0,001 ^Q	0,964	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^Q-Efeito quadrático ($Y = 0,435 + 1,141X - 0,622X^2$).

^{a,b} Médias dentro da mesma linha com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 5: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta no consumo de ração (CR) das aves ¹

Tratamentos	Cálcio Dieta (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	1,268 ^a	1,212 ^a	1,256 ^a	0,034
0,72	1,247	1,215	1,235	0,339
0,82	1,232 ^a	1,282 ^a	1,226 ^a	0,023
0,92	1,310 ^a	1,286 ^{ab}	1,233 ^b	0,003
P-valor	0,004 ^Q	<0,001 ^L	0,560	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^Q-Efeito quadrático ($Y = 2,617 - 3,708X + 2,481X^2$).

^L-Efeito linear ($Y = 1,024 + 0,293X$).

^{a,b} Médias dentro da mesma linha com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 6: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a conversão alimentar (CA) das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	1,354	1,336	1,346	0,473
0,72	1,330	1,317	1,330	0,564
0,82	1,330	1,331	1,320	0,731
0,92	1,385 ^a	1,348 ^{ab}	1,320 ^b	<0,001
P-valor	<0,001 ^Q	0,198	0,257	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^Q-Efeito quadrático ($Y = 2,429 - 2,959X + 1,981X^2$).

^{a,b} Médias dentro da mesma linha com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Não foi verificado efeito do SM e interação significativa ($P > 0,05$) entre o SM e os níveis de Cálcio sobre o percentual de Ca, de P e das cinzas na tibia.

O aumento dos níveis de Ca na dieta resultou em aumento nas concentrações de Ca ($P < 0,002$), P ($P < 0,001$) e consequentemente de cinzas na tibia ($P < 0,001$) (Tabela 7).

Tabela 7: Porcentagem de cálcio (Ca), fósforo (P) e cinzas presentes na tíbia das aves submetidas aos diferentes tratamentos, com base na matéria seca ¹

Tratamentos		Variáveis		
Ca (g/kg)	SM (g/kg)	Ca (%)	P (%)	Cinzas (%)
8	0,62	16,61	9,48	51,61
	0,72	16,67	9,55	51,83
	0,82	16,51	9,85	52,10
	0,92	16,14	9,47	51,77
10	0,62	16,19	10,08	52,54
	0,72	16,61	10,13	52,53
	0,82	17,17	9,89	52,23
	0,92	17,30	10,11	52,34
12	0,62	17,05	9,65	52,31
	0,72	17,07	9,76	52,84
	0,82	17,08	10,06	52,55
	0,92	17,17	9,84	53,29
SM	0,62	16,64	9,74	52,15
	0,72	16,78	9,81	52,40
	0,82	16,92	9,93	52,29
	0,92	16,87	9,81	52,47
Ca	0,80	16,37 ^b	9,59 ^c	51,83 ^b
	1,00	16,82 ^a	10,05 ^a	52,41 ^a
	1,20	17,09 ^a	9,83 ^b	52,75 ^a
ANOVA	Ca	0,002	<0,001	<0,001
	SM	0,194	0,326	0,296
	Ca x SM	0,242	0,153	0,066
	CV%	4,703	3,740	1,143

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^{a, b, c} Médias dentro da mesma coluna que apresentam letras diferentes diferem entre si (P < 0,05).

Os níveis de SM e Ca das dietas não influenciaram (P > 0,05) as concentrações de Fe e Zn no fígado.

O SM na dieta resultou em aumento linear na concentração de Se (P < 0,016) e Mn (P < 0,001) no fígado, sendo representados pelas equações $Y = 0,084 + 0,165X$ ($R^2 = 0,11$) e $Y = 1,206 + 1,529X$ ($R^2 = 0,17$) respectivamente. Houve interação entre os níveis do SM e os níveis de Ca na concentração de Cu (Tabela 8). No nível de 10 g de Ca/kg, o SM proporcionou aumento linear na concentração de Cu no fígado, de acordo

com a equação $Y = -17,105 + 38,134X$ ($R^2 = 0,85$). Na inclusão de 12g de Ca/kg de dieta, o SM resultou em efeito quadrático sobre a concentração de Cu no fígado, $Y = 228,039 - 535,832X + 326,713X^2$ ($R^2 = 0,99$), sendo a menor deposição de Cu com a inclusão de 0,82g de SM /kg de dieta.

No menor nível de inclusão do SM a maior concentração de Cu no fígado foi observada quando utilizado o nível de 12g de Ca/kg.

Tabela 8: Efeito dos tratamentos sobre a concentração dos microminerais selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no fígado das aves, com base na matéria natural ¹

Tratamentos		Minerais (ppm)				
Ca (g/kg)	SM (g/kg)	Se	Cu	Fe	Mn	Zn
8	0,62	0,179	7,526	124,08	2,061	28,093
	0,72	0,198	9,266	133,51	2,369	28,681
	0,82	0,229	11,924	124,58	2,561	27,991
	0,92	0,240	16,154	119,96	2,765	30,386
10	0,62	0,194	7,606	106,70	2,264	25,334
	0,72	0,204	10,128	113,46	2,445	26,927
	0,82	0,229	11,410	123,55	2,564	27,315
	0,92	0,228	19,890	127,51	2,548	27,945
12	0,62	0,183	21,525	119,74	2,050	25,597
	0,72	0,213	11,265	112,53	2,196	28,335
	0,82	0,205	8,680	122,37	2,329	32,533
	0,92	0,236	11,488	143,42	2,443	29,544
SM	0,62	0,185	12,219	116,84	2,125	26,341
	0,72	0,205	10,220	119,83	2,337	27,981
	0,82	0,221	10,671	123,50	2,485	29,280
	0,92	0,235	15,844	130,30	2,585	29,292
Ca	8	0,211	11,218	125,53	2,439	28,788
	10	0,213	12,258	117,80	2,455	26,880
	12	0,209	13,240	124,52	2,254	29,002
ANOVA	Ca	0,950	0,522	0,630	0,075	0,178
	SM	0,016 ^{L1}	0,030	0,576	<0,001 ^{L2}	0,137
	Ca x SM	0,941	<0,001	0,689	0,829	0,582
CV		26,02	57,73	28,42	16,19	17,63

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^{L1}-Efeito linear ($Y = 0,084 + 0,165X$).

^{L2}-Efeito linear ($Y = 1,206 + 1,529X$).

Tabela 9: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Cu (ppm) no fígado das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	7,526 ^b	7,606 ^{ab}	21,525 ^a	<0,001
0,72	9,266	10,128	11,265	0,852
0,82	11,924	11,410	8,680	0,616
0,92	16,154	19,890	11,488	0,064
P-valor	0,088	0,005 ^L	0,003 ^Q	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^L-Efeito linear ($Y = -17,105 + 38,134X$).

^Q-Efeito quadrático ($Y = 228,039 - 535,832X + 326,713X^2$).

^{a-b} Médias dentro da mesma linha que apresentam letras diferentes diferem entre si.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis do SM e de Ca sobre as concentrações de Fe e Zn no peito das aves (Tabela 10).

O SM proporcionou aumento linear ($P < 0,037$) na concentração de Mn no peito das aves, $Y = 0,145 + 0,045X$ ($R^2 = 0,01$). Os níveis de Ca na dieta influenciaram as concentrações de Mn no peito das aves, obtendo menor concentração de Mn observada com 10g de Ca/kg. Foi verificada interação entre o SM e os níveis de Ca nas concentrações de Se e Cu no peito das aves (Tabelas 11 e 12). No nível de 8g de Ca/kg de dieta o SM resultou efeito quadrático na concentração de Se, $Y = -0,464 + 1,372X - 0,884X^2$ ($R^2 = 0,77$), com maior concentração de Se obtida com o SM de 0,776 g/kg de dieta.

Para os níveis de 10 e 12g de Ca/kg o SM proporcionou aumento linear na concentração de Se no peito, conforme as respectivas equações, $Y = 0,017 + 0,061X$ ($R^2 = 0,68$), e $Y = 0,018 + 0,061X$ ($R^2 = 0,73$).

No nível de 8g de Ca/kg o SM resultou em resposta quadrática sobre a concentração de Cu no peito das aves, conforme a equação $Y = 20,953 - 39,928X + 20,863X^2$ ($R^2 = 0,81$), com a menor concentração de Cu obtida com 0,957g de SM/kg. E

para o nível de 12g de Ca/kg o SM proporcionou resposta quadrática conforme a equação $Y = -37,892 + 99,906X - 57,094X^2$ ($R^2 = 0,99$), com maior concentração de Cu obtida com inclusão de 0,875g de SM/kg.

No maior nível do SM a maior concentração de Se no peito das aves foi verificada quando adicionado os níveis de 10 e 12g de Ca/kg. Já em ambos os níveis de 0,82 e 0,92g de SM /kg, a maior concentração de Cu no peito das aves foi encontrada quando adicionado o nível 12g de Ca/kg.

Tabela 10: Efeito dos tratamentos sobre a concentração dos microminerais selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) no peito das aves, com base na matéria natural ¹

Tratamentos		Minerais (ppm)				
Ca (g/kg)	SM (g/kg)	Se	Cu	Fe	Mn	Zn
8	0,62	0,049	4,023	5,79	0,178	6,830
	0,72	0,059	3,605	6,67	0,186	7,491
	0,82	0,073	1,656	6,92	0,213	7,411
	0,92	0,048	2,073	6,30	0,186	7,306
10	0,62	0,050	2,623	6,29	0,163	7,488
	0,72	0,069	1,441	6,76	0,151	7,268
	0,82	0,066	1,809	5,57	0,174	7,989
	0,92	0,071	1,738	5,69	0,143	8,266
12	0,62	0,060	2,176	5,13	0,166	7,636
	0,72	0,056	4,223	6,22	0,176	7,459
	0,82	0,065	5,861	7,71	0,221	7,619
	0,92	0,078	5,624	8,48	0,191	8,020
SM	0,62	0,053	2,940	5,73	0,169	7,318
	0,72	0,061	3,090	6,55	0,171	7,406
	0,82	0,068	3,109	6,73	0,203	7,673
	0,92	0,065	3,145	6,83	0,173	7,864
Ca	0,80	0,057	2,839	6,42	0,191 ^a	7,260
	1,00	0,06 ^a	1,903	6,07	0,158 ^b	7,753
	1,20	0,065	4,471	6,89	0,189 ^a	7,683
ANOVA	Ca	0,045	<0,001	0,415	0,006	0,203
	SM	0,001	0,983	0,400	0,037 ^L	0,367
	Ca x SM	0,001	<0,001	0,233	0,828	0,827
CV		21,85	61,50	37,82	25,20	15,65

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^L- Efeito linear ($Y = 0,145 + 0,045X$).

^{a-b} Médias dentro da mesma coluna que apresentam letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

Tabela 11: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Se (ppm) no peito das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	0,049	0,050	0,060	0,196
0,72	0,059	0,069	0,056	0,154
0,82	0,073	0,066	0,065	0,460
0,92	0,048 ^b	0,071 ^a	0,078 ^a	<0,001
P-valor	<0,001 ^Q	0,010 ^{L1}	0,014 ^{L2}	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^Q-Efeito quadrático ($Y = -0,464 + 1,372X - 0,884X^2$).

^{L1}-Efeito linear ($Y = 0,017 + 0,061X$).

^{L2}-Efeito linear ($Y = 0,018 + 0,061X$).

^{a-b} Médias dentro da mesma linha que apresentam letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

Tabela 12: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Cu (ppm) no peito das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	4,023	2,623	2,176	0,131
0,72	3,605 ^a	1,441 ^a	4,223 ^a	0,011
0,82	1,656 ^b	1,809 ^b	5,861 ^a	<0,001
0,92	2,073 ^b	1,738 ^b	5,624 ^a	<0,001
P-valor	0,037 ^{Q1}	0,634	<0,001 ^{Q2}	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^{Q1}- Efeito quadrático ($Y = 20,953 - 39,928X + 20,863X^2$).

^{Q2}-Efeito quadrático ($Y = -37,892 + 99,906X - 57,094X^2$).

^{a-b} Médias dentro da mesma linha que apresentam letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

O SM proporcionou aumento linear nas concentrações de Cu ($P < 0,024$) e Fe ($P < 0,001$) na cama das aves, conforme as equações: $Y = 20,851 + 15,915X$ ($R^2 = 0,08$) e $Y = 964,071 + 768,073X$ ($R^2 = 0,18$), respectivamente (Tabela 13).

Os níveis de Ca influenciaram a concentração de Fe na cama com menor valor observado para a inclusão de 10g de Ca/kg de dieta. Interações entre o SM e o nível de

Ca foram verificadas para as concentrações de Se ($P < 0,001$), Mn ($P < 0,001$) e Zn ($P < 0,018$) (Tabelas 14, 15 e 16).

Para o Se, no nível de 10g de Ca/kg o SM proporcionou efeito quadrático, $Y = -1,245 + 3,678X - 2,219X^2$ ($R^2 = 0,99$), com a maior concentração verificada com 0,829g de SM/kg. No nível de 12g de Ca/kg o SM resultou em aumento linear na concentração de Se na cama, conforme a equação $Y = 0,102 + 0,199X$ ($R^2 = 0,48$).

Para a concentração de Mn na cama, no nível de 8g de Ca/kg o SM proporcionou efeito quadrático, o qual é representado por $Y = -230,792 + 1127,829X - 707,531X^2$ ($R^2 = 0,99$), com maior concentração do Mn na cama para a inclusão de 0,797 g/kg do SM. Já para os níveis de 10 e 12g de Ca/kg o SM resultou em efeito linear sobre a concentração de Mn na cama, conforme as equações: $Y = 7,458 + 248,734X$ ($R^2 = 0,94$) e $Y = 145,004 + 124,656X$ ($R^2 = 0,97$), respectivamente.

Em todos os níveis de Ca (8, 10 e 12 g/kg), o SM resultou em aumento linear nas concentrações de Zn na cama, de acordo com as equações $Y = 72,122 + 102,258X$ ($R^2 = 0,91$), $Y = 20,482 + 148,894X$ ($R^2 = 0,96$) e $Y = 32,444 + 146,660X$ ($R^2 = 0,94$), respectivamente.

Nos níveis de 0,62 e 0,92g de SM/kg de dieta menor concentração de Se na cama foi verificada quando suplementado na dieta o nível de 10g de Ca/kg.

Para o Mn, nos níveis de 0,62 e 0,72g de SM/kg menor concentração deste mineral foi verificada quando suplementado na dieta o nível de 10g de Ca/kg. No nível de 0,82g de SM/kg, menor concentração de Mn foi verificada quando utilizado os níveis de 8 e 10g de Ca/kg. Já no nível de 0,92g de SM/kg menor concentração de Mn na cama foi determinada quando utilizado o nível de 8g de Ca/kg na dieta.

Apenas no nível de 0,72g de SM/kg menor concentração de Zn foi verificada quando suplementado na dieta os níveis de 10 e 12g de Ca /kg.

Tabela 13: Efeito dos tratamentos sobre a concentração dos microminerais selênio (Se), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) excretados na cama das aves, com base na matéria seca ¹

Tratamentos		Minerais (ppm)				
Ca dieta (g/kg)	SM (g/kg)	Se	Cu	Fe	Mn	Zn
8	0,62	0,234	28,938	1562,19	196,886	132,331
	0,72	0,249	29,455	1547,61	213,264	148,234
	0,82	0,260	36,155	1599,65	219,481	160,574
	0,92	0,276	34,100	1704,48	207,558	162,304
10	0,62	0,184	29,630	1304,23	167,561	116,114
	0,72	0,248	29,940	1413,41	182,594	121,984
	0,82	0,284	35,715	1512,30	201,659	144,023
	0,92	0,259	37,034	1538,34	244,118	158,399
12	0,62	0,239	35,530	1521,66	222,910	126,316
	0,72	0,244	33,684	1540,56	231,845	136,503
	0,82	0,229	31,716	1567,33	251,186	146,951
	0,92	0,310	35,376	1854,10	258,015	171,720
SM	0,62	0,219	31,366	1462,69	195,786	124,920
	0,72	0,247	31,026	1500,53	209,234	135,573
	0,82	0,258	34,529	1559,76	224,109	150,516
	0,92	0,282	35,503	1698,97	236,563	164,141
Ca	8	0,255	32,162	1603,48 ^a	209,30	150,86
	10	0,243	33,080	1442,07 ^b	198,98	135,13
	12	0,255	34,077	1620,91 ^a	240,99	145,37
ANOVA	Ca	0,244	0,451	<0,001	<0,001	<0,001
	SM	<0,001	0,024 ^{L1}	<0,001 ^{L2}	<0,001	<0,001
	Ca x SM	<0,001	0,137	0,273	<0,001	0,018
CV		12,56	18,24	10,54	7,35	7,22

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^{L1}-Efeito linear ($Y = 20,851 + 15,915X$).

^{L2}-Efeito linear ($Y = 964,071 + 768,073X$).

^{a-b} Médias dentro da mesma coluna que apresentam letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

Tabela 14: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Se (ppm) excretado na cama das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	0,234 ^a	0,184 ^b	0,239 ^a	0,001
0,72	0,249	0,248	0,244	0,947
0,82	0,260 ^a	0,284 ^a	0,229 ^a	0,003
0,92	0,276 ^{ab}	0,259 ^b	0,310 ^a	0,006
P-valor	0,059	<0,001 ^Q	<0,001 ^L	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^Q-Efeito quadrático ($Y = - 1,245 + 3,678X - 2,219X^2$).

^L-Efeito linear ($Y = 0,102 + 0,199X$).

^{a-b} Médias dentro da mesma linha que apresentam letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

Tabela 15: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Mn (ppm) excretado na cama das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	196,886 ^a	167,561 ^b	222,910 ^a	<0,001
0,72	213,264 ^a	182,594 ^b	231,845 ^a	<0,001
0,82	219,481 ^{bc}	201,659 ^c	251,186 ^a	<0,001
0,92	207,558 ^b	244,118 ^a	258,015 ^a	<0,001
P-valor	0,039 ^Q	<0,001 ^{L1}	<0,001 ^{L2}	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^Q-Efeito quadrático ($Y = - 230,792 + 1127,829X - 707,531X^2$).

^{L1}-Efeito linear ($Y = 7,458 + 248,734X$).

^{L2}-Efeito linear ($Y = 145,004 + 124,656X$).

^{a,b,c} Médias dentro da mesma linha que apresentam letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

Tabela 16: Desdobramento da interação entre SM e níveis de Ca (g/kg) na dieta sobre a concentração de Zn (ppm) excretado na cama das aves ¹

Tratamentos	Cálcio (g/kg)			P-valor
	8	10	12	
SM (g/kg)				
0,62	132,331 ^a	116,114 ^a	126,316 ^a	0,009
0,72	148,234 ^a	121,984 ^b	136,503 ^{ab}	<0,001
0,82	160,574 ^a	144,023 ^a	146,951 ^a	0,004
0,92	162,304 ^a	158,399 ^a	171,720 ^a	0,036
P-valor	<0,001 ^{L1}	<0,001 ^{L2}	<0,001 ^{L3}	

¹ Médias representam 8 unidades experimentais com 26 aves por unidade experimental.

^{a-b} Médias dentro da mesma linha que apresentam letras diferentes diferem entre si (P < 0,05).

^{L1} -Efeito linear (Y = 72,122 + 102,258X).

^{L2} -Efeito linear (Y = 20,482 + 148,893X).

^{L3} -Efeito linear (Y = 32,444 + 146,660X).

DISCUSSÃO

Em todos os níveis do SM das dietas utilizado neste trabalho, as concentrações dos microminerais por Kg de ração foram inferiores aos níveis recomendados pelo NRC (1994) e por Rostagno et al. (2011).

Pesquisas com minerais de fontes inorgânicas demonstram a relação de antagonismo existente entre o macromineral Ca e alguns microminerais traços como manganês, ferro e zinco. Porém muitos trabalhos já relatam uma possível redução dessa relação de antagonismo quando os microminerais são suplementados, a níveis muito inferiores aos recomendados, a partir de fontes orgânicas.

A resposta nas variáveis de desempenho observadas sobre o GP, CR e CA confirmam a hipótese de inter-relação entre os níveis de macromineral Ca e os microminerais traço suplementados na dieta, uma vez que foram observadas interações entre os tratamentos na fase inicial dos frangos de corte.

Quando utilizado o nível de 10g de Ca por quilo de dieta a suplementação mineral próxima de 0,82g do SM por quilo de dieta garantiu melhor resposta de GP. Nos níveis de Ca acima ou abaixo da recomendação o ganho de peso não foi influenciado, evidenciado assim a importância da definição adequada de níveis de Ca tanto quanto da suplementação dos microminerais a partir de fontes orgânicas.

As respostas observadas sobre o CR foram distintas e também dependentes do nível de Ca e de SM. Nas menores concentrações de Ca o maior nível de SM promoveu aumento do CR, uma vez que estes apresentaram resposta quadrática e aumento linear com os níveis de SM utilizados. Enquanto no maior nível de Ca este efeito não foi observado, possivelmente resultado do excesso de Ca na dieta.

As respostas verificadas sobre o GP e CR justificam a CA, onde no menor nível de Ca o uso de maior nível do SM estimulou o CR promovendo piora na CA. Efeitos verificados de desempenho confirmam a influência do Ca sobre a CA, relacionados ao CR das aves.

Esses resultados são semelhantes ao encontrado por Bao et al. (2007), que observaram melhor desempenho das aves no grupo que foi alimentado com a dieta que continha níveis médios de minerais orgânicos, os quais eram parecidos com os níveis utilizados neste trabalho e menores aos recomendados pelo NRC (1994). Corroborando esses resultados Peric et al. (2007) e Nollet et al. (2008) também verificaram que a suplementação mineral orgânica em níveis menores que os praticados atualmente com inorgânicos não causa nenhum dano ao desempenho de frangos de corte. Em ambos os trabalhos também se pode verificar que níveis de Ca inferiores a 10 e 12 g/kg e superiores a 8 g/kg de ração e utilizando-se fonte orgânica de minerais, promovem desempenho favorável a frangos de corte.

Avaliando o efeito de níveis crescentes de Ca na ração, Qian et al.(1997) e Alves et al. (2000a) observaram uma redução do consumo e ganho de peso à medida que o nível da ração aumentava. Entretanto, Pizzolante (2000) não observou diferenças significativas para desempenho. Alves et al. (2002) também verificou redução do CR à medida que aumentou o nível de Ca nas dietas. Essa redução do consumo a partir do aumento dos níveis de Ca pode estar relacionada a elevação do Ca iônico no sangue, inibindo o apetite das aves (Lobaugh et al. 1981). Essa redução do consumo leva a uma menor disponibilidade e utilização de nutrientes, a qual, segundo Shafey & Mc Donald (1991), se deve a uma diminuição da digestão de nitrogênio. Shafey (1988), entretanto, atribui essa menor utilização ao aumento da população da microflora intestinal, causando irritação na mucosa intestinal crescente, ao passo que Salter (1973) acredita em um aumento da espessura da mucosa, o que impediria uma absorção intestinal adequada e diminuiria o trânsito da dieta.

Sobre o desenvolvimento do tecido ósseo as respostas foram dependentes apenas dos níveis de Ca utilizados, tendo sido aumentado de forma positiva à deposição de Ca e cinzas pelo aumento do nível de Ca e de forma negativa, uma vez que no nível de Ca intermediário de 10g por quilo é que atende a recomendação de Rostagno et al. (2011), a deposição de fósforo, ou seja, o maior nível de Ca prejudicou a deposição de P na tíbia das aves.

Níveis elevados de cálcio na ração podem prejudicar a eficiência da fitase, a qual foi utilizada em todas as dietas experimentais desta pesquisa, e interferir na absorção de cálcio, fósforo, zinco e manganês, e níveis muito baixos prejudicam a absorção de fósforo, reduzindo conseqüentemente a concentração desses minerais na tíbia (Schoulten et al., 2002).

De acordo com Furtado (1991), a absorção adequada de P só ocorre se a concentração de Ca na dieta for ideal. A deficiência de Ca limita o aproveitamento do P absorvido e o excesso tende a reagir com o P, formando compostos insolúveis na luz intestinal, reduzindo, conseqüentemente, sua concentração na tíbia das aves.

Shafey et al. (1991) notaram que a alta concentração de cálcio na ração eleva o pH no conteúdo do Inglúvio e íleo, mas não influencia o pH dos demais segmentos do trato gastrintestinal de frangos, sugerindo que a elevação do pH intestinal, em função da elevação do nível de cálcio da ração, reduz a fração solúvel de minerais e a sua disponibilidade para a absorção. Conforme o NRC (1994), a exigência de cálcio para frangos de 1 a 21 dias é de 1% para rações com 3200 kcal/kg. Porém, Karunajeewa (1976) concluiu que 0,60% de cálcio e 0,57% de fósforo são suficientes para a adequada taxa de crescimento e formação óssea quando os minerais estão presentes em formas altamente disponíveis.

No presente trabalho a interação entre os níveis de Ca e do SM influenciou somente a concentração de Cu no fígado e de Se e Cu no peito. Enquanto a suplementação mineral apenas influenciou a concentração de Se no fígado e Mn no fígado e peito.

Estas respostas corroboram que embora os níveis de Ca maiores possam afetar a utilização dos microminerais, estes efeitos possivelmente foram minimizados pelo uso de fontes de organominerais com elevada biodisponibilidade, uma vez que permitiram aumento das concentrações de Se e Mn no fígado e peito, enquanto não houve redução nas concentrações de Fe e Zn. A fonte de Se e Mn presente nos organominerais permitiu efetivamente o aumento da deposição destes nos tecidos. Para o selênio é importante considerar que diversas pesquisas com fontes de selênio na forma de sal inorgânico não apresentaram resultados positivos sobre o aumento da concentração deste mineral no

peito. Sendo este micromineral de interesse para a indústria, uma vez que atualmente busca-se incrementar a concentração deste na alimentação humana e favorecer as características produtivas em frangos de corte.

Bao et al. (2007) verificaram que as concentrações de minerais traços (Cu, Fe, Mn e Zn) no fígado das aves alimentadas com uma dieta controle, sem suplementação mineral, foram superiores do que nas aves com suplementação (três níveis com minerais orgânicos e um inorgânico). Resultados similares foram atribuídos a um efeito de diluição, como resultado da rápida taxa de crescimento nas dietas adequadas e taxa de crescimento lento na dieta controle (Roth 2003).

Ao et al. (2009) trabalhando com diferentes formas de Zn e Cu no desempenho e conteúdo dos minerais nos tecidos de frangos de corte encontraram que, a concentração de Cu no fígado foi reduzida pela suplementação de Zn. O conteúdo de Zn na mucosa duodenal foi significativamente aumentado pela adição de Zn orgânico nas dietas, assim como o conteúdo de Cu na mucosa duodenal também foi aumentado pela adição de ambos Zn e Cu orgânico.

Schoulten et al. (2002) verificaram que o aumento do nível de Ca provocou redução na absorção de Mn. Enquanto Sebastian et al. (1996) não verificaram influência significativa do nível de cálcio da ração na retenção relativa de manganês, em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, quando aumentaram o nível de cálcio da ração de 0,60 para 1,25%.

Li et al. (2005) trabalhando com biodisponibilidade de Mn em dietas com alto nível de Ca (18,5 g/kg) e nível normal de Ca (11,7 g/kg) verificaram que Mn orgânico com força de quelação moderada ou forte poderia parcialmente ou completamente resistir ao efeito antagônico do aumento de cálcio na dieta durante a digestão, bem

como apresentar biodisponibilidade relativa superior que em condições normais de cálcio nas dietas.

Boiago (2010) observou efeito significativo do fator fonte de microminerais sobre a concentração dos mesmos na carne, sendo maiores as concentrações de Se e Mn quando se utilizou a fonte orgânica. Boiago (2006), ao utilizar diferentes concentrações e fontes de selênio na alimentação de frangos de corte encontrou maior deposição do mesmo na carne do peito das aves quando se utilizou a fonte orgânica, independente da concentração utilizada (0,3 ou 0,5 mg/kg). Observou também melhores resultados para os parâmetros de qualidade de carne, como perdas por gotejamento e oxidação lipídica, quando utilizado o Se na forma orgânica, reforçando a hipótese da importância dos microminerais, principalmente o selênio, na preservação da integridade da parede celular e na prevenção da oxidação lipídica, diminuindo assim a porcentagem de líquido exsudado.

. Os resultados verificados para a concentração de microminerais Cu e Fe na cama refletiram apenas o aumento do SM, apresentando maior concentração à medida que se aumentou a inclusão do SM na dieta. Enquanto a interação entre os níveis de Ca e a SM confirmou que níveis de Ca interferem nos níveis de absorção e consequentemente excreção dos microminerais sendo a excreção reduzida quando utilizado o nível recomendado por Rostagno et al. (2011) de 10 kg por tonelada de Ca, conforme observado nos resultados obtidos de Se, Mn e Zn excretados. .

Bao et al. (2007) também verificaram aumento linear na excreção dos microminerais traços Cu, Mn, Zn e Fe, com aumento do consumo destes. Assim, as aves nas quais foram submetidas ao tratamento com nível de 0,82 G/kg do SM e 10 G/kg de Ca e asseguraram o melhor desempenho, tiveram menor excreção do que os tratamentos com maior nível de inclusão do SM. Trabalhando com microminerais traços de fontes

orgânicas, porém avaliando a interação entre eles, Bao et al. (2010) verificaram em um dos experimentos que, acrescentando Cu, Fe, Mn e Zn em conjunto não só afetou as concentrações dos minerais trações, mas também influenciou a excreção de Ca e P. Mostraram também que Mn por si só aumentou somente a excreção de Mn e não tiveram efeito na excreção dos outros minerais. Quando compararam a suplementação de Mn com a suplementação combinada de Zn, Mn, Cu e Fe, não houve efeito adicional na excreção de Mn, mas houve redução na excreção de Ca e aumento na excreção de Cu e Fe.

. El-Husseiny et al. 2012 utilizando 50% da recomendação pelo NRC dos microminerais Zn, Mn e Cu na forma orgânica e com 10,7 e 9g de Ca /kg de dieta, obtiveram melhor desempenho, rendimento de carcaça e menor excreção desses minerais, comparado ao grupo que recebeu dieta com 100% da recomendação sob a forma inorgânica. Manangi et al. (2012) comparando o impacto do uso de baixos níveis dos microminerais Zn, Cu e Mn suplementados com fontes orgânicas contra os níveis industriais dos mesmos minerais suplementados com fonte inorgânica verificou que, houve redução na concentração destes microminerais na cama das aves alimentadas com Zn, Cu e Mn de fontes orgânicas em 40, 74 e 35% respectivamente. Na tibia, não houve diferença nas concentrações destes minerais, com exceção do Mn, nem Ca e P, além de não ter sido verificado diferença no rendimento de carcaça comparado com altos níveis de suplementação de fontes inorgânicas.

CONCLUSÃO

Embora exista um antagonismo entre o cálcio e alguns microminerais, a suplementação de microminerais a partir de fontes orgânicas proporciona maior biodisponibilidade, redução na interação, melhor absorção e conseqüentemente melhor

aproveitamento destes minerais pelo organismo das aves, favorecendo adequada deposição tecidual (peito e fígado) e menor excreção.

No nível recomendado de Ca na literatura de 10g por quilo é que promoveu as melhores respostas de deposição adequada dos macrominerais Ca e P no tecido ósseo e microminerais nos tecidos fígado e peito bem como menor excreção de microminerais na cama e juntamente com o nível de 0,82 g/kg do SM garantiu as melhores respostas de ganho de peso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSU, D.S., AKSU, T., ÖZSOY, B. and BAYTOK, E. The effects of replacing inorganic with a lower level of organically complexed minerals (Cu, Zn and Mn) in broiler diets on lipid peroxidation and antioxidant defense systems. **Asian-Australian Journal of Animal Science**. 8: 1066-1072, 2010.
- AKSU, T., ÖZSOY, B., AKSU, D.S., YORUK, M.A. and GUL, M. The effects of lower levels of organically complexed zinc, copper and manganese in broiler diets on performance, mineral concentration of tibia and mineral excretion. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**. 17: 141-146, 2011.
- AO, T., PIERCE, J.L., POWER, R., PESCATORE, A.J. et al. Effects of feeding different forms of zinc and copper on the performance and tissue mineral content of chicks. **Poult. Sci**. 88:2171-2175, 2009.
- ALVES, E. L.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, E. C.; TORRES, D. M.; MUNIZ, E. B. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte de 0 a 4 semanas de idade, criados em cama. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2000.
- ALVES, E. L.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A.G., RODRIGUES, P.B, OLIVEIRA, A.I.G. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 26:1305-1312, 2002.
- BAO, Y. M.; CHOCT, M., IJI, P.A., BRUERTON, K. Effect of organically complexed copper, iron, manganese, and zinc on broiler performance, mineral excretion, and accumulation in tissues. **Poult. Sci**. 16:448-455, 2007.

- BAO, Y. M.; CHOCT, M., IJI, P.A., BRUERTON, K. Trace mineral interactions in broiler chicken diets. **British Poult. Sci.** 51:1, 109-117, 2010.
- BOIAGO, M. M. Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de selênio. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias**, Jaboticabal, 2006. 60p.
- BOIAGO, M.M. Microminerais complexados a moléculas orgânicas sobre aspectos produtivos e qualitativos da carne de frangos de corte criados sob condições de estresse térmico. **Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal - São Paulo.** 2010. 85p.
- BROOKS, M.A., J. L Grimes, K. E. Lloyd, F. Valdez, and J. W. Spears. 2012. Relative bioavailability in chicks of manganese from manganese propionate. **The 387 Journal of Applied Poultry Research.** 21: 126-130.
- DAS, T.K., MONDAL, M.K., BISWAS, P., BAIRAGI, B. and SAMANTA, C.C. Influence of level of dietary inorganic and organic copper and energy level on the performance and nutrient utilization of broiler chickens. **Asian-Australian Journal of Animal Science** 23: 82-89, 2010.
- DIBNER, J. J., J. D. Richards, M. L. Kitchell, and M. A. Quiroz. 2007. Metabolic challenges and early bone development. **Poult. Sci.** 16:126-137.
- DIECK, H.T., F. Doring, H.P. Roth and H. Daniel, 2003. Changes in rat hepatic gene expression in response to zinc deficiency as assessed by DNA arrays. **J. Nutr.**, 133: 1004-1010.
- EL-HUSSEINY, O.M., HASHISH, S.M., ALI, R.A., ARAFA, S.A. et al. Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. **International Journal of Poultry Science.** 11 (6): 368-377, 2012.
- EVANS, G. W., C. I. Grace, and C. Hahn. 1974. The effect of copper and cadmium on zinc absorption in zinc-deficient and zinc supplemented rats. **Bioinorg. Chem.** 3:115-123.
- FURTADO, M. A. O. Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos. 1991. 60 p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –**

Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Hall, A. C., B. W. Young, and I. Brenner. 1979. Intestinal metallothionein and the mutual antagonism between copper and zinc in the rat. **J. Inorg. Biochem.** 11:57–66.

KARUNAJEEWA, H. Effect of some feed additives on the performance of broiler chicks fed diets containing high levels of meat and bone meal. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 16, p. 685–690, 1976.

LI, S.F., LUO, X.G., LU, L., CRENSHAW, T.D., et al. Bioavailability of organic manganese sources in broilers fed high dietary calcium. **Animal Feed Science and Technology.** 123-124 (2005) 703-715.

LEESON, S. A new look at trace mineral nutrition of poultry: can we reduce environmental burden of poultry manure? In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. (Eds.) **Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries**. Nottingham: Nottingham University Press, 2003.

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

LIU, S., LU, L., LI, S., XIE, J., ZHANG, L., WANG, R. and LUO, X. Copper in organic proteinate or inorganic sulfate form is equally bioavailable for broiler chicks fed a conventional corn-soybean meal diet. **Biological Trace Element Research** 147: 142–148, 2012.

LOBAUGH, B, JOSHUA, I. G., MUZZLER, W. J. Regulation of calcium appetite in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 111, p. 298–306, 1981.

MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

MANANGI, M.K., VASQUEZ-AÑÓN, M., RICHARDS, J.D., CARTER, S. 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. **J. Appl. Poult. Res.** 21:881-890, 2012.

NOLLET, L., HUYGHEBAERT, G., SPRING P. Effect of different levels of dietary organic (Bioplex) trace minerals on live performance of broiler chickens by growth phases. **Poult. Sci.** 17:109-115, 2008.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutricional Requirements of Poultry. 9th ed. National Academy Press, Washington, 1994.
- O'DELL, B. L. REEVES, P. G. and MORGAN, R. F. 1976. Interrelationships of tissue copper and zinc concentrations in rats nutritionally deficient in one or the other of these elements. Pages 411–421 in **Trace Substances in Environmental Health**. Vol. 10. University of Missouri, Columbia.
- PERIC, L. et al. Effect of Bioplex and Sel-Plex substituting inorganic mineral sources on performance of broilers. **Arch. Geflügelk.**, v. 71, p. 122-129, 2007.
- PIZZOLANTE, C. C. Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte. 2000. 121 p. **Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras**, Lavras.
- QIAN, H., KORNEGAY, E. T., DENBOW, D. M. Utilization of phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 37–46, Jan. 1997.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2011. 186 p.
- ROTH, H. P. 2003. Development of alimentary deficiency in growing rats is retarded at low dietary protein levels. **J. Nutr.** 133:2294–2301.
- SAHRAEI, M., JANMMOHAMDI, H., TAGHIZADEH, A., ALI MOGHADAM, G. and ABBAS RAFAT, S. Estimation of the relative bioavailability of several zinc sources for broilers fed a conventional corn-soybean meal diet. **The Journal of Poultry Science** 50: 53-59, 2013.
- SALTER, D. N. The influence of gut microorganisms in utilization of dietary protein. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 32, n. 1, p. 65-71, May 1973.
- SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; DE FREITAS, R.T.A.; CONTE, A. J.; SILVA H. O. 2002. Efeito dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. **Cienc. Agrotec.** 26:1313–1321.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 12, p. 1516-1523, Dec. 1996.

- SHAFEY, T. M. The effect of high calcium diets on broiler chickens. 1988. 89 p.
Thesis (PhD) – University of Queensland, Queensland.
- SHAFEY, T. M.; McDONALD, M. W.; DINGLE, J. G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 1, p. 185-194, Mar. 1991.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos)**. 3ª edição, Viçosa, UFV, 2004. 235p
- SMITH, O. B.; KABAJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium/phosphorus ratios in broiler diets. **Poultry Science**, v.64, p.1713-1720, 1984.
- SOUTHERN, L. L., and BAKER, D. H. 1983. Zinc toxicity, zinc deficiency and zinc-copper interrelationship in *Eimeria acervulina*-infected chicks. **J. Nutr.** 113:688–696.
- UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 3th ed. Wallingford: CABI, 1999. 614 p.
- VAN CAMPEN, D. R. 1969. Copper interference with the intestinal absorption of Zn-65 by rat. **J. Nutr.** 97:104–108.
- VAN CAMPEN, D. R., and SCAIFE, P. V.1967. Zinc interference with copper absorption in rats. **J. Nutr.** 91:473–476.
- WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **New York, Feedstuffs**, v.68, p.13-20, 1996.

APÊNDICE

Análise de Variância

GANHO DE PESO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,02938	0,00245	2,43	0,0092
Resíduo	81	0,08355	0,00101		
Total	95	0,11293			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,00063	0,00031	0,31	0,7329
SM	3	0,00573	0,00191	1,9	0,1366
Ca x SM	6	0,01337	0,00223	2,21	0,0496
Bloco	3	0,01362	0,00454	4,62	0,0049
CV (%)	3,39				

CONSUMO DE RAÇÃO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,09561	0,00797	4,03	< 0001
Resíduo	81	0,16418			
Total	95	0,25979			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,01140	0,00570	2,88	00,0616
SM	3	0,02582	0,00860	4,35	0,0067
Ca x SM	6	0,04717	0,00786	3,97	0,0015
Bloco	3	0,02634	0,00878	4,77	0,0041
CV	3,56				

CONVERSÃO ALIMENTAR

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,03247916	0,00270660	3,15	0,0010
Resíduo	81	0,07124468	0,00085837		
Total	95	0,10372383			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,00786	0,00393	4,58	0,0130
SM	3	0,01184	0,00394	4,60	0,0050
Ca x SM	6	0,01217	0,00203	2,36	0,0372
Bloco	3	0,00449	0,00150	1,80	0,1538
CV (%)	2,19				

CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO NA TIBIA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	20,36287	1,45449	2,34	0,0090
Resíduo	81	50,32154	0,62125		
Total	95	70,68441			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	8,52876	4,26438	6,86	0,0018
SM	3	2,99619	0,99873	1,61	0,1940
Ca x SM	6	5,05955	0,84326	1,36	0,2419
Bloco	3	3,77836	1,25945	2,03	0,1166
CV (%)	4,70				

CONCENTRAÇÃO DE FOSFORO NA TIBIA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	7,59694325	0,54263880	4,02	<,0001
Resíduo	81	10,92725638	0,13490440		
Total	95	18,52419963			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	3,38686075	1,69343038	12,55	<,0001
SM	3	0,47406446	0,15802149	1,17	0,3259
Ca x SM	6	1,30955392	0,21825899	1,62	0,1528
Bloco	3	2,42646	0,80882	6,00	0,0010
CV (%)	3,74				

CONCENTRAÇÃO DE CINZAS NA TIBIA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	29,47439	2,10531	5,88	< 0,0001
Resíduo	81	29,00387	0,35807		
Total	95	58,47826			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	13,83765658	6,91882829	19,32	<,0001
SM	3	1,34709046	0,44903015	1,25	0,2958
Ca x SM	6	4,44842542	0,74140424	2,07	0,0657
Bloco	3	9,84121	3,28040	9,16	< 0,0001
CV (%)	1,14				

CONCENTRAÇÃO SELÊNIO NO FÍGADO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,04164	0,00297	0,98	0,4764
Resíduo	81	0,24472	0,00302		
Total	95	0,28636			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,00031	0,00015	0,05	0,9506
SM	3	0,03285	0,01095	3,63	0,0164
Ca x SM	6	0,00523	0,00087	0,29	0,9409
Bloco	3	0,00325	0,00108	0,36	0,7826
CV (%)	26,02				

CONCENTRAÇÃO DE COBRE NO FÍGADO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	1942,33609	138,73829	2,78	0,0021
Resíduo	81	4044,00925	49,92604		
Total	95	5986,34534			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	65,41853	32,70926	0,66	0,5221
SM	3	468,79961	156,26653	3,13	0,0301
Ca x SM	6	1322,02518	220,33753	4,41	0,0007
Bloco	3	86,09277	28,69759	0,57	0,6332
CV (%)	57,73				

CONCENTRAÇÃO DE FERRO NO FÍGADO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	11601,4054	828,6718	0,68	0,7850
Resíduo	81	98367,0667	1214,4082		
Total	95	109968,4722			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	1128,565720	564,282860	0,46	0,6300
SM	3	2423,015461	807,671820	0,67	0,5759
Ca x SM	6	4741,343221	790,223870	0,65	0,6894
Bloco	3	3308,48102	1102,82701	0,91	0,4409
CV (%)	28,42				

CONCENTRAÇÃO DE MANGANÊS NO FÍGADO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	4,26574898	0,30469636	2,05	0,0238
Resíduo	81	12,05215226	0,14879200		
Total	95	16,31790			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,79663590	0,39831795	2,68	0,0749
SM	3	2,87823545	0,95941182	6,45	0,0006
Ca x SM	6	0,41848052	0,06974675	0,47	0,8296
Bloco	3	0,17240	0,05746	0,39	0,7632
CV (%)	16,32				

CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NO FÍGADO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	346,60201	24,75728	1,00	0,4617
Resíduo	81	2005,87969	24,763947		
Total	95	2352,48170			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	87,32657	43,66329	1,76	0,178
SM	3	140,59452	46,86484	1,89	0,1374
Ca x SM	6	116,96609	19,49435	0,79	0,5825
Bloco	3	1,71481	0,57160	0,02	0,9952
CV (%)	17,63				

CONCENTRAÇÃO SELÊNIO NO PEITO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,00990	0,00070	3,87	< 0,0001
Resíduo	81	0,01481	0,00018		
Total	95	0,02472			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,00117	0,00059	3,22	0,0453
SM	3	0,00315	0,00105	5,474	0,0013
Ca x SM	6	0,00443	0,00074	4,03	0,0014
Bloco	3	0,00115	0,00038	2,10	0,1066
CV (%)	21,85				

CONCENTRAÇÃO DE COBRE NO PEITO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	241,44742	17,24624	4,84	< 0,0001
Resíduo	81	288,87747	3,566388		
Total	95	530,32489			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	108,13117	54,06558	15,16	< 0,0001
SM	3	0,58123	0,19374	0,05	0,9832
Ca x SM	6	106,07513	17,67919	4,96	0,0002
Bloco	3	26,65989	8,88663	2,49	0,0660
CV (%)	61,50				

CONCENTRAÇÃO DE FERRO NO PEITO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	108,95131	7,78224	1,30	0,2236
Resíduo	81	483,45865	5,96862		
Total	95	592,40996			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	10,61907	5,30954	0,89	0,4148
SM	3	17,77498	5,92499	0,99	0,4006
Ca x SM	6	49,42653	8,23775	1,38	0,2326
Bloco	3	31,13072	10,37691	1,74	0,1656
CV (%)	37,82				

CONCENTRAÇÃO DE MANGANÊS NO PEITO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,04915	0,00351	1,73	0,0659
Resíduo	81	0,16467	0,00203		
Total	95	0,21382			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,02209	0,01104	5,43	0,0061
SM	3	0,01808	0,00603	2,96	0,0369
Ca x SM	6	0,00574	0,00096	0,47	0,8284
Bloco	3	0,00325	0,00108	0,53	0,6615
CV (%)	25,20				

CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NO PEITO

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	14,44099	1,03150	0,74	0,7330
Resíduo	81	113,60889	1,40258		
Total	95	128,04988			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	4,55617	2,27808	1,62	0,2034
SM	3	4,50095	1,50031	1,07	0,3667
Ca x SM	6	3,96947	0,66158	0,47	0,8275
Bloco	3	1,41440	0,47147	0,34	0,7992
CV (%)	15,65				

CONCENTRAÇÃO SELÊNIO NA CAMA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	0,08872	0,00634	6,36	< 0,0001
Resíduo	81	0,08065	0,00099		
Total	95	0,16937			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	0,00286	0,00143	1,44	0,2440
SM	3	0,04899	0,01633	16,4	< 0,0001
Ca x SM	6	0,03508	0,00585	5,87	< 0,0001
Bloco	3	0,00178	0,00059	0,60	0,6181
CV (%)	12,56				

CONCENTRAÇÃO DE COBRE NA CAMA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	819,83970	58,55998	1,61	0,0952
Resíduo	81	2953,90759	36,46799		
Total	95	3773,74729			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	58,68979	29,34489	0,80	0,4508
SM	3	362,99915	120,99972	3,32	0,0239
Ca x SM	6	367,31805	61,21967	1,68	0,1368
Bloco	3	30,83270	10,27757	0,28	0,8384
CV (%)	18,24				

CONCENTRAÇÃO DE FERRO NA CAMA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	1729906,540	123564,753	4,6	< 0,0001
Resíduo	81	2177079,647	26877,527		
Total	95	3906986,187			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	622342,8257	311171,4128	11,58	< 0,0001
SM	3	773711,8686	257903,9562	9,60	< 0,0001
Ca x SM	6	207250,4439	34541,7406	1,29	0,2734
Bloco	3	126601,4015	42200,4672	1,57	0,2030
CV (%)	10,54				

CONCENTRAÇÃO DE MANGANÊS NA CAMA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	69326,95918	4951,92566	19,56	< 0,0001
Resíduo	81	20502,29384	253,11474		
Total	95	89829,2502			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	30669,72066	15334,86033	60,58	< 0,0001
SM	3	22614,61806	7538,20602	29,78	< 0,0001
Ca x SM	6	12433,82039	2072,30340	8,19	< 0,0001
Bloco	3	3608,80007	1202,93336	4,75	0,0042
CV (%)	7,35				

CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NA CAMA

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Modelo	14	27491,87966	1963,70569	18,22	< 0,0001
Resíduo	81	8730,01529	107,77797		
Total	95	36221,89495			

Fonte de Variação	G.L	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Ca	2	4079,96926	2039,98463	18,93	< 0,0001
SM	3	21191,23235	7063,74412	65,64	< 0,0001
Ca x SM	6	1760,62224	293,43704	2,72	0,0185
Bloco	3	460,05579	153,35193	1,42	0,2421
CV	7,22				

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO
CEUAP/UFV

Campus Universitario – Viçosa, MG – 36570-900 – Telefone: (31) 3899.3275 – e-mail: ceuap@ufv.br – site: www.ceuap.ufv.br

Viçosa, 18/11/14

CERTIFICADO

A comissão de ética no uso de animais de produção da universidade federal de viçosa certifica que o **processo nº 100/2014**, intitulado “**Níveis de cálcio e de organo microminerais em dietas para frangos de corte no período de 01 a 21 dias de idade**”, coordenado pelo **prof(a). Melissa Izabel Hannas**, está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por esta Comissão em **17/Nov/2014**.

CERTIFICATE

The ethic commission in use of production animals of universidade federal de viçosa certifies that the **process number 100/2014**, named “**Calcium levels and organo minerals in diets for broilers during the period 01-21 days of age**”, coordinated by **prof(a). Melissa Izabel Hannas**, is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the National Council of Animal Experimentation Control (CONCEA) and with actual Brazilian legislation, and was approved by this commission on **Nov, 17th, 2014**.

Mário Luiz Chizzotti
Coordenador da CEUAP/UFV