

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO
DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES PESADAS
E RESPOSTAS DA PROGÊNIE.**

Ana Carolina Tozzo Guimarães
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE
MESQUITA FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE
JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO
DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES PESADAS
E RESPOSTAS DA PROGÊNIE.**

Ana Carolina Tozzo Guimarães

Orientadora: Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura

Co-orientador: Luciano Hauschild

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Nutrição Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2011.

Guimarães, Ana Carolina Tozzo
G963a Avaliação de microminerais orgânicos no desempenho de
matrizes pesadas e resposta da progênie/ Ana Carolina Tozzo
Guimarães. -- Jaboticabal, 2011
xiii, 59 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: Nilva Kazue Sakomura
Banca examinadora: Luciano Hauschild, Ricardo de
Albuquerque, Euclides Braga Malheiros
Bibliografia

1. avicultura. 2. incubação. 3. Matriz pesada. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084:636.5

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES PESADAS E RESPOSTAS DA PROGÊNIE


AUTORA: ANA CAROLINA TOZZO GUIMARÃES


ORIENTADORA: Profa. Dra. NILVA KAZUE SAKOMURA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. EUCLYDES BRAGA MALHEIROS
Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. RICARDO DE ALBUQUERQUE
Departamento de Nutrição e Produção Animal / FMVZ - USP / Pirassununga/SP

Data da realização: 16 de agosto de 2011

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ana Carolina Tozzo Guimarães – nascida em Araraquara em 24 de fevereiro de 1982. Em março de 2004 iniciou o curso de Zootecnia na faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCVA-UNESP), concluindo-o em 2009. Em março de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP.

Ofereço esse trabalho aos meus pais Marilda Aparecida Tozzo Guimarães, Edson Magrini Guimarães e à minha irmã Ana Luíza Tozzo Guimarães, que me deram todo carinho e incentivo para na condução do trabalho, sempre me apoiando nas horas mais difíceis e em todos os outros momentos, inclusive ajudando na parte prática do experimento. Obrigada por tudo!

Amo e sempre amarei vocês mais que tudo na minha vida!

Agradecimentos

À Deus, por sempre me ajudar a ter forças e coragem para prosseguir até o final.

A Prof.^a Dr. Nilva Kazue Sakomura, minha orientadora, pela oportunidade.

Ao Prof.^o Dr. Luciano Hauschild, meu co-orientador, pela paciência, calma, dedicação, pela força que sempre me deu, e incentivo durante a elaboração da minha dissertação, muito obrigada.

Aos Prof.^o Euclides Braga Malheiros, José Nelson Peruzzi e Ricardo de Albuquerque pelas sugestões e correções do trabalho e ajuda nas análises estatísticas.

Aos pós-graduandos Melina Bonato, Edney Pereira da Silva, José de Anchieta Araújo e Iris Mayumi Kawauchi pela ajuda e apoio durante o período experimental.

Às minhas queridas amigas Annita Moraes Girardi, Daniella Carolina Zanato Donato, Katiani Siva Venturini, Lígia Camargo Guerreiro, Miryelle Freire Sarcinelli, pelo apoio e ajuda na condução de todo meu experimento, pelo incentivo nos momentos difíceis e alegria nos momentos de descontração e principalmente pela amizade mais verdadeira que eu conheço. Sem vocês esse trabalho não teria sido o mesmo, com certeza! Amo vocês, pra sempre!!

Aos amigos, Fabiana Ribeiro Barreiro, Fabrício Hada, Gabriel Brolo Gouvêa, Paula Touro, Rafael Henrique Marques, Rodrigo Antonio Gravena, Viviane Morita, pela amizade e apoio em momentos importantes.

À Marcinha e Thaila, queridas amigas, pelo carinho, apoio, confiança e ajuda em tudo durante todo o tempo que precisei, obrigada por tudo. Amo vocês!

À todos os estagiários Gabriela, Giuliana, Jaqueline Gobi, Jaqueline Moreira, Marco Antônio, que contribuíram muito para a realização desse trabalho.

Aos funcionários do aviário, Izildo, Robson e Vicente pela ajuda, apoio e amizade durante todo o mestrado e condução do experimento. Muito obrigada!!

Ao estagiário Danilo Makino da Silva e minha amiga e colega de mestrado Bruna pela grande e fundamental ajuda e companheirismo durante todo o experimento.

Aos funcionários da fábrica de ração Dona Sandra, Helinho e Seu Osvaldo pela ajuda na mistura da ração.

À Tortuga pela oportunidade de parceria.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram na condução desse trabalho e, principalmente, às aves.

SUMÁRIO	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
Introdução	1
Funções dos microminerais	3
Cobre	4
Iodo	5
Manganês	6
Selênio	7
Zinco	9
Ferro	11
Formas de suplementação	12
Suplementação orgânica	12
Suplementação inorgânica	13
Referências bibliográficas	14
CAPITULO 2 - AVALIAÇÃO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES PESADAS E RESPOSTAS DA PROGÊNIE	21
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos	25
Resultados e Discussão	35
Conclusões	45
Referências bibliográficas	45

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
Tabela 1. Níveis das matérias primas por quilo de suplemento com os microminerais inorgânicos ou orgânicos.....	27
Tabela 2. Composição percentual e nutricional calculada das dietas.	28
Tabela 3. Controle de temperatura e umidade durante a incubação.	31
Tabela 4. Composição centesimal das dietas experimentais.	33
Tabela 5. Produção de ovo (%/ave/dia) de matrizes alimentadas com dietas com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.....	36
Tabela 6. Massa de ovo (g/ave/dia) de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.	37
Tabela 7. Conversão alimentar por massa de ovo de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.	39
Tabela 8. Conversão alimentar por dúzia de ovo de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.	39
Tabela 9. Peso médio dos ovos e de matrizes alimentadas com dietas com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.	40
Tabela 10. Gravidade específica de matrizes alimentadas com dietas com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.	41
Tabela 11. Taxa de eclosão, eclodibilidade e fertilidade dos ovos de matrizes e galos alimentados com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico.	42
Tabela 12. Consumo de ração e ganho de peso total e conversão no período das progênes de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico aos 7, 21 e 42 dias de idade, nas duas incubações.	44

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

A avicultura tem crescido muito nos últimos anos, devido às evoluções nas áreas de genética, manejo, nutrição, sanidade e ambiência das aves. Esse crescimento deve-se também a mudança nos hábitos alimentares, onde a população passou a consumir mais proteína de origem animal. Segundo o Ministério da Agricultura (2011), nas últimas três décadas, a avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento, devido principalmente ao frango, que conquistou os mais exigentes mercados. Nesse contexto, o Brasil se tornou o terceiro produtor mundial e líder em exportação tendo o Oriente Médio como principal importador. Aliado a esse crescimento na produção de frangos, aumentou também a demanda por ração animal, que está estimada em 64 milhões de toneladas para 2011, um aumento de 4,2% com relação a 2010 (SINDIRAÇÕES, 2010), sendo o milho e a soja a base das rações para aves.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010. O principal destino da safra são as indústrias de rações para animais. A soja é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas e corresponde a 49% da área plantada em grãos do país. O grão é componente essencial na fabricação de rações animais e com uso crescente na alimentação humana encontra-se em franco crescimento (MAPA, 2011).

Cerca de 1% da ração produzida corresponde à pré- mistura de microminerais. Nas rações de aves e suínos, a suplementação dos minerais representa de 3 a 4% do custo das rações para os macrominerais e de 0,4 a 0,6 % para os microminerais (BERTECHINI, 1998).

Segundo ALBUQUERQUE (2004), uma nutrição ideal é dependente do fornecimento de quantidades suficientes de nutrientes e entre eles estão os microminerais, que participam de processos bioquímicos corporais, tendo

destaque para a formação da casca dos ovos. Dessa forma, a sua suplementação na dieta tem sido uma prática rotineira. Entretanto, muitas vezes níveis elevados têm sido utilizados devido à baixa disponibilidade de determinadas fontes. Além de elevar o custo da dieta, essa prática pode acarretar também problemas de ordem ambiental (SECHINATO, 2003).

Os minerais representam cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves e constituem parte importante do organismo animal. Estão divididos em macrominerais e microminerais (VIEIRA, 2003). A classificação dos elementos está relacionada com suas concentrações nos tecidos, indicando sua necessidade (BERTECHINI, 2006). Os macrominerais, que são representados pelo enxofre, cálcio, fósforo, potássio, sódio cloro e magnésio têm grande inclusão na dieta e estão envolvidos em funções estruturais e fisiológicas. Os microminerais ou elementos traço, que são ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênico, têm pequena inclusão na dieta e possuem funções metabólicas incluindo resposta imune, reprodução e crescimento e são expressos em mg/kg ou ppm (VIEIRA, 2003).

A baixa absorção de microminerais está relacionada com a formação de complexos com outras substâncias no trato digestório da ave, reduzindo a solubilidade desses elementos, podendo causar piora na qualidade da casca do ovo (MABE, 2001).

Nesse contexto os microminerais orgânicos podem ser importantes por apresentarem melhor biodisponibilidade (PAIK, 2001). Essa melhor biodisponibilidade dos microminerais orgânicos permite reduzir os níveis de microminerais na dieta. Contudo, nutricionistas e produtores com o objetivo de garantir que as matrizes expressem o potencial ótimo na maioria das vezes por fornecerem níveis similares aos normalmente utilizados no caso dos inorgânicos. Nesse mesmo contexto, níveis elevados de microminerais orgânicos, principalmente o Se, apresentam efeito benéfico sobre aspectos reprodutivos em

matrizes pesadas e galos quando em condições de desafios sanitários e de ambiente (SURAI, 2000).

Os estudos relacionados a avaliar o efeito de utilizar níveis de microminerais orgânicos similares a inorgânicos em dietas de matrizes e machos reprodutores são poucos e inconsistentes. Nesse sentido, existe a necessidade ainda de estudar melhor o efeito de níveis elevados na dieta de um composto de microminerais orgânicos considerando uma avaliação desde a resposta da matriz até a da progênie. Esse trabalho tem a proposta de estudar o uso de níveis similares de microminerais orgânicos ou inorgânicos (Mg, Cu, Se, I, Fe e Zn) em dietas de fêmeas de matrizes pesadas e machos reprodutores no desempenho das matrizes, parâmetros de incubação e resposta da progênie.

1.1. FUNÇÕES DOS MICROMINERAIS

ANDRIGUETTO (2006), afirma que a ação dos minerais no organismo pode ser dividida nas seguintes funções:

- função energética: transferência de energia ligada ao metabolismo celular, no caso do fósforo;
- função plástica: constituintes fundamentais do protoplasma e das estruturas, tecido ósseo, no caso do cálcio, fósforo e magnésio;
- função físico-química: estabelecem e mantêm a pressão osmótica, sendo também necessários para a realização do equilíbrio ácido-básico, como o sódio e o potássio; ação importante no condicionamento da permeabilidade celular, como o cálcio e o magnésio; e no controle da excitabilidade neuromuscular, como o sódio, potássio, cálcio e magnésio;
- papel funcional: os minerais participam nas constituições das enzimas, das vitaminas, das secreções, dos hormônios e fazem o papel de transportadores;

Entretanto, cada micromineral apresenta particularidades específicas na resposta dos animais.

Cobre (Cu)

O Cu é um componente de proteínas sanguíneas como a eritrocupreína, que é encontrada nos eritrócitos e é importante no metabolismo do oxigênio. A quantidade deste micromineral nos alimentos apresenta pequena disponibilidade, ao redor de 4%, sendo que está ligado intimamente à forma química e sua solubilidade (ORTOLANI, 2002). Possui papel essencial na formação dos ossos e especialmente na cartilagem, em sistemas enzimáticos, como o citocromo oxidase e pode ser encontrado em alguns pigmentos (LEESON e SUMMERS, 2001). O Cu é componente de várias enzimas, como:

- a citocromo oxidase, necessária para o transporte de elétrons durante a respiração aeróbica; essa é uma enzima oxidase terminal na cadeia respiratória, que catalisa a redução de O₂ para água, passo essencial na respiração celular (McDoWELL, 1992);

- a lisil oxidase que catalisa a formação do colágeno e elastina;

- a ceruloplasmina, que é essencial para absorção e transporte de Fe necessário para a síntese de hemoglobina também atua como armazenadora e transportadora do Cu do fígado para órgãos periféricos (GONZÁLES e SILVA, 2003);

- superóxido dismutase que protege as células dos efeitos tóxicos no metabolismo do oxigênio (NRC, 2001);

Distribuídos em todos os tecidos orgânicos em pequenas quantidades, o Cu fica armazenado no fígado, e no sangue encontra-se ligado às frações de albumina. É essencial na formação óssea, na manutenção da mielina do sistema nervoso e também está envolvido na síntese de queratina, que é o principal

componente do pêlo (BERTECHINI, 2006). O Fe pode diminuir a disponibilidade do Cu pela competição do mesmo sítio ativo de absorção intestinal (ORTOLANI, 2002).

O desenvolvimento de deficiência desse elemento depende tanto de sua concentração na dieta como as reações antagonistas que interferem na absorção e a subsequente utilização para os processos metabólicos (VASQUES et al., 2001).

Com a deficiência de Cu ocorre uma falha na formação de colágeno, onde atua a enzima lisil-oxidase. Essa enzima permite a ligação cruzada entre fibras colágenas, fornecendo rigidez estrutural e elasticidade (McDOWELL, 1992). Outro aspecto importante é que a deficiência do Cu, diminui a atividade da superóxido dismutase considerada uma cupro-enzima que catalisa a dismutação de O_2^- para H_2O_2 , que é o grupo oxidante que participa nas reações de defesa dos neutrófilos (BABIOR et al., 1973).

Iodo (I)

O I, apesar de ser exigido em pequenas quantidades no organismo animal, é fundamental para o funcionamento da glândula tireóide (TORRES, 1969). A principal função do I no organismo é a produção de dois hormônios da tireóide, o triiodotironina e o tetraiodotironina (tiroxina). As funções desses hormônios são de atuar no controle da taxa de metabolismo energético e de nutrientes, na taxa de empenamento e afeta outras glândulas endócrinas, especialmente a hipófise e as gônadas (LEESON e SUMMERS, 2001). O I ingerido é absorvido principalmente no intestino, e na forma de iodo livre (iodato) sofre redução para iodeto (LEESON E SUMMERS, 2001).

O ovo possui, em média, 4 a 10 μg de I, sendo que a maior parte está na gema, mas segundo UNDERWOOD (1981) essa quantidade pode ser maior com

o aumento dos níveis de I na dieta. Entretanto, a adição de I parece não ter efeito na qualidade da casca do ovo (VICENZI, 1996).

Manganês (Mn)

O Mn é um micromineral amplamente distribuído ao longo do corpo e pode ser encontrado em quantidades apreciáveis nos músculos, pele e principalmente no fígado (MAYNARD, 1984), embora tenha uma maior concentração nos ossos (UNDERWOOD, 1977) e nos tecidos ricos em mitocôndrias (MAYNARD E COTZIAS, 1955). No organismo das aves, o osso é a fonte mais rica em Mn, com cerca de 3 à 4 µg/g de tecido, seguido do fígado com 2 µg/g (LEESON e SUMMERS, 2001).

O Mn participa também da ativação de várias enzimas, além de ser necessário para a fosforilação oxidativa na mitocôndria e síntese de ácidos graxos. É essencial no desenvolvimento da matriz orgânica óssea, a qual apresenta teor elevado de mucopolissacarídeos (ANDRIGUETTO, 1981).

A absorção de Mn ocorre no intestino delgado. A quantidade absorvida é proporcional à concentração na dieta, porém a eficiência de absorção reduz em níveis mais altos (UNDERWOOD, 1977). Aumentando o Mn ingerido, aumenta também a excreção, reduzindo a porcentagem retida do mineral (WEIGAND e KIRCHGEESNER, 1988), sendo a bile sua principal via de excreção (UNDERWOOD, 1977).

As inter-relações entre os microminerais ou correlações entre microminerais podem influenciar de forma direta ou indireta na utilização dos mesmos. Elevando os níveis de Ca na dieta de 1% para 3% e mantendo o P constante, SMITH e KADAIJA (1985) observaram redução de Mn nos tecidos de frango de corte e aumento de anormalidades ósseas.

As exigências de Mn para aves são maiores do que em mamíferos, sendo essa espécie mais susceptível à deficiência deste micromineral (UNDERWOOD, 1981). ROSTAGNO et al. (2000) quando fornecendo diferentes níveis de sulfato de manganês em dietas de frango de corte encontrou o nível de 70 ppm de Mn como o correspondente a exigências das aves. De acordo com o NRC (1994), a exigência de Mn para frangos de corte é de 60 ppm em dietas à base de milho e farelo de soja.

A deficiência de Mn pode desencadear a perose nas aves em crescimento, que é o espessamento e má formação da articulação tibiometatársica, onde o tendão de Aquiles escapa dos cêndilos, fazendo as aves andarem com pernas arqueadas (ANDRIGUETTO, 1981). GALLUP e NORRIS (1939) recomendaram 50 ppm como concentração mínima de Mn na dieta para prevenção de perose.

Selênio (Se)

O Se é componente fundamental de várias selenoproteínas, sendo que a mais conhecida é a Glutathione Peroxidase (GSP-Px). Sua função é de remover os peróxidos de hidrogênio e os hidroperóxidos de fosfolípidos gerados pelos radicais livres e outras substâncias derivadas de oxigênio. Quando não são eliminados, esses hidroperóxidos de lípidos prejudicam a função e estrutura da membrana (GUTTERIDGE e HALLIWELL, 1990).

O Se e a vitamina E participam da defesa da célula contra danos oxidativos devido a metabólitos reativos dos lípidos. As principais funções bioquímicas desses microminerais são de modular a ação da GSP-Px no sangue, sendo necessário para a integridade e funcionamento do pâncreas, participando da absorção normal dos lípidos (MAHAN, 1999).

O Se e a glutathione peroxidase são importantes na prevenção da diátese exsudativa, onde ocorre lesão no sistema capilar através da ação de radicais

livres, resultando no escape de fluidos celulares para o espaço intersticial. Esse micromineral é componente da enzima iodotironina deiodinase tipo I, responsável por converter T3 em T4, que é a forma fisiologicamente ativa desse hormônio da tireóide (McDONALD et al., 2002).

O Se foi considerado um micromineral de alta toxicidade para os animais, sendo que até 1957 a maioria dos estudos abordava esse aspecto. A partir daí, comprovando sua participação na enzima Glutathione Peroxidase, sua importância nutricional como também os níveis ideais foram bem definidos (GOMES, 2010).

A interdependência selênio/vitamina E tem diversas vantagens para o organismo, como preservação da integridade do pâncreas, permitindo a digestão normal das gorduras e a absorção da vitamina E; destruição dos peróxidos, reduzindo a quantidade da vitamina E necessária para manter a integridade da membrana celular e conservação da vitamina E por mais tempo no plasma. A vitamina E poupa o Se por sua capacidade antioxidante (LEESON e SUMMERS, 2001).

O Se é encontrado no ambiente em duas formas químicas: orgânica e inorgânica. A inorgânica é encontrada na forma de selenito, selenato, seleneto e na forma metálica, sendo potencialmente tóxico quando utilizado de forma inadequada. Na forma orgânica, o Se dos alimentos está ligado a diferentes aminoácidos, como a cisteína, onde substitui o enxofre. A concentração de Se nos grãos varia muito e depende da capacidade da planta em absorver este elemento do solo, sendo sua disponibilidade baixa em solos ácidos e de baixa aeração (SURAI, 2000).

O selenito de sódio tem sido a forma mais utilizada de Se nos últimos 20 anos, podendo causar problemas de toxicidade nos animais. A interação que pode ocorrer com outros minerais altera seu aproveitamento, resultando em baixa absorção pelos animais e, conseqüentemente, aumenta sua excreção para o meio, podendo contaminar sistemas aquático, marinhos e continentais. Dentro de um contexto de problema ambiental, a utilização de Se na forma inorgânica foi

proibida em alguns países, como EUA, França e Japão, a fim de evitar transtornos (GOMES, 2010).

A absorção do Se na forma de selenito ocorre no duodeno por difusão simples e cerca de 90% fica retido no organismo. Aproximadamente 95 a 98% da forma orgânica, selenometionina (Se-Met) é absorvida no intestino delgado. Os nutrientes que facilitam a absorção de Se são: presença de metionina/proteína, vitamina E, A e C em altas doses e também alguns antioxidantes. Os fatores que inibem sua absorção são altas doses de enxofre e metais pesados (OLIVEIRA, 2006).

Na década de 60, especulava-se sobre os efeitos tóxicos do Se, onde seu excesso causa a inativação das enzimas sulfidrílicas. A toxicidade do Se (Selenosis) foi estudada em humanos e também em animais, verificando que doses elevadas de Se (> 900µg/ dia) produzem uma síndrome tóxica de dermatite, perda de pelos/penas, unhas e neuropatia periférica (BEERS e BERKOW, 1999).

A exigência de Se para frangos de corte, listada no National Research Council - NRC (1994), é de 0,15 mg/kg de ração, o que seria suficiente para otimizar a atividade de GSH-Px até os 21 dias de idade. O efeito da suplementação de Se em dietas de aves pode variar de acordo com a fonte utilizada. Quando comparada à fonte inorgânica (selenito de sódio), a orgânica (Se-levedura) proporciona menores concentrações desse micronutriente no fígado e rins, e maiores no músculo peitoral e pâncreas, afetando o desempenho das aves (MOREIRA et al., 2001).

Zinco (Zn)

O Zn é um micromineral essencial e está envolvido em mais de 300 enzimas associadas aos processos biológicos dos animais (MCCALL et al., 2000). Essas enzimas que são dependentes de Zn exercem funções importantes no

organismo. Dentre essas funções, destacam-se a síntese e degradação de carboidratos, lipídeos, e proteínas, além de papel importante no funcionamento adequado do sistema imunológico, de transcrição e tradução de polinucleotídeos. O Zn encontra-se em baixa concentração na maioria dos órgãos, porém apresenta várias funções estruturais e reguladoras (SALGUEIRO, 2000).

De acordo com BRANDÃO-NETO (1995), além de exercer importante função no crescimento e desenvolvimento, o Zn também atua na diferenciação de condrócitos, osteoblastos e fibroblastos, no metabolismo de lipídeos, proteínas e na síntese hormonal.

Esse micromineral está distribuído por todo o organismo e é armazenado no fígado na forma de metalotioneína e funciona como reserva nos tecidos ósseos. A síntese de metalotioneína é induzida pela presença desse elemento no fígado (McDOWELL, 1992). Quando em excesso, esse micromineral é acumulado e liberado em situações de deficiência (EMMERT E BAKER, 1995). Em particular, o Zn é um componente de milhares de proteínas envolvidas no metabolismo intermediário, vias de secreção de hormônios e defesa imunológica (DIECK et al., 2003).

No intestino delgado que ocorre absorção de Zn (COUSINS, 1985) sendo transportado para o interior da membrana celular através de carreadores (UNDERWOOD E SUTTLE, 1999). Dentro da célula da mucosa, ocorre a transferência do Zn através da metaloenzima produzida no fígado, cuja síntese é influenciada pelos níveis dietéticos e plasmáticos de Zn (McDOWELL, 1992).

Segundo McDOWELL (1992), a absorção do Zn pode ser favorecida pelo Mg, fosfatos e vitamina D. VAN SOEST (1994) comenta de um possível aumento da indisponibilidade de Zn por altas quantidades de fitato no alimento, pois este se liga ao mineral, tornando-o indisponível.

Ferro (Fe)

O Fe é o mineral responsável, entre outras funções, pela formação de um quelato na forma de porfirina com globina, a hemoglobina, que transporta o oxigênio para os tecidos (MAYNARD, 1984).

O organismo animal contém cerca de 0,005 à 0,009% de Fe sob forma complexa, onde aproximadamente 57% está na hemoglobina e 7% na mioglobina. Dentre suas funções, destaca-se o transporte de O₂ na molécula de hemoglobina e mioglobina, participação em enzimas e coenzimas, como citocromo e peroxidase e participa da formação de alguns produtos, como leite e ovo (ANDRIGUETTO, 2006).

O Fe também é encontrado na mioglobina nos músculos, no soro como transferrina, na placenta como uteroferrina, no leite como lactoferrina e no fígado como ferritina e hemosiderina e tem papel importante em enzimas metabólicas (NRC, 1994).

Em monogástricos, a absorção de Fe é afetada pela idade do animal e status do organismo, condições do trato gastrointestinal, quantidade e forma química de Fe ingerido e de outros microminerais e compostos na dieta que interagem com o Fe competindo pelo mesmo sítio de absorção (UNDERWOOD, 1999). Os metais divalentes que afetam a absorção de Fe na dieta são o Cu, manganês, cobalto e cádmio que competem pelo seu sítio de absorção. Em condições fisiológicas normais a excreção de Fe é mínima, sendo que a maioria deste mineral está contida nas fezes, proveniente do Fe não absorvido na dieta (ALBUQUERQUE, 2004).

Galinhas poedeiras possuem uma maior necessidade de Fe na dieta, pois cada ovo possui cerca de 1,5mg de Fe, o que representa 25% das reservas disponíveis no fígado (CAO, 1996). SECHINATO (2003), suplementando poedeiras (48 a 60 semanas de idade) com diferentes fontes de microminerais, observou que a suplementação de Fe orgânico teve resposta negativa para massa

de ovos produzida. Segundo o NRC (1994), o nível de Fe recomendado é de 45mg por kg de dieta para frango de corte.

1.2. FORMAS DE SUPLEMENTAÇÃO

1.2.1 - SUPLEMENTAÇÃO ORGÂNICA

Estudos comprovam que minerais orgânicos possuem uma melhor biodisponibilidade. Segundo UNDERWOOD (1981), essa biodisponibilidade diz respeito às formas como os minerais podem ser absorvidos no intestino e usados pelas células e tecidos animais. A baixa biodisponibilidade dos microminerais, de acordo com MABE (2001), é devida à formação de complexos com outras substâncias no trato digestório. Essa característica reduz a solubilidade do micromineral, justificando interesse crescente em explorar fatores que aumentam a absorção ou metabolização dos microminerais. Neste sentido, fontes quelatadas ou orgânicas de minerais têm sido utilizadas devido a sua maior biodisponibilidade.

São denominados quelatos os compostos formados por íons metálicos seqüestrados por substâncias orgânicas como aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade. A palavra "quelato" vem do grego "chele" que significa "garra ou pinça", um termo adequado para descrever a forma pela qual os íons metálicos polivalentes são ligados aos compostos orgânicos ou sintéticos (MELLOR, 1964).

1.2.2. - SUPLEMENTAÇÃO INORGÂNICA

As fontes microminerais utilizadas nas rações são, geralmente, oriundas de compostos inorgânicos, de origem geológica ou industrial. O fornecimento de microminerais em rações para aves é normalmente feito com fontes inorgânicas (óxidos, sulfatos, cloretos, carbonatos e fosfatos). As moléculas se dissociam liberando íons metálicos, como Zn^{++} , Mn^{++} e outros. O transporte dos íons para o interior das células no intestino ocorre por difusão passiva ou transporte ativo. Nesse processo, as moléculas necessitam estar atreladas a um agente ligante que permita a passagem através da parede intestinal, de modo que os íons sejam absorvidos e atinjam a corrente sanguínea, órgãos e tecidos. Muitas vezes estes íons não encontram o agente ligante e acabam sendo excretados. Nessas condições podem ocorrer perdas pela reação com compostos, como colóides insolúveis ou no processo de competição pelos sítios de absorção entre os elementos minerais, com interações antagônicas que inibem a absorção (HERRICK, 1993). Esse fato justifica o interesse crescente em explorar fatores que aumentem a absorção ou metabolização dos elementos traço, como os minerais quelatados.

Existe uma grande variedade de compostos inorgânicos utilizados como suplemento em rações, e a proporção do composto a ser utilizado depende da disponibilidade do elemento (VEIGA e CARDOSO, 2005). A disponibilidade biológica refere-se aquela porção do nutriente que é efetivamente utilizada pelo animal, sendo expressa em porcentagem do contido no alimento (NUNES, 1995).

A quantidade das fontes inorgânicas de minerais usadas na alimentação animal podem variar quanto ao seu valor nutritivo. Portanto, a escolha de um suplemento a ser utilizada em uma ração, depende do custo por unidade dos elementos requeridos, das formas químicas em que os elementos são combinados, das formas físicas, e, sobretudo, da garantia de ausência de substâncias tóxicas para os animais (ARAÚJO et al., 2008).

As necessidades orgânicas reais de minerais visando adequada nutrição dependem de uma série de fatores, sendo a absorção o ponto fundamental para o aproveitamento dos minerais. De maneira geral, existe uma barreira intestinal (condições físico-químicas, pH e viscosidade intestinal) que dificulta a absorção da maioria dos minerais. Outro fator a considerar é a solubilidade das fontes de minerais normalmente disponíveis para serem utilizadas na suplementação de rações de aves. Essas fontes podem estar na forma de sais com estabilidades e hidratação variadas ou tidas como orgânicas ou quelatadas. Portanto, os níveis dietéticos normalmente utilizados podem encontrar-se, às vezes, além das necessidades reais, resultando em baixo aproveitamento mineral com conseqüente poluição ambiental pelo excesso de excreção (BERTECHINI, 2006).

Devido à grande importância que os minerais desempenham na saúde das aves, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de matrizes pesadas, parâmetros de incubação e desempenho da progênie de matrizes alimentadas com minerais na forma orgânica.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. **Produção e qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras recebendo microminerais orgânicos em sua dieta**. 2004. 79 f. Tese (Livre-Docência). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2004.

ANDRIGUETTO. **Nutrição animal**. Lavras:Nobel, 2006. v. 2, 175 p.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 239-240

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

BABIOR, B. M.; KIPNES, R. S.; CURNUTTE, J. T. Biological defense mechanisms. The production by leukocytes of superoxide, a potencial bacterial agent. **Journal Clinical Investigation**, Michigan, v.52, n. 3, p.741-744, 1973.

BEERS, MH; BERKOW, R. **Ovarian cancer**. 17 th. New Jersey: Merck Research Laboratories, 1999. v. 1, p. 1962–1964.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. v. 1, p. 179-181.

BERTECHINI, A.G. **Fisiologia da digestão de suínos e aves**. 2. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. v.1, 141 p.

BRANDÃO-NETO, J. et al. The essencial role of zinc in growth. **Nutrition Research**, Missouri, v. 15, n. 3, p. 335, 1995.

CAO, J. et al. Effect of iron concentration age and length of iron feeding on feed intake, and tissue iron concentration of broiler chicks for use as s bioassay of supplemental iron sources. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 496-504, 1996.

CONSINS, R. J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and: special reference to metallothionein and ceruloplasmina. **Physiological Reviews**, Maryland, n. 2, v. 65, p. 238-309, 1985.

DIECK H. T. et al. Changes in rat hepatic gene expression in response to zinc deficiency as assessed. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, n. 4, p. 1004-1010, 2003.

EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 6, p. 1011-1021, 1995.

GALLUP, W. D.; E NORRIS, L. C. The amount of manganese required to prevent perosis in the chick. **Poultry Science**, Champaign, n. 1, v. 18, p. 76-82, 1939.

GOMES, F. A. **Desempenho e características fisiológicas em frangos de corte alimentados com diferentes fontes e níveis de selênio**. 2010. 100 f. Tese (Doutorado em Produção e Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003, v. 1 , 198 p.

GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLWELL, B. The measurement and mechanism of lipid peroxidation in biological systems. **Trends in biochemical science**, Oxford, n.1, v.2, p. 114-147, 1990.

HERRICK, J.B. Mineral in animal health. In: ASHMEAD, H.D. **The roles of amino acid chelates in animal nutrition**. New Jersey: Noyes, 1993. cap. 1, p.3-9.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chickens**. 4.th. Guelph: University Books, 2001. v. 1, p.591.

MABE, I. **Efeitos da suplementação dietética com quelatos de zinco e de manganês na produção de ovos e morfologia intestinal de galinhas poedeiras**. 94 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.

MAHAN, D.C. et al. Effect of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing finishing pigs on performance, tissue selenium, serum Glutathione Peroxidase activity, carcass characteristics and loin quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 3, p. 2172-2179, 1999.

MAPA. Avicultura brasileira. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>>. Acesso em 23 jan. 2011.

MAYNARD, L. A. **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. v. 1, p. 260-280.

MAYNARD, L. S.; E COTIZIAS, G. C. The partition of manganese among organs and intracellular organelles of the rat. **The Journal of Biological Chemistry**, Maryland, v. 214, n. 1, p.489-495 , 1955.

MCCALL, K. A.; HUANG, C. C.; FIERKE, C. A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **Journal of Nutrition**. Bethesda, v. 130, n. 5, p. 1437-1446, 2000.

McDONALD, P. et al. **Animal nutrition**. 6 th. Pearson: Edinburgh, 2002. v. 1, 693 p.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. v. 1, 524 p.

MELLOR, D. Historical background and fundamental concepts "of chelation". In: DWYER, F., MELLOR, D. **Chelating agents and metal chelates**. New York: Academic Press, 1964. ,p.1.

MOREIRA, J. et al. Efeito de fontes e níveis de selênio na atividade enzimática da glutathione peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 661-666, 2001.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. th. Washington: National Academy Press, 1994. p 44-45.

NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: Breder, 1995. v. 1, 334 p.

OLIVEIRA, G. E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2002. cap. 7 , p.641-651.

PAIK, I. Application of chelated microminerals in animal production. **Asian-Australasian Journal of animal Science**, Seoul, v. 14, n, 2, p.191-198, 2001.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**: Tabelas brasileiras. Viçosa: UFV, 2000.

SALGUEIRO, M. J. Zinc as an essential micronutrient: a review. **Nutrition Research**. Missouri, v. 20, n. 5, p. 737-755, 2000.

SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

SINDIRAÇÕES. Sindirações projeta produção de 60 milhões de toneladas em 2010. Disponível em: http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/WebSite/Noticias/sindiracoes-projeta-producao-de-60-milhoes-de-toneladas-em-2010,20101122114025_J_928,20081118090857_O_477.aspx. Acesso em: 15 abr. 2011.

SMITH, O. B., KADAIJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium-phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 9, p. 1713-1720, 1985.

SURAI, P. F. Organic Selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 16., 2000, Nottingham. **Anais...** Nottingham: University Press, UK, 2000. p. 205-260.

TORRES, A. P. **Alimentação das aves**. São Paulo: Edições Melhoramento, 1969. v. 1, 259 p.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. rd. ed. Wallingford: CAB International, 1999. v. 1, p.180.

UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. London: Academic Press, 1981. v. 3, p. 15.

UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition**. New York: Academic Press, 1977. v. 1, p. 1–12.

VASQUEZ, E.F.A.; HERRERA, A.P.N.; SANTIAGO, G.S. Interação cobre molibdênio e enxofre em ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p.1101-1106, 2001.

VEIGA, J. B. da (Ed.). Criação de gado leiteiro na Zona Bragantina. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://sistemadeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/ autores.html>>. Acesso em: 05 mai. 2010.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo: aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1996. p. 77-91.

VIEIRA, S.L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: Simpósio Sobre Manejo e Nutrição De Aves E Suínos, 2003. **Anais...** Campinas: CBNA, 2003. SP, p. 51-70.

WEIGAND, E.; KIRCHGESSNER, M. Endogenous excretion and true retention of manganese in response to graded levels of dietary Mn supply in chicks. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Oxford, v. 60, n. 1-5, 197–208, 1988.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. nd. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. v. 1, 476p.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DE MICROMINERAIS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MATRIZES PESADAS E RESPOSTAS DA PROGÊNIE.

RESUMO – Esse estudo teve como objetivo avaliar a utilização de microminerais orgânicos na alimentação de matrizes de frango de corte avaliando o desempenho, parâmetros de incubação e desempenho da progênie. O experimento foi realizado em quatro períodos de vinte e oito dias cada e dividido em três partes. Na primeira parte, avaliou-se o desempenho de matrizes de frango de corte, da linhagem Cobb Avian 48. Os parâmetros avaliados foram a produção e massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, peso e gravidade específica. Na segunda parte do experimento foram feitas duas incubações para determinar o desempenho reprodutivo das aves. Para isso, foi calculada a taxa de eclosão, eclodibilidade e fertilidade. Na terceira parte, foi avaliado o desempenho dos pintinhos nascidos dessas duas incubações através do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. No primeiro experimento, não houve interação tratamento e período ($P > 0,05$) para produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, peso e gravidade específica dos ovos. Contudo, houve efeito ($P < 0,05$) do período para todos os parâmetros citados anteriormente. No experimento de incubação, a taxa de eclosão, fertilidade e eclodibilidade não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$). Com relação ao desempenho dos frangos, também não houve diferença significativa ($P < 0,05$). A suplementação com microminerais orgânicos em níveis similares ao utilizado para inorgânicos em dietas de matrizes e machos reprodutores não influencia no desempenho das matrizes, qualidade de ovos, parâmetros de incubação e respostas de progênies.

Palavras – chave: avicultura, incubação, matriz pesada, quelato.

CHAPTER 2 - EVALUATION OF ORGANIC TRACE MINERALS ON BROILER BREEDERS REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND RESPONSES FROM PROGENY.

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the use of organic trace minerals in broiler breeder feeding evaluating performance, incubation parameters and performance of progeny. The experiment was conducted in four periods of twenty-eight days each and divided into three parts. In the first part, it was evaluated the performance of broiler breeders, of Cobb Avian 48 strain. The parameters evaluated were egg production and egg mass, feed conversion for egg mass and per dozen eggs, egg weight and specific gravity. In the second part of the experiment two incubations were done to determine the reproductive performance of birds. For this, it was calculated the rate of hatching, hatchability and fertility. In the third part, it was evaluated the performance of chicks born from these two incubations through feed intake, weight gain and feed conversion. In the first experiment, there was no interaction between treatment and period ($P > 0.05$) for egg production, egg mass, feed conversion for egg mass and per dozen eggs, egg weight and specific gravity of eggs. However, there was effect ($P < 0.05$) of the period for all parameters mentioned above. In the incubation experiment, hatching rate, fertility and hatchability did not show significant difference ($P < 0.05$). Regarding the performance of broilers, there was no significant difference ($P < 0.05$). Supplementation with organic trace minerals at similar levels to inorganic used in diets of broiler breeders, and breeding males does not influence the performance of breeders, egg quality, incubation parameters and responses of progeny.

Key – words: poultry, hatching, broiler breeder, chelate.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores fabricantes mundiais de rações e suplementos para a nutrição animal. A produção brasileira de rações alcançou aproximadamente 60 milhões de toneladas, sendo a avicultura (56%) o segmento com maior consumo (SINDIRAÇÕES, 2010). Nesse segmento, nos programas nutricionais as rações são balanceadas através de um ajuste entre a oferta de nutrientes dos ingredientes com as exigências nutricionais das aves. Entretanto, nas dietas para matrizes de corte, os microminerais oriundos dos ingredientes não permitem formular uma dieta para atender as exigências para essa categoria. Dessa forma, um aporte inadequado de microminerais compromete o desempenho das aves, qualidade da casca dos ovos, aspectos reprodutivos e desempenho da progênie (SECHINATO, 2003).

Nesse sentido, a suplementação de microminerais na dieta tem sido uma prática rotineira. As fontes inorgânicas tem sido as mais utilizadas, contudo apresentam menor absorção e biodisponibilidade comparada às orgânicas (REVVY et al., 2002). O uso de fontes orgânicas nas dietas das aves permite reduzir a excreção dos microminerais no ambiente com um desempenho similar comparado a fontes inorgânicas.

Essa melhor biodisponibilidade tem sido verificada em vários estudos com aves. GUO et al. (2001), encontrou maior biodisponibilidade para as fontes orgânicas para pintos comparando sulfato de Cu com Cu lisina e Cu proteinato, encontrando valores de 100, 111 e 109%, respectivamente. Um aspecto importante é que essa melhor biodisponibilidade dos microminerais orgânicos permite reduzir os níveis de microminerais na dieta. Segundo BRITO et al. (2006), a redução em 0,2% nos níveis de suplementação da fonte orgânica (Zn, Fe, Mg, Cu, I e Se), não afetou o desempenho e as características ósseas para frangas de reposição. Contudo, nutricionistas e produtores com o objetivo de garantir que as matrizes expressem o potencial optam na maioria das vezes por fornecerem níveis

similares ou mais elevados do que os inorgânicos. Nesse mesmo contexto, níveis elevados de microminerais orgânicos, principalmente o Se, apresentam efeito benéfico sobre aspectos reprodutivos em matrizes pesadas e galos quando em condições de desafios sanitários e de ambiente (SURAI, 2002).

VIRDEN et al. (2003), trabalhando com matrizes alimentadas com diferentes fontes e níveis de Zn e Mn orgânicos, não observaram diferenças para ganho de peso e conversão alimentar na progênie. Contudo, FLINCHUM et al. (1989) avaliando progênie de matrizes de frango de corte alimentadas com microminerais orgânicos, observaram maior ganho de peso. A suplementação de microminerais na forma orgânica para matrizes de corte não influenciou o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar da progênie na primeira semana de vida, comparando com matrizes alimentadas com microminerais inorgânicos (SILVA et al., 2011).

Os estudos para avaliar o efeito de utilizar níveis de microminerais orgânicos similares a inorgânicos em dietas de matrizes e machos reprodutores são poucos e inconsistentes em relação à resposta nas progênies. No caso de parâmetros de incubação existe ausência de informações e, além disso, poucos estudos avaliaram todo processo (matriz, incubação e progênie). Nesse sentido, existe a necessidade ainda de estudar melhor o uso de níveis elevados na dieta de um composto de microminerais orgânicos considerando uma avaliação desde a resposta da matriz até a progênie. Os objetivos desse estudo foram, portanto, avaliar o uso de microminerais orgânicos (Mg, Cu, Se, I, Fe e Zn) em dietas de fêmeas de matrizes pesadas e machos reprodutores no desempenho das matrizes, parâmetros de incubação e resposta da progênie.

MATERIAL E MÉTODOS

Nesse estudo foram realizados três experimentos. Um experimento foi conduzido com matrizes em fase de produção da 42^o à 58^o semanas de idade para avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos. Adicionalmente, foi realizado outro experimento com incubações de ovos oriundos da 46^o e 47^o semana de idade e no último foi avaliado o desempenho das progênie oriundas dessas incubações.

1. Desempenho das matrizes e qualidade dos ovos

Esse experimento foi realizado no Matriseiro e Incubatório da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, para avaliar o uso de suplemento contendo microminerais inorgânicos ou orgânicos sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de matrizes pesadas. O período experimental foi de 42 à 58 semanas de idade das matrizes, dividido em 4 períodos de 28 dias cada.

Foram utilizadas 260 aves da linhagem Cobb Avian 48 (240 matrizes e 20 machos reprodutores), com 42 semanas de idade, alojados em galpão de alvenaria, com 54 boxes telados no total, sendo utilizados apenas 20 boxes, com área de 3,5 x 2,0m por box e equipado com 12 ventiladores para o controle da temperatura. No fornecimento de ração diferenciada para machos e fêmeas, os boxes foram equipados com comedouro tubular com grade de restrição para machos. Os comedouros dos machos foram posicionados em uma altura de forma a evitar o consumo das fêmeas. A água foi fornecida à vontade, em bebedouros tipo nipple (cinco/box). Todos os boxes possuíam um ninho de madeira com seis bocas para a postura dos ovos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados divididos por produção de ovos, com dois tratamentos, cinco blocos e duas repetições por bloco. A unidade experimental era composta por treze aves cada (doze fêmeas e um macho). Para a distribuição das aves nas unidades experimentais, estas foram pesadas individualmente e distribuídas de acordo com a produção de ovos, a fim de controlar as diferenças nas parcelas. A produção foi controlada durante três semanas antes do início do experimento. Os tratamentos consistiam em testar uma ração com suplemento contendo os microminerais (Mg, Cu, Se, I, Fe e Zn) na forma inorgânica e outra ração com os mesmos microminerais, contudo na forma orgânica. Os suplementos (inorgânico e orgânico) foram elaborados por uma empresa comercial, para fins de pesquisa, com níveis de garantia para atender às recomendações nutricionais de matrizes de frangos de corte.

O processo utilizado para a transformação dos microminerais inorgânicos em orgânicos foi a complexação, dependente de substratos, temperatura e pH. A base de proteína e aminoácidos utilizada para compor o substrato, foi proveniente da hidrólise de levedura. Posteriormente, os microminerais na forma de sulfato foram adicionados a este substrato e, através do controle de pH, ocorreu dissociação do hidrogênio do terminal carboxila destes aminoácidos. Ao mesmo tempo, ocorreu a solubilização de íons metálicos provenientes dos sulfatos, ocorrendo a ligação destes íons nos terminais dos aminoácidos, ocorrendo a complexação. A Tabela 1 mostra a composição do suplemento (inorgânico) antes de sofrer o processo de complexação.

Tabela 1. Níveis das matérias primas por quilo de suplemento com os microminerais inorgânicos ou orgânicos

Matérias Primas	Níveis (mg)
Sulfato de Manganês	70,00
Sulfato de Zinco	70,00
Sulfato de Ferro	60,00
Sulfato de Cobre	10,00
Iodato de Cálcio	1,00
Selenito de Sódio	0,30

O fornecimento de ração das matrizes e machos reprodutores foi realizado no período da manhã, sendo controlada a quantidade fornecida durante todo o experimento. As fêmeas receberam 165 gramas de ração/dia, porém à partir de 43 semanas de idade, a quantidade de ração foi restrita à 160 gramas, diminuindo 2 gramas por semana até chegar à 140 gramas. Os machos receberam 135g durante todo o período experimental. A ração foi pesada sempre no dia anterior conforme o número de aves da parcela, colocada em sacos plásticos e armazenadas em baldes para cada parcela. Foram formuladas dietas distintas (Tabela 2) à base de milho e farelo de soja para fêmeas e machos, de acordo com as exigências nutricionais da linhagem.

Tabela 2. Composição percentual e nutricional calculada das dietas

Ingredientes (%)		
	Matrizes	Galos
Milho	66,90	67,57
Farelo de Soja	19,00	9,00
Farelo de Trigo	5,00	20,00
Calcário	7,10	1,30
Fosfato Bicálcico	1,40	1,50
Sal	0,32	0,32
DL-Metionina	0,08	0,04
L – Lisina	----	0,07
Premix. Vitamínico ¹	0,09	0,10
Premix. Micromineral ²	0,10	0,11
Total	100,00	100,00
Composição Química (%)		
Proteína Bruta (%)	15,00	12,60
Energia Metab.,kcal/kg	2750	2700
Fibra Bruta (%)	3,35	4,42
Extrato Etéreo (%)	3,21	3,72
Cálcio (%)	3,20	1,00
Fósforo total (%)	0,60	0,72
Fósforo disponível (%)	0,38	0,44
Lisina (%)	0,75	0,60
Metionina (%)	0,33	0,26
Met+Cis (%)	0,60	0,47
Treonina (%)	0,57	0,45
Triptofano (%)	0,17	0,14
Sódio (%)	0,15	0,15
Cloro (%)	0,26	0,25
Potássio (%)	0,65	0,58

¹Premix Vitamínico: A (UI)13.000; E (UI) 60, K (mg) 4, Vitamina D3 (UI) 4.000,B1 (mg) 4, B2 (mg), B6 (mg), B12 (µg) 20, Ac. Pantotênico 15(mg) Niacina (mg) 45, AC. Fólico (mg) 1,5 ,Biotina (mg) 200.

²Premix Micromineral: Fe (mg) 60, Zn (mg) 70, Mn (mg) 70, Cu (mg) 10, I (mg) 1, Se (mg) 0,3.

Para avaliar o desempenho produtivo das aves, foi contabilizada a produção diária dos ovos. Os ovos eram coletados diariamente e ao final de cada período, foi calculada a porcentagem de postura, expressa em porcentagem por ave por dia.

A porcentagem de produção (PR), a massa de ovos (MO), a conversão alimentar por massa de ovos (CAMO) e a conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ) foram calculadas pelas fórmulas:

$$PR = \left(\frac{\text{total de ovos do período}}{n^{\circ} \text{ aves} \times n^{\circ} \text{ dias do período}} \right) \times 100$$

$$MO = \frac{\text{peso médio dos ovos} \times \% \text{ de produção}}{100}$$

$$CAMO = \frac{\text{ração ingerida (g)}}{\text{massa de ovos (g)}}$$

$$CADZ = \frac{\text{ração ingerida (g)}}{\frac{\% \text{ produção}}{12}}$$

Nos dois últimos dias de cada período foi realizada a pesagem dos ovos por parcela para determinar seu peso médio. A qualidade da casca foi medida pela gravidade específica. Para isso, os ovos foram mergulhados em recipientes contendo soluções salinas com diferentes concentrações, variando de 1,060 à 1,090 g/cm³, com intervalos de 0,005. As soluções salinas foram preparadas no início do experimento, conferidas a cada avaliação, conforme recomendação feita por Hamilton (1982) e calibradas com um densímetro de petróleo.

2. Incubação dos ovos

Foram realizadas duas incubações, a primeira utilizando os ovos coletados às 46 semanas de idade e a segunda os ovos coletados às 47 semanas. Com o objetivo de aumentar o número de repetições, cada incubação foi considerada como um bloco. Nesse experimento o delineamento experimental seguiu o do experimento com desempenho. Foram considerados dois tratamentos e dez repetições.

Prévia a coleta dos ovos, foi colocada cama nova nos ninhos e aplicado 10g de paraformaldeído juntamente com 10g de antifúngico para fazer a desinfecção. Diariamente, os ovos quebrados, matéria fecal ou qualquer material sujo era removido dos ninhos e substituído por cama limpa. Foi realizado um manejo de ninho, onde estes eram fechados à noite (às 18 horas) e abertos pela manhã (às 7 horas), não permitindo que as aves permanecessem nos ninhos durante a noite, evitando a contaminação desses ninhos.

Os ovos foram coletados cinco vezes ao dia, para evitar contaminação com excretas, durante cinco dias. Após coletados, os ovos eram pulverizados com uma solução de detergente AVT 500, na diluição de 1,5ml/L de água. Após, foram transferidos para o incubatório onde foram alojados nos carrinhos da incubadora, em bandejas próprias para incubação, devidamente identificados e armazenados. Na sala de armazenamento, a temperatura foi mantida entre 19 e 21°C e a umidade em torno de 75%. Após cinco dias de coleta, os ovos foram colocados em incubadoras CASP modelo IHM – linha e – V AO6, onde permaneceram por 19 dias. Após esse período, os ovos foram transferidos para as bandejas de nascimento. Os parâmetros para controle de temperatura foram determinados para as incubadoras, e estão descritos na Tabela 3. Foi controlada a renovação de ar nas incubadoras, que foi feita seguindo a mesma Tabela, controlada manualmente. A cada 1 hora, foi realizada a viragem desses ovos automaticamente.

Tabela 3. Controle de temperatura e umidade durante a incubação

Horas	Temperatura em F ^o	Umidade em %	Renovação de ar	
			Mínima	Máxima
0-24	100,5	85,0	0	0
25-48	100,5	85,0	0	0
49-72	100,5	85,0	15	15
73-96	100,2	84,0	15	15
97-120	100,2	84,0	18	18
121-144	99,9	83,0	18	18
145-168	99,8	82,5	20	20
169-192	99,7	82,5	20	20
193-216	99,7	82,0	25	35
217-240	99,6	82,0	25	45
241-264	99,6	81,5	25	45
265-288	99,5	81,5	25	45
289-312	99,4	81,0	25	55
313-336	99,4	81,0	25	55
337-360	99,3	80,5	25	65
361-384	99,3	80,5	25	65
385-408	99,2	80,0	40	80
409-432	99,1	80,0	40	80
433-456	99,1	80,0	40	80
457-480	98,5	83,0	20	65
481-504	98,5	83,0	20	75

Após o nascimento, no 21^o dia, os pintos foram retirados da incubadora, contabilizados, pesados em conjunto por bloco. Os ovos não eclodidos foram retirados e contabilizados para posterior embriodiagnóstico. Esses ovos foram separados, quebrados individualmente para verificar se eram inférteis ou férteis.

Após a coleta de dados, foram calculadas a taxa de eclosão, eclodibilidade e fertilidade, pelas fórmulas abaixo:

$$\text{Eclodibilidade} = \frac{\text{total de pintos nascidos}}{\text{total de ovos férteis}} \times 100$$

$$\text{Fertilidade} = \frac{\text{total de ovos férteis}}{\text{total de ovos incubados}} \times 100$$

$$\text{Taxa de eclosão} = \frac{\text{total de pintos nascidos}}{\text{total de ovos incubados}} \times 100$$

3. Avaliação de desempenho da progênie

Os pintos provenientes das duas incubações foram alojados em galpão experimental para frangos de corte para avaliar o desempenho. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, um tratamento de pintos provenientes de matrizes alimentadas com suplemento contendo microminerais inorgânicos, e outro proveniente de matrizes alimentadas com suplemento com microminerais orgânicos, com 12 repetições de 20 aves por repetição. Todas as aves receberam a mesma ração. Foi fornecida uma ração para cada fase de criação: pré-inicial, crescimento e terminação (Tabela 4). O desempenho das aves foi avaliado com 7, 21 e 42 dias de idade. As aves foram pesadas e foi contabilizado o consumo de ração por parcela. Foi determinado o consumo médio de ração, o ganho de peso das aves e a conversão alimentar.

Tabela 4. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais

	Pré-inicial	Inicial	Crescimento
Milho moído	54,120	55,597	59,477
Farelo de soja	39,800	37,000	32,600
Calcáreo fino	1,000	1,000	0,900
Óleo de soja	2,284	3,571	4,361
Ortofosfato bicalcico	1,750	1,770	1,650
Cloreto de sódio grosso	0,400	0,400	0,380
DI – metionina	0,226	0,218	0,196
L-lisina	0,096	0,119	0,126
Colina	0,050	0,050	0,040
Monensina	0,060	0,060	0,055
Halquinol	0,005	0,005	0,005
Premix micromineral	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico CEA	0,100	0,100	0,100
Antioxidante	0,010	0,010	0,010
Composição química (%)			
Proteína	22,85	21,71	20,00
Gordura	4,77	6,06	6,92
Fibra Bruta	4,06	3,89	3,66
Cálcio	0,95	0,95	0,88
Fósforo Total	0,74	0,73	0,69
Fósforo Disponível	0,48	0,48	0,45
Arginina Digestível	1,43	1,35	1,23
Lisina Digestível	1,20	1,15	1,05
Metionina Digestível	0,55	0,53	0,49
Met.+ Cis. Digestível	0,86	0,83	0,77
Treonina Digestível	0,76	0,72	0,66
Triptofano Digestível	0,25	0,24	0,22
Sódio	0,19	0,19	0,18
Acido Linoleico	2,35	3,03	3,48
Ener. Met. Ap. (EMA) Kc Kcal/kg	2.950	3.050	3.150

Análises estatísticas

Os dados do experimento de desempenho das matrizes (produção de ovos, massa de ovos e conversão por massa e dúzia de ovos) e qualidade de ovos (gravidade específica e peso de ovo) foram observados em 2 tratamentos e 4 tempos (28, 56, 84 e 112 dias) e analisados por medidas repetidas no tempo através do procedimento Proc Mixed do SAS (SAS, 1989), incluindo no modelo o Bloco como fator de efeito aleatório e tratamento, período e interação tratamento*período como fatores de efeitos fixos. Destaca-se que o valor de cada parcela é a média de duas réplicas. A análise foi realizada utilizando a estrutura da matriz de covariâncias entre tempos (Σ) mais adequada aos dados experimentais.

Os dados do experimento de incubação (taxa de eclosão, eclodibilidade e fertilidade dos ovos) e de resposta das progênies (consumo, ganho e conversão) foram submetidos à análise de variância e teste F, para comparação de médias em nível de 5% de probabilidade. Na análise dos dados de incubação, no modelo foi considerado o efeito de blocos (produção) e tratamentos. Na análise dos dados das progênies, no modelo foi considerado somente efeito de tratamento. As análises foram realizadas utilizando o procedimento PROC GLM do SAS (SAS, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Parâmetros de desempenho das matrizes

1.1. Produção de ovos

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de produção de ovos. Na produção de ovos não houve diferenças ($P=0,34$) entre as matrizes alimentadas com dieta contendo microminerais de fonte inorgânica comparada com o grupo de fonte orgânica. Na análise de medidas repetidas no tempo não houve interação tratamento e período ($P=0,70$) para produção de ovos. Contudo, houve efeito ($P<0,0001$) do período na produção de ovos. Esse efeito era esperado devido às matrizes apresentarem produção diferenciada no tempo (VIEIRA, 1992). Os microminerais de fonte orgânica comparado a inorgânica apresentam melhor biodisponibilidade por utilizarem as vias de absorção das moléculas orgânicas que estão complexadas, e dessa forma, não apresentam interação com outros minerais (KRATZER e VOHRA, 1986). BRANTON et al. (1995) encontrou uma melhora na produção de ovos quando as aves foram alimentadas com microminerais de fonte orgânica comparado a inorgânica, diferentes dos resultados encontrados no presente estudo. Os microminerais que podem influenciar na produção de ovos são o Zn, Cu e manganês. De acordo com BERTECHINI (2006), em poedeiras reprodutoras com severa deficiência de Cu, há uma redução na produção de ovos. Contudo, no presente estudo em ambos os tratamentos esses microminerais estavam em níveis adequados, o que não levou a diferenças entre os tratamentos.

Tabela 5. Produção de ovo (%/ave/dia) de matrizes alimentadas com dietas com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Período (semana)				Geral
		42-45	46-49	50-53	54-57	
Médias	Inorgânico	77,69	73,01	66,27	59,55	69,13
	Orgânico	75,80	72,62	64,19	57,92	67,63
	Geral	76,75	72,82	65,23	58,73	
F para tratamento		0,93(p=0,34)				
F para período		217,54(p<0,0001)				
F para int. trat. X tempo		0,49(p=0,70)				
Estrutura da matriz (Σ)		Compound Symmetry				

1.2. Massa de ovo

A massa de ovo de matrizes alimentadas com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica ou orgânica está apresentada na Tabela 6. Na análise de medidas repetidas no tempo a massa de ovos não diferiu ($P=0,79$) entre as matrizes alimentadas com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica em relação as do grupo alimentadas com a orgânica. Não houve interação tratamento e período ($P>0,0001$) para massa de ovos. Contudo, houve efeito ($P=0,93$) do período na massa de ovos. Da mesma forma que a produção, esse efeito era esperado devido à massa de ovos mudar de acordo com a idade das aves (PAIK, 2001).

O Zn é um componente da enzima anidrase carbônica, que é fundamental para o fornecimento de íons carbonato durante a formação da casca. A inibição desta enzima resulta na diminuição da secreção do íon bicarbonato e, conseqüentemente, reduz o peso da casca e da massa de ovos (NYS et al.,1999). Além do Zn, outros microminerais como o Cu e Fe influenciam na massa de ovos sendo que a magnitude desse efeito pode ser determinados pelos níveis e forma de suplementação. Comparando o Cu orgânico (62,5 ppm) com inorgânico (200 ppm), PAIK (2001) observou menor massa de ovos nas matrizes alimentadas com

Cu na forma orgânica. SECHINATO (2003), avaliando formas de suplementação de Fe em dietas para poedeiras (7,5 ppm de suplemento inorgânico vs. 30 ppm de orgânico), encontrou menor massa de ovos no tratamento contendo Fe orgânico. Essas respostas negativas nesses estudos estão relacionadas aos níveis menores na dieta com suplemento na forma orgânica comparada a dieta contendo micromineral inorgânico. Esses estudos foram realizados com objetivo de tentar obter respostas semelhantes entre a duas formas de suplementação. Adicionalmente, essas diferenças na respostas podem também estar relacionadas ao tipo de processamento do produto resultando em compostos com diferentes biodisponibilidade, estabilidade e metabolização. Num contexto prático, isso muitas vezes ratifica a necessidade de usar na suplementação orgânica níveis mais próximos a inorgânica desde que não comprometa a resposta das aves em função da melhor biodisponibilidade que pode resultar em níveis tóxicos. No presente estudo, utilizando níveis semelhantes na forma de suplementação inorgânica ou orgânica não comprometeu a resposta massa de ovos.

Tabela 6. Massa de ovo (g/ave/dia) de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Período (semana)				Geral
		42-45	46-49	50-53	54-57	
Médias	Inorgânico	51,43	49,20	44,50	40,59	46,43
	Orgânico	50,58	48,87	43,80	39,51	45,69
	Geral	51,01	49,04	44,15	40,05	
F para tratamento		0,07(p=0,79)				
F para período		148,12(p<0,0001)				
F para int. trat. x tempo		0,15(p=0,93)				
Estrutura da matriz (Σ)		Huynh-Feldt				

1.3. Conversão alimentar

A conversão alimentar por massa e por dúzia de ovo de matrizes alimentadas com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica ou orgânica estão apresentadas na Tabela 7. A conversão alimentar por massa e por dúzia de ovo não diferiu ($P=0,53$) para as matrizes alimentadas com dieta contendo microminerais de fonte inorgânica em comparação ao grupo alimentado com a orgânica. Não houve interação tratamento e período ($P=0,83$) para conversão alimentar por massa e por dúzia de ovo. Contudo, houve efeito ($P<0,0001$) do período na conversão alimentar por massa e por dúzia de ovo.

O Mn é um micromineral importante principalmente em situações de estresse calórico. A suplementação de proteinato de Mn para frangos submetidos a estresse calórico melhora a conversão alimentar (SANDS e SMITH, 1999). Utilizando 0,45 ppm de duas diferentes fontes de selênio inorgânico (selenito de sódio, selenato de sódio) e outra de selênio orgânico na dieta para poedeiras foi observado melhora na conversão alimentar da aves que receberam dietas suplementadas com Se inorgânico (LANGE et al., 2005). PAN et al. (2004), observaram que a adição de selenometionina, para poedeiras comerciais de ovos marrons, melhorou a conversão alimentar, aumentou o ganho de peso das aves e a qualidade dos ovos melhorou. Em estudos com Zn orgânico em dietas para poedeiras, TABATABAIE et al. (2007) observaram melhora na conversão alimentar e redução no consumo de ração. As respostas obtidas em aves de postura, embora o metabolismo da formação do ovo é similar, podem ser diferentes em matrizes de frangos de corte. Adicionalmente, a ausência de resposta na conversão no presente estudo pode estar relacionada aos níveis utilizados em ambos os tratamentos, que atendem as exigências das aves.

Tabela 7. Conversão alimentar por massa de ovo de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Período (semana)				Geral
		42-45	46-49	50-53	54-57	
Médias	Inorgânico	3,22	3,21	3,36	3,51	3,32
	Orgânico	3,27	3,22	3,42	3,60	3,38
	Geral	3,24	3,21	3,39	3,56	
F para tratamento		0,40(p=0,53)				
F para período		23,91(p<0,0001)				
F para int. trat. X tempo		0,29(p=0,83)				
Estrutura da matriz (Σ)		Compound Symmetry				

Tabela 8. Conversão alimentar por dúzia de ovo de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Período (semana)				Geral
		42-45	46-49	50-53	54-57	
Médias	Inorgânico	2,55	2,60	2,70	2,87	2,68
	Orgânico	2,62	2,60	2,79	2,95	2,74
	Geral	2,58	2,59	2,75	2,90	
F para tratamento		0,11(p=0,74)				
F para período		42,59(p<0,0001)				
F para int. trat. x tempo		0,62(p=0,61)				
Estrutura da matriz (Σ)		Huynh-Feldt				

1.4. Peso dos ovos e gravidade específica

O peso médio e a gravidade específica dos ovos de matrizes alimentadas com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica ou orgânica estão apresentados na Tabela 8. Na análise de medidas repetidas no tempo não foi observado diferenças no peso médio ($P=0,63$) e a gravidade específica do ovo ($P=0,32$) para as matrizes alimentadas com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica comparado ao grupo alimentado com a orgânica. Não houve

interação tratamento e período para peso do ovo ($P=0,52$) e gravidade específica ($P=0,40$). Houve efeito do período ($P>0,0001$) somente para peso dos ovos e para gravidade específica não foi observado efeito ($P=0,40$).

O Se, Zn, Mn e Cu são responsáveis pela ativação de muitas enzimas relacionadas à síntese do albúmen, gema e casca. Dessa forma, uma manipulação nutricional utilizando microminerais oriundos de fontes de melhor disponibilidade (orgânica) pode resultar em maior peso e melhor gravidade específica dos ovos. O peso do albúmen e gema quando utilizando Se orgânico foi maior comparado ao inorgânico (PAN et. al, 2004). PAIK (2001) avaliando a utilização de fontes orgânicas e inorgânicas de Zn, Cu e Mn em poedeiras, observou que a gravidade específica, resistência da casca e porcentagem de casca no ovo foram melhores quando receberam na dieta a forma orgânica desses microminerais. Contudo, da mesma forma que os resultados observados no presente estudo, SCATOLLINI (2007) não verificou diferenças no peso e gravidade específica do ovo quando utilizando Mn, Zn e Se na forma orgânica nas dietas de matrizes pesadas. Esses efeitos contraditórios podem estar relacionados ao estado nutricional e sanitário das aves e as diferença no processamento das formas orgânicas de microminerais utilizadas nos diferentes estudos.

Tabela 9. Peso médio dos ovos de matrizes alimentadas com dietas com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Período (semana)				Geral
		42-45	46-49	50-53	54-57	
Médias	Inorgânico	66,20	67,33	67,15	68,10	67,20
	Orgânico	66,76	67,32	68,22	68,20	67,62
	Geral	66,48	67,33	67,68	68,15	
F para tratamento		0,24($p=0,63$)				
F para período		6,36($p=0,002$)				
F para int. trat. x tempo		0,77($p=0,52$)				
Estrutura da matriz (Σ)		Huynh-Feldt				

Tabela 10. Gravidade específica dos ovos de matrizes alimentadas com dietas com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Período (semana)				Geral
		42-45	46-49	50-53	54-57	
Médias	Inorgânico	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
	Orgânico	1,080	1,079	1,080	1,080	1,079
	Geral	1,080	1,079	1,080	1,080	
F para tratamento		1,00(p=0,32)				
F para período		1,00(p=0,4074)				
F para int. trat. x tempo		1,00(p=0,4074)				
Estrutura da matriz (Σ)		Simple				

2. Desempenho reprodutivo

Os resultados de taxa de eclosão, fertilidade e eclodibilidade das incubações estão apresentadas na Tabela 9. A taxa de eclosão, fertilidade e eclodibilidade não diferiram ($P>0,05$) para as matrizes e galos alimentados com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica ou orgânica. Os valores observados nesse estudo de eclosão e eclodibilidade foram acima de 88 e 96% o que reflete que as práticas de manejo sanitário e de ambiente na granja produtora de ovos e no incubatório foram adequadas (ROSA e ÁVILA, 2000).

No que se refere a fertilidade, índices elevados são dependentes do potencial do ovo para ser fertilizado (fêmea) e do potencial de fertilização do esperma (machos) (HAMMERSTEDT, 1999). Níveis elevados de microminerais através do uso de fontes orgânicas podem contribuir na melhora desses aspectos tanto para fêmeas quanto para machos. SURAI (2006), suplementando Se orgânico em dietas de matrizes, em substituição ao selenito, observou melhora na eclodibilidade e fertilidade. Adicionalmente, a administração de Se orgânico para matrizes resulta em ovos mais ricos em Se e maior eficácia na transferência desse elemento aos embriões (SURAI, 2006). Em condições similares, EDENS (2002) demonstrou que o uso de níveis elevados de Se orgânico em dietas de galos melhorou a qualidade do esperma quando comparado a dietas contendo Se

inorgânico. Os níveis de microminerais para aves sob condições fisiológicas adequadas de certa forma são baixos (Mn= 30ppm; Se= 0,1ppm; Zn= 50ppm; I= 0,30ppm; Fe= 45ppm e Cu= 6ppm). Dessa forma, a melhora em índices reprodutivos observados nos estudos com matrizes e galos com adição de níveis mais elevados de microminerais orgânicos nas dietas pode estar relacionado aos efeitos benéficos em condições produtivas na qual as aves são desafiadas (estresse, doenças, clima, etc) (SURAI, 2002). No presente estudo, o bom manejo sanitário e de ambiente na condição de produção das matrizes e galos pode ter sido um aspecto que contribui nos resultados similares de eclosão, eclodibilidade e fertilidade do tratamento contendo microminerais de fonte orgânica comparado ao grupo com fonte inorgânica.

Tabelas 11. Taxa de eclosão, eclodibilidade e fertilidade dos ovos de matrizes e galos alimentados com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico

Estatísticas	Tratamento	Taxa de Eclosão (%)	Eclodibilidade (%)	Fertilidade (%)
Médias	Inorgânico	91,49	93,38	97,98
	Orgânico	90,37	93,67	96,45
	Média	90,93	93,52	97,21
CV(%) ¹		3,98	2,86	2,39
F tratamento		1,05(p=0,475)	0,68(p=0,719)	0,94(p=0,543)

¹ Coeficiente de variação.

2. Desempenho da progênie

O consumo, ganho de peso e conversão alimentar da progênie estão apresentados na Tabela 12. O consumo, ganho de peso e conversão alimentar não diferiram ($P>0,05$) em nenhum dos períodos para as progênies procedentes das matrizes alimentadas com dieta contendo microminerais de fonte inorgânica

comparado ao grupo com fonte orgânica. Com exceção da conversão aos 21 e 42 dias de idade, houve diferença para as demais variáveis ($P < 0,0001$) entre pintainhos proveniente de ovos coletados e incubados às 46 semanas entre esses das 47 semanas. Essa diferença pode estar relacionada ao peso dos ovos que muda no tempo com conseqüente influencia no peso dos pintainhos.

Os microminerais estão presentes em várias enzimas essenciais envolvidas nas funções metabólicas, sendo responsáveis pela resposta imune, reprodução e crescimento. Ao contrário do que acontece com a energia e a proteína, o conteúdo micromineral de um ovo e conseqüentemente a disponibilidade para os embriões é dependente do seu fornecimento na dieta das matrizes (KIDD, 2003). A alimentação de matrizes pesadas com dietas contendo Zn e Mn com os mesmos níveis (75ppm de Zn e 80ppm de Mn) tanto na forma inorgânica quanto orgânica reduz a mortalidade de pintinhos, sem influenciar no crescimento e as características de carcaça (VIRDEN et al., 2003). Isso está relacionado a algumas funções celulares relacionadas à resistência a doenças serem melhoradas quando Zn-metionina é adicionado à dieta das matrizes com conseqüente efeito na progênie (KIDD et al., 1996). A resposta imune e os anticorpos foram elevados quando as matrizes consumiram complexo de Zn - aminoácido comparado ao grupo consumindo dietas suplementadas apenas com sulfato de Zn (HUDSON et al., 2004).

Algum efeito benéfico dos microminerais orgânicos poderia teoricamente ser verificado principalmente na primeira semana de vida dos pintainhos. Entretanto, as condições de manejo aplicados nesse experimento foram adequadas, com pouco desafio sanitário, não permitindo avaliar o potencial de microminerais orgânicos na reposta imune.

A maior biodisponibilidade dos microminerais na forma orgânica possibilita a redução do nível de inclusão sem prejuízo na produção e com redução no impacto ambiental devido a menor excreção desses elementos (VAN DER KLIS e KEMME, 2002; LEESOM, 2003). Quando em níveis mais elevados próximos ao normalmente utilizados na forma inorgânica, dentro de uma estratégia nutricional

de margem de segurança, os microminerais na forma orgânica não deprimem o desempenho das aves, variáveis de incubação e resposta das progênes. Além disso, nesse mesmo contexto poderão ser utilizados como estratégia preventiva em situações de desafios sanitários e ambiental. Contudo, o uso de fontes quelatadas ou orgânicas nesse contexto pode ser limitado devido ao seu custo elevado, o que onera o custo da fração micromineral das dietas.

Tabelas 12. Consumo de ração e ganho de peso total e conversão no período das progênes de matrizes alimentadas com rações com suplemento micromineral inorgânico ou orgânico aos 7, 21 e 42 dias de idade, nas duas incubações

Variáveis	Tratamentos			Estatísticas	
	Inorgânico	Orgânico	CV ¹	F tratamento	F incubação
1 à 7 dias					
Consumo, kg	0,148	0,150	6,74	0,59(p=0,44)	23,9(p<0,0001)
Ganho de peso, kg	0,130	0,129	3,27	1,81(p=0,185)	8,94(p=0,004)
Conversão	1,13	1,16	7,59	2,48(p=0,122)	45,51(p<0,0001)
1 à 21 dias					
Consumo, kg	0,858	0,846	10,68	1,11(p=0,297)	193,4 (p<0,0001)
Ganho de peso, kg	0,713	0,712	9,85	0,11(p=0,737)	377,6(p<0,0001)
Conversão	1,205	1,187	4,97	1,01(p=0,321)	0,16(0,689)
1 à 42 dias					
Consumo, kg	4,142	4,213	4,68	3,66(p=0,062)	60,14(p<0,0001)
Ganho de peso, kg	2,341	2,379	4,66	2,91(p=0,095)	45,43(p<0,0001)
Conversão	1,77	1,77	2,53	0,02(p=0,877)	0,36(p=0,552)

¹Coeficiente de variação

CONCLUSÕES

A suplementação com microminerais na forma orgânica, nas condições em que foi realizado o experimento, não afeta o desempenho e as características das aves, podendo, portanto, ser utilizada como fonte de suplementação para matrizes de corte. As variáveis de incubação e desempenho da progênie são semelhantes para matrizes alimentadas com dietas contendo microminerais de fonte inorgânica ou orgânica.

REFERÊNCIAS

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. 3. rd. ed. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

BRANTON, S. L. et al. Fatty liver-hemorrhagic syndrome observed in commercial layers fed diets containing chelated microminerals. **Avian Diseases**, Jacksonville, v. 39, n. 3 , p. 631-635, jul. 1995.

BRITO, J. A. G. et al. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações para frangas de reposição no período de 7 à 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 1342-1348, 2006.

EDENS, F.W. Practical applications for selenomethionine: broiler breeder reproduction. In: Annual Symposium, 18., 2002, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham University Press, 2002. P. 29-42.

FLINCHUM, J. D.; NOCKLES C. F.; AND MORENG R. D. Aged hens fed zinc methionine had chicks with improved performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, suppl.1, p. 55, 1989.

GUO, R. et al. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organics cooper sources for poultry. **Journal of Animal Science**, Gainesville, v. 79, n. 5, p. 1132-1141, jan. 2001.

HAMMERSTEDT, R.H. Symposium summary and challenges for the future. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 3, p. 459-466, 1999.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Ithaca, v. 61, p. 2022-2039, 1982.

HUDSON, B.P. et al. Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic and organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 13, n. 2, p. 349-359, 2004.

KIDD, M.T. A treatise on chicken dam nutrition that impacts on progeny. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 59, n. 4, p. 475-494, dez. 2003.

KIDD, M.T.; FERKET, P.R.; QURESHI, M.A. Zinc metabolism with special reference to its role in immunity. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 52, n. 3, p. 309-324, nov. 1996.

KRATZER, F. H.; VOHRA, P. Chelates and chelation. In: KRATZER, F. H.; VOHRA. **Chelates in nutrition**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1986. 169 p.

LANGE, L. L. M.; ELFERINK, G. O.; NOLLET, L. Producing selenium enriched eggs by different Se-sources in the feed. In: WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 15., 2005, Beekbergen. **Proceedings...** p. 525-528.

LEESON, S. A new look at trace mineral nutrition of poultry: can we reduce the

environmental burden of poultry manure? In: ANNUAL SYMPOSIUM ON BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 19., 2003, Nottingham. **Proceedings...** p 125-129.

NYS, Y. et al. Avian eggshell micromineralization. **Poultry Avian Biology Reviews**, London, v. 10, p. 143–166, 1999.

PAIK, I. Application of chelated microminerals in animal production. **Asian-Australasian Journal of animal Science**, Seoul, v. 14, n. 4, p. 191-198, 2001.

PAN, E. A. et al. Performance of brown egg layers fed diets containing organic selenium (Sel-Plex®). In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, 2004. **Proceedings...** Lexington: Kentucky, 2004. p. 18.

REVV, P. S. et al. Bioavailability of two sources of zinc in weanling pigs. **Animal Research**, Les Ulis, v. 51, n. 4, p. 315–326, jul. 2002.

ROSA, P. S.; AVILA, V. S. **Variáveis relacionadas as rendimento da incubação de ovos em matrizes de frango de corte**. 2000. p. 1–3. Disponível em:< <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot246.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2011.

SANDS, J. S.; SMITH, M. O. Broiler in Heat Stress Conditions: Effects of Dietary Mn e Proteinate or Chromium Picolinate Supplementation. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign, v. 8, n. 3, p. 280-287, 1999.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: release 6. 8. ed. Cary, 1989. 1028 p.

SCATOLINI, A. M. **Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção**. 2007. 51

f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SECHINATO, A. S. **Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras.** 2003. 68

f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

SILVA, L. M. et al. **Desempenho de frangos de corte na primeira semana de idade provenientes de lotes de matrizes suplementadas com minerais orgânicos na dieta.** Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_01128.pdf> Acesso em: 18 mar. 2011.

SINDIRAÇÕES. Disponível em <http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/WebSite/Noticias/sindiracoes-projeta-producao-de-60-milhoes-de-toneladas-em-2010,20101122114025_J_928,20081118090857_O_477.aspx>. Acesso em: 15 abr. 2011.

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

TABATABAEI, M. M. et al. Effect of different sources and levels of zinc on egg quality and laying hens performance. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Hamedan, v. 10, n. 19, p. 3476-3478, 2007.

VAN DER KLIS, J. D.; KEMME, A. D. An appraisal of trace elements: inorganic and organic. In: McNAB, J. M.; BOORMAN, K. N. **Poultry feedstuffs: supply,**

composition and nutritive value. Wallingford: CAB International, 2002. cap. 6, p. 99-108.

VIEIRA, S. L. **Considerações sobre a indução da muda em aves**. Porto Alegre: Departamento de Zootecnia, UFRGS, 1992. p. 1-35.

VIRDEN, W. S. et al. Hen micromineral nutrition impacts progeny livability. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 12, n. 4, p. 411- 416. 2003.