

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**POEDEIRAS SEMIPESADAS SUPLEMENTADAS COM MINERAIS AMINO
COMPLEXADOS**

CAMILLA GOMES PEREIRA
Zootecnista

RECIFE – PE
JANEIRO – 2018

CAMILLA GOMES PEREIRA

**POEDEIRAS SEMIPESADAS SUPLEMENTADAS COM MINERAIS AMINO
COMPLEXADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Profa. Dra. Helena Emília C.C. C. Manso – Orientadora

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello – Co-orientador

Profa. Dra. Mércia Rodrigues Barros – Co-orientadora

RECIFE – PE
JANEIRO – 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

P436p Pereira, Camilla Gomes.
 Poedeiras semipesadas suplementadas com minerais amino complexados /
Camilla Gomes Pereira. – Recife, 2018.
 55 f.; il.

 Orientadora: Helena Emília C. C. C. Manso.
 Coorientadores: Carlos Bôa-Viagem Rabello.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.
 Inclui referências.

 1. Minerais amino complexados 2. Poedeiras semipesadas 3. Produção de ovos
4. Hierarquia folicular I. Manso, Helena Emilia C. C. C., orient. II. Rabello, Carlos
Bôa-Viagem, coorient. III. Título

CDD 664

CAMILLA GOMES PEREIRA

**POEDEIRAS SEMIPESADAS SUPLEMENTADAS COM MINERAIS AMINO
COMPLEXADOS**

Dissertação defendida e aprovada pela comissão examinadora em 29 de janeiro de 2018.

Orientadora:

Profa. Dra. Helena Emília C. C. C. Manso
Departamento de Zootecnia
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

Profa. Dra. Cláudia da Costa Lopes
Unidade Acadêmica de Parintins (ICSEZ)
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Wilson Dutra Junior
Departamento de Zootecnia
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE
JANEIRO – 2018

BIOGRAFIA DA AUTORA

CAMILLA GOMES PEREIRA, filha de Marta Gomes da Silva Pereira e Wlademir Ramos Pereira, nasceu em Recife, Pernambuco, em 23 de maio de 1990.

Ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia no primeiro semestre do ano de 2009, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. De abril de 2010 a julho de 2014 foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Estagiou na empresa InVivo Nutrição e Saúde Animal em abril de 2014 a janeiro de 2015. De janeiro a julho de 2015, estagiou na fazenda experimental da IFAS North Florida Research and Education Center (NFREC) pela Universidade da Flórida.

Em janeiro de 2015 concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco obtendo o título de Zootecnista em abril de 2015.

Em Agosto de 2015, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Produção de Não-Ruminantes, tendo, em janeiro de 2018, submetido à defesa a presente dissertação.

*“Quando você quer alguma coisa, todo o universo
conspira para que você realize seu desejo”*

(Paulo Coelho)

A Deus, Pai Celestial, que me dá força e coragem para enfrentar os desafios da vida. Ilumina minhas escolhas e caminhos traçados, me acompanha e abençoa cada um dos meus dias.

DEDICO

Aos meus pais, Marta e Wladimir, por todo o esforço a mim direcionado. Por cada dia cheio de trabalho, por cada calo e dor no corpo, pelos longos anos de cansaço e dedicação em me proporcionar o melhor. Ainda não é o suficiente, mas continuarei conquistando tudo em nome de vocês!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, da sabedoria e da perseverança. Sem Ele nada é possível.

Aos meus pais, Wladimir Ramos Pereira e Marta Gomes da Silva Pereira, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e investindo na minha formação. Pelo AMOR, ensinamentos e dedicação. Obrigada por tudo!

A toda minha família, meu irmão Wladimir Junior, meus tios e tias, primos e primas, e minha avó, por todo carinho e apoio. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por me acolher ao longo de oito anos e meio, sendo um alicerce importante em minha vida profissional e em minhas realizações pessoais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

A Empresa Zinpro Corporation pelo financiamento do projeto.

A Profa. Dra. Helena Emília C. C. C. Manso, pela orientação e ensinamentos.

Aos meus co-orientadores, Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello e Profa. Dra. Mércia Rodrigues Barros, pelas contribuições imprescindíveis, apoio, por todos os conhecimentos compartilhados e confiança em me deixar fazer parte do grupo de pesquisa.

Aos professores da UFRPE, pelos ensinamentos e dedicação.

Ao grupo de pesquisa do projeto Zinpro que me ajudaram e apoiaram durante todo o percurso desta jornada.

Ao Laboratório de Biologia Molecular, Aplicada a Produção Animal (BIOPA) e todos os seus integrantes por terem me acolhido nessa grande família.

A Marcos Santos por toda disponibilidade e ajuda, muito obrigada!

Aos amigos queridos que fiz ao longo dessa caminhada no Departamento de Zootecnia da UFRPE e que vou levar para toda vida: Lidy Custódio, Yanne Carvalho, Ana Carolina Ferreira, João Vitor, Jasiel Moraes, Rogério Ventura, Júlia Almeida, Elayne Soares, Almir Ferreira. Muito obrigada pela amizade de cada um, pelas palavras de incentivo e pela parceria de sempre.

Em especial, quero agradecer a Tomás Guilherme, Edwilka Cavalcante, Gabriela Melo, Luiz Wilker, Heraldo Oliveira, Andresa Faria, Waleska Ventura por toda ajuda, por não me deixarem desanimar, pelo carinho, pelas conversas, e claro, por nossos momentos de descontração. Por serem verdadeiros amigos e terem sido fundamentais na minha dissertação. Muito obrigada!

As minhas amigas de infância, Mariana Mota e Joana Oliveira por estarem ao meu lado nos momentos difíceis e alegres.

Ao proprietário da granja OvoNovo por abrir suas portas para que o projeto fosse conduzido.

Enfim, muito obrigada a todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram a finalizar mais uma etapa importante da minha vida.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
INTRODUÇÃO GERAL	13
1. CAPÍTULO I – Referencial Teórico	15
1.1 Minerais complexados e sua importância na nutrição animal	16
1.2 O mineral Zinco e sua atuação na nutrição de aves	18
1.3 Manganês e sua atuação na nutrição de aves.....	19
1.4 O Cobre e sua atuação na nutrição de aves.....	20
2. Considerações Finais.....	22
3. Referências	23
2. CAPÍTULO II – Uso de minerais amino complexados em dietas de poedeiras semi pesadas na fase de crescimento a maturidade sexual	27
RESUMO	28
ABSTRACT.....	29
Introdução	30
Materiais e Métodos	31
Resultados.....	37
Discussão.....	38
Conclusão	41
Referências	41

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Capítulo I	
Tabela 1. Níveis de suplementação de microminerais de fontes orgânicas e inorgânicas para rações de aves poedeiras	17
Capítulo II	
Tabela 2. Suplementação por quilo de premix mineral inorgânico e premix amino complexado.....	47
Tabela 3. Composição da ração basal utilizada para a preparação de todas as dietas experimentais (%)	48
Tabela 4. Programa de aquecimento empregado na digestão ácida assistida por radiação micro-ondas para as amostras de fígado.....	49
Tabela 5. Programa de aquecimento em micro-ondas para amostras de excretas e rações.....	49
Tabela 6. Desempenho seminal de galinhas poedeiras semi-pesadas suplementadas com minerais amino complexados na fase de pré-postura.....	50
Tabela 7. Uniformidade por semana de galinhas de postura semipesadas suplementadas com minerais amino complexados.....	51
Tabela 8. Curva de postura dos ovos de aves poedeiras alimentadas com minerais amino complexados e inorgânicos.....	51
Tabela 9. Análise de identidade do modelo de aves semipesadas alimentadas com dieta contendo minerais amino complexados.....	51
Tabela 10. Curva da massa dos ovos de poedeiras alimentadas com minerais amino complexados e inorgânicos.....	51
Tabela 11. Análise de identidade do modelo de aves semipesadas alimentadas com dieta contendo minerais amino complexados.....	52
Tabela 12. Peso dos órgãos coletados de galinhas de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e minerais amino complexados na fase de pré postura.....	52
Tabela 13. Número de folículos mensurados em galinhas poedeiras semipesadas com 182 dias de idade (26 semanas) na fase pico.....	52
Tabela 14. Avaliação dos parâmetros físicos das tíbias de galinhas poedeiras semipesadas com 182 dias de idade (26 semanas) na fase pico.....	53
Tabela 15. Médias e parâmetros estatísticos da composição mineral das tíbias, fígado e das excretas das galinhas semipesadas suplementadas com fontes de minerais inorgânica e aminoácidos complexados.....	53
Tabela 16. Parâmetros sanguíneos de galinhas poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e minerais amino complexados na fase de pré postura.....	54
Tabela 17. Parâmetros hormonais de galinhas poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e minerais amino complexados na fase de pré postura.....	55

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Variação média da temperatura (T, °C) e Umidade relativa do ar (UH, %), durante as doze semanas, relacionadas ao período experimental.....	46
Figura 2. Percentual de postura diário de galinhas poedeiras semipesadas suplementadas com mineral amino complexado na fase de pré postura.	46

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil produziu cerca de 39,5 bilhões de unidades/ovos em 2016, superando em 6,1% a produção de 2015 (ABPA, 2017). Tentando manter o ritmo e aumentar a produção, produtores vêm investindo cada vez mais em tecnologias e na nutrição afim de melhorar o desempenho das aves poedeiras, além de garantir produtos de boa qualidade.

Para uma boa produção de ovos, as aves precisam estar bem desenvolvidas. Portanto, é necessário que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes, incluindo minerais e aminoácidos que são considerados de grande importância para o seu desenvolvimento, pois participam de todos os processos bioquímicos corporais (Sechinato, 2006).

Os minerais são classificados em micro e macrominerais, cuja definição é realizada pela quantidade requerida pelo animal. Dentro da classificação dos microminerais, podemos classifica-los em orgânicos e inorgânicos, sendo a forma inorgânica a mais utilizada pelos avicultores. Porém, segundo uma classificação da AAFCO (2002), os minerais orgânicos possuem variedades que se diferenciam conforme as suas ligações com outros elementos, como as proteínas e aminoácidos, que podem facilitar o processo de absorção mineral pelo animal. Um dos minerais orgânicos que estão sendo utilizados são os aminos complexados.

Estudos com minerais amino complexados têm sido desenvolvidos com a finalidade de garantir uma melhor absorção do mineral pelo trato gastrointestinal do animal, melhorando assim o seu desenvolvimento. Tais minerais apresentam absorção superior aos inorgânicos, pois utilizam as vias de absorção das moléculas orgânicas que os ligam, o que faz com que não tenham problemas de interações com outros minerais. Os benefícios trazidos pelos minerais amino complexados em aves que já foram encontradas são a maior taxa de crescimento, maior ganho de peso, maior produção de ovos, melhora na qualidade de carne e ovos, redução da taxa de mortalidade e redução do efeito do estresse.

Cada micromineral possui funções específicas, atuando no sistema imune, tecidual e reprodutivo dos animais. Estudos com os microminerais Zinco (Zn), Manganês (Mn) e Cobre (Cu) na forma amino complexada, tem sido utilizados na alimentação animal em conjunto para que atuem em diversas áreas metabólicas. O Zinco tem como principal função atuar na reparação tecidual, na síntese e digestão de proteínas, além de ajudar na fixação do cálcio na forma de carbonato de cálcio nos ossos e ovos. O manganês por sua vez, atua na formação da casca dos ovos, reprodução, crescimento e coagulação sanguínea e na matriz orgânica da cartilagem. O Cobre (Cu) está envolvido no metabolismo de aminoácidos e do tecido conectivo, sistema imunológico e formação de ossos.

Como ainda são escassas as pesquisas que utilizam os minerais Zn, Mn e Cu amino complexados em poedeiras semipesadas desde a fase inicial até a produção, faz-se necessário a realização de pesquisas para verificar sua atuação visando melhorar a produção, qualidade dos ovos e imunidade dos animais.

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1. Minerais e sua importância na nutrição animal

A suplementação mineral na alimentação de aves é importante para um bom desenvolvimento e desempenho animal, pois estão envolvidos em muitas funções metabólicas.

Existem dois tipos de minerais disponíveis na natureza, os macrominerais e os microminerais (microelementos). Os microelementos ou elementos traço (ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênico) possuem funções metabólicas que incluem a resposta imune, reprodução e crescimento do animal. Tendo como ação primária a de atuar como catalisadores em sistemas celulares enzimáticos (KIEFER, 2005). Os minerais agem principalmente em associações com proteínas como proporção fixa de metal-enzimas em que a interação entre enzimas melhora as atividades catalíticas das mesmas (VIEIRA, 2004).

É comum durante a formulação de premixes minerais a utilização de porcentagens de microminerais acima do exigido na tentativa de garantir margem de segurança nas dietas (FERNANDES et al. (2008). Visto que um dos grandes problemas na nutrição é identificar as deficiências de microminerais nos animais, pois são subclínicas, e uma vez que os sintomas não são evidentes, o animal reduz sua taxa de crescimento. O primeiro sintoma é o declínio da imunidade e o comprometimento das funções enzimáticas, seguida pela redução do crescimento e da fertilidade, evidenciando a deficiência clínica (FRAKER, 1983; WIKSE, 1992).

Dentro da cadeia de microminerais, existem dois tipos que se diferenciam através de suas ligações químicas. Os microminerais inorgânicos que possuem baixa biodisponibilidade, o que segundo Mabe (2001) pode estar relacionado com a formação de complexos com outras substâncias no trato gastrointestinal, reduzindo a solubilidade desses elementos. E os microminerais orgânicos, que são classificados em diversos tipos devido as diferentes ligações que podem possuir com outros elementos.

Devido as suas ligações que ajudam no aproveitamento do mineral pelo animal, a quantidade requerida de minerais orgânicos nas dietas é menor. Observa-se na Tabela 1, a diferença na exigência por mg/kg de ração para aves poedeiras em relação aos microminerais orgânicos e inorgânicos.

Segundo a AAFCO (2002), dentro da classificação de minerais orgânicos, estão presentes no mercado fontes de minerais amino complexadas (MAAC), que possuem uma maior biodisponibilidade devido suas ligações com aminoácidos, que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, estabilidade e solubilidade (KIEFER, 2005).

Tabela 1. Níveis de suplementação de microminerais de fontes orgânicas e inorgânicas para rações de aves poedeiras

Massa de ovo (g/dia)	60
Consumo de ração (g/dia)	100
<i>Microminerais</i>	mg/kg Ração
Inorgânicos	
Cobre	9,14
Ferro	45,85
Manganês	64,20
Selênio	0,275
Zinco	59,63
Iodo	0,928
Orgânicos	
Cobre	3,98
Ferro	19,88
Manganês	28,49
Selênio	0,120
Zinco	26,50
Proporção	1,10

Tabela adaptada de Rostagno, 2017.

A disponibilidade biológica dos MAAC proporciona um maior desenvolvimento do animal, ajudando em funções essenciais como manutenção celular e ativação de complexos enzimáticos (BOIAGO et al., 2007).

A absorção dos minerais amino complexados pode ocorrer sob duas formas: o mineral pode ser ligado à borda em escova sendo absorvido pela célula epitelial ou como ocorre na maioria das vezes, onde o agente quelante é absorvido levando junto a si o metal (KRATZER & VOHRA, 1996). Segundo Kratzer e Vohra (1996) o mecanismo pelo qual o agente quelante melhora a utilização do mineral, depende da capacidade do ligante sequestrar o mineral, ou da sua habilidade em competir com outros ligantes, formando complexos solúveis com o mineral. Desta forma, um ligante pode formar um composto solúvel com o mineral, tornando-o melhor absorvido pela mucosa (Clydesdale, 1998) ou ainda formar uma complexo estável no trato intestinal, evitando que o mineral forme complexos insolúveis, que dificultaria a sua absorção (SPEARS, 1996).

Segundo Kleyn (2013), a absorção dos minerais amino complexados nas aves, resultará em efeitos significativos na fisiologia do animal, melhorando específicas respostas metabólicas, como o sistema imunológico.

Estudos utilizando minerais amino complexados têm sido realizados na tentativa de obter melhores resultados de desempenho animal. Carvalho et al. (2016), em experimento com

galinhas poedeiras em segundo ciclo de postura, observou um maior porcentual de produção de ovos para dietas com minerais orgânicos, em relação aos animais que receberam dieta com minerais inorgânicos. Em outro experimento com aves poedeiras foi observado um aumento da espessura da casca de ovos, atividade enzimática e retenção de minerais em aves que consumiram minerais orgânicos (SUN et al., 2012). Já, Chen et al. (2018), avaliando concentrações de zinco complexado com metionina em galinhas de postura, observou grande efeito significativo para o desempenho e desenvolvimento fisiológico dos animais.

1.1 O mineral Zinco e sua atuação na nutrição de aves

O Zinco (Zn) está distribuído em todos os tecidos orgânicos, porém, as maiores concentrações deste elemento são encontradas no fígado, pele e pelos. Este mineral funciona como um cofator, constituinte de várias enzimas, atua na replicação celular, expressão do gene, ácido nucleico e no metabolismo de aminoácidos (SZABO et al., 1999; SILVA & PASCOAL, 2014). Possui também papel importante na reparação tecidual e cicatrização, na síntese de proteínas e digestão, e na otimização da ação da insulina, já que é um componente integrante da insulina (MURRAY et al., 2013). Outras funções importantes também são: fixação de cálcio sob a forma de carbonato de cálcio nos ossos e ovos, porém seu excesso pode diminuir atividade de outras enzimas como citocromo oxidase, catalase e enzimas ferrosas.

Segundo Kiefer (2005), existem muitos fatores que podem modificar a absorção de zinco, e que podem ser considerados como ativadores ou inibidores deste processo. Entre os ativadores da absorção estão o ácido picolínico, secretado pelo pâncreas, a Vitamina B₆ que aumenta a secreção de ácido picolínico, o citrato e aminoácidos como glicina, histidina, lisina e metionina. Portanto, o zinco é pouco absorvido, sendo excretado em grande proporção pelas fezes. Por outro lado, na forma complexada, o zinco está protegido do ácido clorídrico, passa para o duodeno, onde é eficientemente absorvido pelas células da mucosa, carregadas negativamente. Os complexos orgânicos são prontamente absorvidos para a corrente sanguínea, tornando-os altamente biodisponíveis às necessidades orgânicas e funcionais.

De acordo com Bertechini (2014), o zinco nas aves é acumulado principalmente nos ossos, que irá regular a cristalização da hidroxiapatita óssea, ativa a apoptose e crescimento da placa dos condrócitos, atua na transcrição de genes envolvidos com ossificação, sendo componente da fosfatase alcalina e da colagenase, atuando também no sistema imune do animal.

Os ingredientes de rações de aves e suínos normalmente utilizados no Brasil, possuem conteúdos de zinco muito variáveis. Enquanto, as fontes proteicas de origem animal como a

farinha de carne, contém de 100 a 150 ppm (disponível), o farelo de soja e o milho possuem 50 e 5 ppm, respectivamente, porém, grande parte na forma de quelatos insolúveis que impedem o aproveitamento deste elemento. Não fosse isso, dificilmente seria detectado alguma deficiência, já que, as exigências variam de 40 a 50 ppm, para aves ou suínos. Há portanto, a necessidade de se elevar os níveis de zinco da dieta além das necessidades para evitar a deficiência, sendo que grande parte será perdido nas fezes (BERTECHINI, 2004).

Os resultados de biodisponibilidade de fontes orgânicas e inorgânicas do zinco são variados. Este mineral em forma orgânica em estudo realizado com frangos de corte mostrou um aumento de produção de anticorpos contra doença de New Castle quando usado isolado e em conjunto com a vitamina E (CARDOSO et al., 2006).

El-Husseiny et al. (2012) observaram que a suplementação de 50% de Zinco, Manganês e Cobre orgânicos mais 50% dos mesmos minerais na forma inorgânica, obtiveram um aumento do crescimento de frangos de corte, uma melhora nas características de carcaça e qualidade da tibia e, também, uma diminuição da excreção desses minerais, reduzindo a poluição ambiental.

Bertechini (2004) afirma que a presença de altos conteúdos de cálcio e fósforo no intestino delgado, interferem na absorção do zinco, formando compostos insolúveis e prejudicando o seu aproveitamento. De acordo com uma pesquisa realizada por Shoulten et al. (2002) observou-se que houve uma redução da retenção de Zn intestinal quando se elevou os níveis de cálcio nas rações de frangos de corte. Em estudo com várias fontes de Zinco em matrizes de frangos de corte, Zhu et al. (2017), verificaram que o Zn orgânico melhorou a capacidade de incubação assim, como a qualidade da carne da progênie.

1.2 Manganês e sua atuação na nutrição de aves

O manganês (Mn) é um elemento traço essencial para os animais, com particular importância para os tecidos de rápido crescimento e sistema reprodutivos das aves (LU et al., 2006). De acordo com Dukes (1993), o Manganês não está concentrado em nenhum órgão ou tecido específico, porém é encontrado em maiores concentrações nos ossos, fígado, rins e pâncreas do que em músculos esqueléticos. Sendo responsável pela ativação de várias enzimas como descarboxilase, hidrolase e transferase, possuindo papel importante na síntese do mucopolissacarídeo da cartilagem (UNDERWOOD, 1999).

Segundo Leach (1986), o manganês está envolvido na síntese da matriz orgânica da cartilagem epifiseal. Ele ativa o grupo de enzimas glicosiltransferases que serão necessárias para a síntese de sulfato de condroitina, o qual é componente da molécula de proteoglicana que é constituinte extracelular da cartilagem, contribuindo para que as zonas de crescimento

resistam a cargas compressivas. Sua deficiência está associada a vários distúrbios, como ataxia, má formação da casca de ovos, deficiência no crescimento, reprodução e na coagulação sanguínea, além de causar deformidades ósseas. Em frangos de corte a deficiência do manganês pode causar a perose ou deslizamento do tendão de frangos e a condrodistrofia nutricional em embriões de pintainhos (OLIVEIRA (2008); CUPERTINO, et al. (2005)).

O manganês é capaz de interagir com outros minerais (Mg, Zn, S, P, Fe e Ca), que se em grande quantidade podem afetar a sua atuação metabólica. O Ca e P quando em grande concentração na dieta, causará deficiência do manganês (KLEYN, 2013). Em estudo com níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase, foi observado que níveis elevados de cálcio, reduziram a absorção de fósforo, zinco e manganês, assim como níveis muito baixos prejudicam a absorção de fósforo, sendo então necessário manter a relação de Ca:P adequada na dieta (SCHOULTEN, et al. 2002).

Segundo Swiatkiewicz & Koreleski (2008), o manganês e o zinco são cofatores de enzimas responsáveis pela síntese de mucopolissacarídeos e carbonatos, desempenhando um importante papel na formação e qualidade das cascas dos ovos. Boiago et al. (2013), observaram que aves criadas em condições de estresse térmico e alimentadas com dietas contendo fontes de selênio, zinco e manganês amino complexados, tiveram um desempenho superior em condições de alta temperatura. Xiao et al. (2014) ao estudarem vários níveis de Manganês na dieta de aves poedeiras, observaram que a suplementação de Mn melhora a qualidade da casca, pois atuam na síntese do ácido irônico e o glicosaminoglicano que atuam diretamente na estrutura das cascas dos ovos.

1.3 Cobre e sua atuação na nutrição de aves

O cobre (Cu) é um micromineral essencial no organismo animal, pois é cofator de compostos enzimáticos, como a ceruloplasmina, tiroquinase, lisil oxidase, citocromo oxidase e superóxido dismutase. É necessário para respiração celular, formação óssea, função cardíaca normal, desenvolvimento do tecido conjuntivo, mielinização da medula espinhal, queratinização e pigmentação dos tecidos. Sua deficiência afeta as células T e B, os neutrófilos e macrófagos, resultando em decréscimo das células produtoras de anticorpos (MCDOWELL, 2003), alterações ósseas, ataxia neonatal, alteração do desempenho reprodutivo, distúrbios gastrointestinais, aumento de ferro no fígado, e seu excesso causa a diminuição de ferro hepático, mostrando o papel do cobre no aproveitamento do ferro (DUKES, 1993).

O metabolismo do Cu é regulado pelo trato gastrointestinal e fígado. Já sua absorção é regulada via hepática pela metalotioneína, proteína que mantém a homeostasia do mineral. No

trato gastrointestinal, em ingestões elevadas de zinco, pode ocorrer um menor transporte de cobre à corrente sanguínea. O Zn e Cu são transportados aos tecidos pela albumina e ceruplasmina (COUSIN, 1985).

Estudos realizados por GUO et al. (2001) encontraram maior biodisponibilidade para fontes de Cu quelatado ou complexado a aminoácidos, quando comparadas ao Sulfato de Cu em experimentos com frangos de corte.

O Cu tem grande importância para o sistema imunológico, em estudos Harmon et al. (1994), relatam a importância do cobre para o sistema imune, onde dietas com níveis baixos de cobre diminuíram a quantidade de linfócitos, a atividade da superóxido dismutase, reduzindo a capacidade do organismo combater às infecções. Togashi et al. (2008), em pesquisa com cobre e alho na alimentação de frangos de corte, observaram uma diminuição do teor de gordura e colesterol, não afetando o desempenho produtivo dos animais. Já Pekel & Alp (2011), ao testar o cobre inorgânico e orgânico percebeu que a excreção de ambos os minerais foi alta, o que pode estar relacionado a barreira de absorção intestinal que o mineral sofre no organismo do animal.

2. Considerações Finais

Os microminerais Zinco, Manganês e Cobre são elementos importantes para o desenvolvimento das aves, atuando no sistema imune, formação de tecidos e sistema reprodutor. Há a necessidade de pesquisas utilizando esses minerais na forma de amino complexados na alimentação de galinhas poedeiras durante a fase de postura, verificando a atuação desses elementos no desempenho e produtividade dos animais.

3. Referências

- AAFCO. 2002. Official Publication of the Association of American Feed Control Officials (Ed. P.M. Bachman).
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal, Relatório Anual 2016. Acessado em 07 de junho de 2017. Disponível em: [<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>]
- BERTECHINI, A.G. Exigências de minerais para aves. In:_____. **Nutrição de Não ruminantes**. p.380-381, Jaboticabal: Funep, 2014.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras:Editora UFLA/FAEPE, 2004.
- BOIAGO, M.M. SOUZA, H.B.A.; SCATOLINI, A.M. Características qualitativas da carne de peito de frangos de corte alimentados com diferentes fontes e concentração de selênio. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais, Jaboticabal. 44. 2007.
- BOIAGO, M.M.; BORBA, H. SOUZA, P.A.; SCATOLINI, A.M.; FARRARI, F.B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.1, p.241-247, 2013.
- CARDOSO, A.L.S.P.; ALBUQUERQUE, R.; TESSARI, E.N.C. Humoral immunological response in broilers vaccinated against New Castle Disease and supplemented with dietary zinc and vitamin E. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.8, n.2, p.99-103, 2006.
- CARVALHO, L.S.S.; VILELA, D. R.; FAGUNDES, N. S.; SOUZA, Y. L. S.; FERNANDES, E. A. Qualidade de ovos e desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com microminerais quelatados a aminoácidos. **Ciência animal brasileira**. vol.17 no.4 Goiânia Oct./Dec. 2016.
- CHEN, N. N.; LIU, B.; XIONG, P. W.; GUO, Y.; HE, J. N. HOU, C. C.; MA, L. X.; YU, D. Y. Safety evaluation of zinc methionine in laying hens: Effects on laying performance, clinical blood parameters, organ development, and histopathology. 2018, **Poultry Science** 0:1–7 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex400>.
- CLYDESDALE, F.M. Mineral interactions in foods. In: BODWELL, C.E., ERDMAN, Jr. J.W. **Nutrient interactions**. New York: Marcel Dekker, p.257-268. 1998.
- COUSINS, R.J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. **Physiological Review**, v.65, n.2, p.238-309, 1985.
- CUPERTINO, E. S.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CECON, P. R.; SCHIMIDT, M. Exigências de Manganês para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2308-2315, 2005 (supl.).
- DUKES, H.H. **Fisiologia dos Animais domésticos**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1993.

FERNANDES, J.I.M.; MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I. et al. Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers. **Revista Brasileira de Ciência. Avícola**, v.10, p.59-65, 2008.

DUKES, H.H. **Fisiologia dos Animais domésticos**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1993.

EL-HUSSEINY, O. M.; HASHISH, S. M.; ALI, R. A.; ARAFA, S.A.; EL-SAMEE, L.D.A.; OLEMY, A.A. 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.

FRAKER, P.J. Zinc deficiency: A common immunodeficiency state. **Sur. Immunologic Research**, n.2, p.155-157. 1983.

GUO, R.; HENRY, P. R.; HOLWERDA, R. A.; CAO, J. LITTELL, R. C.; MILES, R. D.; AMMERMAN, C. B. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1132-1141, 2001.

HARMON, B. G.; BARLOW, S. L.; EINSTEIN, M. E. 2000. Bioplex iron vs Iron sulfate in estation/lactation diets fed sows: effects on piglet iron status and mortality. *J. Anim. Sci.* 82 (suplemento 2): 62.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos, **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n° 3, p.206 –220, artigo n° 23, maio/junho de 2005.

KLEYN, R. Chicken Nutrition: A guide for nutricionists and poultry professionals. Context, p. 69-78, 2013.

KRATZER, F.H., VOHRA, P. Chelates and chelation. In: KRATZER, F.H., VOHRA, P. **Chelates in nutrition**. Boca Raton, Florida: CRC Press, p.5-33. 1996.

LEACH, R. M. Manganese and glycosytransferases essential for skeletal development. In: SCHARAMM, V. L.; WEDLER, F.C. Manganese in metabolism and enzyme function. New York: Academic Press, 1986. p. 81-91.

LU, L.; JI, C.; LUO, X. G.; LIU, B.; YU, S. X. The effect of supplemental manganese in broiler diets on abdominal fat deposition and meat quality. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.129, p.49-59, 2006.

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

MCDOWELL, L.R. Copper and molybdenum. In: MCDOWELL, L.R. (Ed.). **Minerals in animal and human nutrition**. Amsterdam: Elsevier, 2003. p.235-270.

MORAES, S.S. Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. **Embrapa – Gado de corte**, documentos 119, Campo Grande, 2001. Disponível em: <<http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc119/>> Acessado em: 28 de março de 2016.

MURRAY, R.K. et al. **Hapes Illustrated Biochemistry** (Lange Basic Science) 29th. McGraw-Hill, 2013.

OLIVEIRA, R. C. Morfometria computacional de órgãos de frangos de corte submetidos a duas dietas distintas: suplementação mineral quelada versus suplementação mineral tradicional. **Tese (Doutorado)** – Bioinformática, Universidade de São Paulo, 2008.

PEKEL, A. Y.; ALP, M. 2011. Effects of diferente dietary copper sources on laying hen performance and egg yolk cholesterol. **Journal Applied Poultry Research**. 20 :506–513. doi: 10.3382/japr.2010-00313

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

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabela Brasileira para aves e suínos [composição de alimentos e exigências nutricionais]** Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 4ª edição, 2017.

SECHINATO, A.S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com micros minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**. 43:159-166, 2006.

SILVA, J.H.V.; PASCOAL, L.A.F. Função e Disponibilidade dos minerais. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não ruminantes**. p.134-135, Jaboticabal: Funep, 2014.

SCHEIDELER, S.E. **Trace minerals balance in poultry**. Proceedings of the Midwest Poultry Federation Convention; 2008; Minnesota. USA. Lincoln: University of Nebraska, Department of Animal Science; 2008.

SHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Efeitos dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. **Ciência agrotecnica**, Lavras. V.26, n.6, p.1313-1321, nov./dez., 2002

SPEARS, J.W. Optimizing mineral levels and sources for farm animal. In: KORNEGAY, E, T. **Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment**. New York: CRC Press, p.259-275. 1996.

SUN, Q.; GUO, Y.; LI, J.; ZHANG, T.; WEN, J. Effects of methionine hydroxy analog chelated Cu/Mn/Zn on laying performance, egg quality, enzyme activity and mineral retention of laying hens. **Journal of Poultry Science**, Beijing, v. 49, p. 20-25, 2012.

SWIATKIWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of Zinc and Manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinarian Medicine**, Balice, v. 53, n. 10, p. 555-563, 2008.

SZABO, G. et al., Acute alcohol consumption attenuates interleukin-8 (IL-8) and monocyte chemoattractant peptide-1 (MCP-1) induction in response to ex vivo stimulation. **Journal of Clinical Immunology**, New York, v. 19, n.1, p.67-76, 1999.

TOGASHI, C.K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N.; COSTA, A. P. D.; FERREIRA, K. S.; DETMANN, E. 2008. Utilização de alho e cobre na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.37 no.6 Viçosa June.

UNDERWOOD EJ, S. NF. **Mineral nutrition of livestock**. New York: CAB International; 1999.

VIEIRA, S.L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. **CBNA** – Campinas, SP, pg. 51-70. 2004.

WIKSE, S.E. The relationship of trace element deficiencies to infectious diseases of beef calves. **Texas A & M University Beef Short Course Proceedings**. 1992.

XIAO, J. F.; Zhang, Y. N.; Wu, S. G.; Zhang, H. J.; YUE, H. Y.; QI, G. H. Manganese supplementation enhances the synthesis of glycosaminoglycan in eggshell membrane: A strategy to improve eggshell quality in laying hens. **Poultry Science** 93 :380–388. 2014.

ZHU, Y. W.; LI, W. X.; LU, L. ZHANG, L. Y.; JI, C.; LIN, X.; LIU, H. C.; ODLE, J.; LUO, X. G. 2017. Impact of maternal heat stress in conjunction with dietary zinc supplementation on hatchability, embryonic development, and growth performance in offspring broilers. **Poultry Science** 96:2351–2359.

CAPÍTULO II

Uso de minerais amino complexados em dietas de poedeiras semi pesadas na fase de crescimento a maturidade sexual

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Poultry Science

Avaliação do uso de minerais amino complexados em dietas de poedeiras semi pesadas na fase de crescimento a maturidade sexual

RESUMO - Minerais Amino Complexados (MAAC) têm sido utilizados com a intenção de melhorar o desempenho, uma vez que são facilmente absorvidos pelo animal. Os microminerais têm uma função importante no metabolismo das aves. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos minerais aminoacídicos complexados Zinco, Manganês e Cobre sobre os parâmetros de desempenho produtivo e reprodutivo das poedeiras. Um total de 800 galinhas poedeiras da linha Lohmann Brown Lite. As aves foram alojadas em gaiolas equipadas com um alimentador tipo calha e um bebedouro tipo mamilo. O experimento acompanhou o desenvolvimento das aves até 182 dias de idade, que consistiu até o pico de produção. As galinhas poedeiras foram distribuídas segundo um delineamento inteiramente casualizado, vinte repetições e vinte aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta de referência suplementada com 70, 70 e 8 mg / kg de Zn, Mn e Cu, respectivamente, de fontes inorgânicas (MI). O segundo tratamento foi uma dieta teste com 40, 40 e 2,75 mg / kg de Zn, Mn e Cu, respectivamente de fontes inorgânicas mais 30, 30 e 5,25 mg / kg de Zn, Mn e Cu, respectivamente, de aminoácidos complexos minerais (MAAC). No final, 40 aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal médio de cada parcela. Desempenho e desenvolvimento reprodutivo, tíbia, peso do oviduto, ovário, fígado, peso do ovo, hierarquia folicular e parâmetros sanguíneos foram avaliados. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t de Student ($P < 0,05$). Observou-se efeito significativo no pico de produção, oviduto e parâmetros sanguíneos (hormônios, leucograma e hemograma) para as aves consumidas pela MAAC. Em relação às tíbias, observou-se diferença significativa para as aves consumidas IM, tendo um peso maior que as tíbias de aves consumidas MAAC. Assim, é possível concluir que o MAAC ajuda a precocidade da ave no início da produção de ovos.

Palavras-chave: minerais amino complexados, hierarquia folicular, produção de ovos

Evaluation of the use of mineral complexed amino acids in diets during the growth phase about the maturity sexual and performance of semi-heavy laying hens

ABSTRACT - Amino Acid Complex Minerals (AACM) have been carried out with the intention of improving the performance since they are easily absorbed by the animal. The microminerals has an important function to bird metabolism. The objective of this study was to evaluate the effect of the micromineral amino acidic complex Zinc, Manganese and Copper on the productive and reproductive performance parameters of the laying hens. A total of 800 laying hens of the Lohmann Brown Lite line. The birds were housed in cages equipped with a trough-type feeder and a nipple-type drinking. The experiment followed the development of the birds until 182 days of age, which consisted until the peak of production. The laying hens were distributed according to a completely randomized design, twenty replicates and twenty birds per experimental unit. The treatments consisted of a reference diet supplemented with 70, 70 e 8 mg/kg de Zn, Mn e Cu respectively, from inorganic sources (IM). The second treatment was a test diet with 40, 40 e 2.75 mg/kg of Zn, Mn and Cu, respectively from inorganic sources plus 30, 30 and 5.25 mg/kg of Zn, Mn and Cu, respectively, from amino acids complexed minerals (AACM). At the end, 40 birds were selected according to the average body weight of each plot. Performance and reproductive development, tibias, oviduct weight, ovary, liver, egg weight, follicular hierarchy and blood parameters (hormones, leucogram and hemogram) were evaluated. The obtained data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Student's t test ($P < 0.05$). There was observed significant effect to at the peak of production, weight oviduct and blood parameters (hormones, leucogram and hemogram) for the birds consumed AACM. Regarding the tibias, it was observed a significant difference for the birds consumed IM, having a higher weight than tibias of birds consumed AACM. Thus, it is possible to conclude the AACM helps precocity of the bird in the beginning of egg output.

Key words: amino complexed minerals, follicular hierarchy, egg output

INTRODUÇÃO

A suplementação mineral na alimentação de aves é importante para um bom desenvolvimento e desempenho animal, por serem nutrientes essenciais em funções metabólicas. Na natureza existem dois tipos de minerais disponíveis, os macrominerais e os microminerais (microelementos), que se diferenciam pela quantidade requerida pelo animal.

No mercado existem dois tipos de microminerais, os orgânicos e os inorgânicos. Os minerais inorgânicos possuem baixa biodisponibilidade, pois formam complexos com outras substâncias presentes no trato gastrointestinal do animal, reduzindo a solubilidade desses elementos. Esse fato justifica o interesse crescente em explorar fatores que aumentam a absorção ou metabolização dos minerais. Logo, os minerais orgânicos possuem grande aproveitamento pelo animal, já que suas ligações são fontes orgânicas, que são de fácil absorção.

Um dos mais variados tipos de minerais orgânicos presentes no mercado são as fontes amino complexadas de minerais (MAAC) (AAFCO, 2002), que possuem uma maior biodisponibilidade devido suas várias ligações aminoácídicas, fazendo que a molécula não interaja com outros nutrientes, tornando-se estável.

Estudos com MAAC têm sido desenvolvidos com a finalidade de garantir uma melhor absorção do mineral pelo trato gastrointestinal, sem entrar no processo de competição iônica (Moraes et al., 2001). Os MAAC apresentam absorção superior aos inorgânicos, pois utilizam as vias de absorção das moléculas orgânicas que os ligam, evitando que tenham problemas de interação com outros minerais. A utilização de microminerais complexados a aminoácidos na alimentação de aves podem resultar em bons efeitos metabólicos, na resposta imune, reprodução e crescimento do animal (Chen, 2018; Chen, 2017), melhorando os índices zootécnicos.

Os microminerais zinco, manganês e cobre têm enorme papel na fisiologia animal de aves poedeiras, embora seu requerimento nas dietas seja mínimo. O Zinco tem como função atuar em enzimas ferrosas, síntese e digestão de proteínas e no sistema imunológico (Murray et al., 2013). O manganês, está presente na síntese da cartilagem (Leach, 1986) e atua na formação da casca do ovo (Swiatkiewicz & Koreleski, 2008). O Cobre por sua vez, irá atuar no metabolismo de aminoácidos e formação dos ossos (Scheideler, 2008). Carvalho et al., (2016), observou alto porcentual de postura para as aves que consumiram dietas com minerais orgânicos complexados, em relação aos animais que receberam dieta com minerais inorgânicos durante o segundo ciclo de postura.

Atualmente, não há pesquisas que utilizem os minerais amino complexados desde o primeiro dia de vida até o pico de produção em aves poedeiras semipesadas. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do uso dos minerais amino complexado (Zn, Mn e Cu), sobre o desempenho, reprodução e fisiologia de aves poedeiras semipesadas até a fase de pré postura. Tendo como hipótese que o uso de minerais amino complexados influência no desempenho de galinhas poedeiras semipesadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo para a realização deste estudo foi autorizado pela Comissão de Ética no uso de animais – CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco sob o número da licença 064/2016.

Local. O experimento foi desenvolvido em granja de poedeiras comerciais, localizado na Zona Rural da cidade de Caruaru, em divisa com a cidade de Toritama, mesorregião do agreste de Pernambuco. O clima da região é considerado semiárido, BSh de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o que caracteriza como uma região com verões quentes e secos e invernos amenos e chuvosos. A cidade de Caruaru apresenta temperatura que varia de 20,1°C a 36,3°C, tendo uma média da umidade relativa do ar de 65% (Figura 1). O experimento foi conduzido nos meses de Dezembro/2016 a Março/2017.

Instalações equipamentos. Quanto a estrutura, os galpões estavam orientados no sentido leste-oeste, construídos parcialmente com alvenaria. Suas laterais são abertas com vegetação para sombreamento e barreira de vento. Os comedouros eram do tipo calha e os bebedouros tipo nipple. O telhado do galpão tinha cobertura em telha de cerâmica, apoiadas sobre treliças e vigas de madeira. O aviário possuía dois vãos com duas baterias de gaiola, cada uma com três andares e dimensões de 100 x 40 x 45 cm com capacidade para dez aves (com divisória de 50 cm), e quatro ventiladores distribuídos ao longo do galpão.

Manejo e tratamento dos animais. Foram utilizadas um lote composto por 3000 aves/fêmeas/LB 58.191 de um dia de idade da linhagem Lohmann Brown Lite, ao qual foi fornecido desde o primeiro dia de vida as duas dietas experimentais com os minerais estudados, sendo 1500 aves para cada tratamento.

Após 14 semanas, foi montado o experimento com as aves para coleta de dados de desempenho, que ocorreram a partir de 106 dias (15 semanas) até os 182 dias de idade (26 semanas), de um lote de aves com mesma idade, constituídos de galinhas da linhagem Lohmann Brown Lite com 800 poedeiras/LB 58.191, selecionadas a partir do peso médio e uniformidade do lote. O calendário de vacinação seguiu de acordo com o manejo da granja, as aves foram

vacinadas contra as seguintes doenças: Colibacilose, Newcastle, Gumboro, Marek, Bronquite infecciosa, Pneumovirus, Coriza, Salmonela, Boubá, Encefalomielite, EDS.

O experimento foi conduzido durante o período de pré postura a partir de 106 dias de vida até o pico de produção das aves com cerca de 182 dias de vida, sendo utilizadas 20 aves por unidade experimental. Foi fornecido água e ração *ad libitum*, segundo recomendações da linhagem, além de ventilação nos horários mais quentes do dia para melhor conforto térmico, seguindo o manejo realizado pela granja.

No ambiente foram instaladas 8 lâmpadas incandescente de 40 W a partir da 19ª semana de vida das aves, seguindo o manejo da granja, afim de estimular o consumo e a produção de ovos. O programa de luz adotado foi realizado seguindo o manejo da granja com 30 minutos de iluminação artificial, a partir das 18hrs da noite, aumentando gradativamente de meia hora em meia hora por semana até chegar as 21hrs. Totalizando 18 horas diárias de luz natural mais artificial por dia.

As temperaturas foram registradas por termohigrômetros digitais (Incoterm 7666.02.0.00), assim como a umidade relativa do ar, sempre as 10hrs da manhã. Utilizaram-se quatro termohigrômetros que foram instalados em diversos pontos do galpão. A iluminação, temperatura e umidade relativa foram monitoradas e registradas via aparelho Data Logger (HOBOWare, Onset company). Os dados de temperatura e umidade relativa estão apresentados na Figura 1.

Todos os ovos eram coletados, contabilizados e pesados, uma vez no período da manhã as 9hrs e duas vezes a tarde as 13hrs e as 16hrs.

Delineamento e dietas experimentais. As Aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 20 repetições com 20 aves por unidade experimental. As dietas consistiram na suplementação de 70, 70 e 8 mg/kg de Zn, Mn e Cu inorgânicos (MI) e 40, 40 e 2.75 mg/kg inorgânico associado com 30, 30 e 5.25 mg/kg de Zn, Mn e Cu complexados a aminoácidos (MAAC). Os premixes foram formulados para atender as exigências nutricionais dos animais, de acordo com os níveis comumente utilizados na indústria (Tabela 2). Foram utilizadas como fontes inorgânicas o óxido de zinco (73% Zn), óxido de manganês (57% Mn), sulfato de cobre (34,5% Cu), sulfato ferroso (30% de Fe), iodato de cálcio (62% de I) e selenito de sódio (45% de Se) e como fontes orgânicas Zn, Mn e Cu amino-complexados (AvailaZMC, Zinpro Corp.).

Para a formulações de rações utilizou-se o Manual da Linhagem Lohmann Brown e a Tabela Brasileira para Aves e Suínos de Rostagno et al. (2011), usando como ingredientes

básicos, o milho e farelo de soja. Durante a fase experimental todos os animais tiveram o mesmo manejo e receberam as rações de acordo com a dieta estudada.

As dietas fornecidas foram acompanhando a idade fisiológica e nutricional dos animais conforme apresentado na Tabela 3.

Coleta de dados. O período experimental total durou 76 dias, no final foram selecionadas uma ave com peso próximo a média de cada unidade experimental para a realização da eutanásia e coleta de dados.

A eutanásia foi realizada por meio de deslocamento cervical de acordo com as normas de bem-estar animal. Logo em seguida, realizou-se uma incisão na cavidade abdominal da ave retirando-se o sistema reprodutor (istmo, magno, útero e ovário), o fígado e as tíbias (direita e esquerda) para pesagem individual dos órgãos, utilizando uma balança eletrônica digital semi analítica com precisão de 0,01g (Bel, modelo L 3102iH). O ovário após a pesagem foi armazenado em pote coletor individual identificado e levado à resfriamento para posterior contagem dos folículos. As tíbias após a coleta foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e levadas para congelamento em freezer a -20°C para posterior análise de composição e resistência óssea.

Desempenho zootécnico. Todas as aves foram pesadas no início e final do experimento para verificar a uniformidade e desenvolvimento. Ao chegar próximo da idade de produção, as aves começaram a ser pesadas de 15 em 15 dias, escolhendo apenas duas aves aleatórias de cada unidade experimental como forma de acompanhamento e seguindo o mesmo manejo realizado na granja.

Os parâmetros de desempenho avaliados foram peso vivo (kg), o ganho de peso (g), o consumo de ração (kg), massa de ovos (g) e peso dos ovos (g). O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos inicial e final; o consumo de ração pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos baldes e dos comedouros.

Os ovos eram pesados individualmente em balança eletrônica digital semi analítica 0,01g (Bel, modelo L 3102iH) todos os dias.

Hierarquia folicular. Após a coleta do ovário, os folículos foram separados, classificados e contados de acordo com tamanho e cor. A classificação utilizada foi de acordo com a cor e tamanho dos folículos: Folículo Amarelo Grande (FAG), para folículos com diâmetro maior que 10mm; Folículo Amarelo Pequeno (FAP), os folículos com diâmetro entre 5 e 10mm; e Folículo Branco Grande (FBG), os folículos com diâmetro entre 3 a 5mm e Folículo Branco Pequeno (FBP), menor que 3mm, seguindo classificação de Ferreira et al.

(2014); Chapeau et al. (1996); Chen et al. (2007) para esta medição foi utilizado micrometro digital com precisão de 0-25mm (110.284 - Digimess).

Coleta e análise dos parâmetros sanguíneos. A coleta de sangue foi feita através da punção da jugular, onde foram coletados aproximadamente 4 ml de sangue no tubo com EDTA, virando duas vezes lentamente para homogeneizar os líquidos. Posteriormente, foram centrifugados com rotação entre 3800-4000 rpm por cinco minutos, obtendo o soro e com auxílio da pipeta, colocados aproximadamente 1 ml deste soro nos eppendorfs, que foram armazenados em isopor e levados ao freezer, onde posteriormente foram descongelados e analisadas.

As análises hormonais de Progesterona, Hormônio folículo estimulante, Hormônio luteinizante, Tiroxina, Triiodotironina e o Estradiol foram realizadas no Centro de Apoio a Pesquisa (CENAPESQ) da Universidade Federal Rural do Pernambuco. As amostras de soro sanguíneo foram mantidas em microtubos de 1,5 ml cada e armazenadas a -80°C. No momento da análise, foram descongeladas a temperatura ambiente, homogeneizadas em um vortex, centrifugadas em centrífuga a uma velocidade de giro de 3000G por 10 minutos. Posteriormente, cada amostra foi introduzida para análise em cubetas individualizadas de acordo com o funcionamento do aparelho de análise (Beckahm Coulter Access2) pelo método de eletroquimioluminescência.

Preparo das Tíbias para Resistência óssea. As tíbias após descongelamento natural, foram descarnadas com ajuda de bisturis, pesadas em balança semi analítica 0,01g (Bel, modelo L 3102iH) e medidas o comprimento por paquímetro digital inox 150mm (Lee tools 684132).

Após a medição as tíbias foram levadas ao Laboratório de Avaliação de produtos de Origem Animal (LAPOA), localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, para análise de resistência óssea através do equipamento (Ta.xt Plus Texture Analyser).

Preparo das Amostras para Determinação de Minerais

Descontaminação do Material de Laboratório . Antes de iniciar os procedimentos laboratoriais, realizou-se uma limpeza e descontaminação adequada dos materiais empregados para determinação dos microminerais. Todos os recipientes e vidrarias foram lavados com detergente neutro, posteriormente imersos em solução de ácido nítrico a 10% por 24 horas para descontaminação, seguido por lavagem em água de osmose reversa. Antes do uso, o material foi encaminhado à estufa de 105°C pra secagem.

Preparo das Amostras de Tíbias. Utilizou-se as tíbias anteriormente submetidas à resistência óssea. Depois de descongelados os ossos foram secos em estufa a 105°C por um período de 24 horas e posteriormente calcinados em mufla por 4 horas a 600°C (Yan et al., 2005).

Uma amostra de 0,5 g foi pesada em balança analítica ($\pm 0,0001$ g) e digerida com 6ml de HNO₃ (65% PA) por 10 minutos em sistema aberto. Após esse intervalo foi-se diluído com 45mL de água de osmose reversa para produzir um volume final de 50 mL, para a leitura dos microminerais Zn, Mn e Cu. A mesma amostra após a primeira leitura foi novamente diluída por mais 25mL para que a leitura dos macrominerais Ca e P.

Preparo das Amostras de Fígados. Após coleta, os fígados foram armazenados em potes plásticos identificados e congelados em freezer a -20°C para processamento. Posteriormente, as amostras foram descongeladas até temperatura ambiente e os fígados fracionados para aumentar a área superficial das partículas e obtenção de uma secagem homogênea. As amostras fracionadas foram secas em estufa a 105°C durante 24h.

Um fragmento de aproximadamente 0,5g foi pesado em balança analítica ($\pm 0,0001$ g) foi digerido com 6,0 mL de HNO₃ (65%) em forno micro-ondas (Mars Xpress: Thechnology Inside, CEM Corporation). O programa de aquecimento utilizado pode ser observado na Tabela 4. Após o término da digestão, adicionou-se água de osmose reversa para produzir um volume final de 25 mL.

Preparo das Amostras de Excretas e Rações. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia durante 24 horas no final do período experimental. Foram forradas folhas de papel kraft embaixo das gaiolas com espaçamento entre elas para evitar contaminação. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos esterilizados identificados e congeladas em freezer a -20°C.

Posteriormente, as excretas das duas coletas foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas e em seguida trituradas em moinho bola de aço inoxidável, devidamente esterilizado, por dois minutos. Uma amostra de 1g foi pesada em balança analítica ($\pm 0,0001$ g) e seca em estufa à 105°C. Amostras de 0,5g foram pesadas em balança analítica ($\pm 0,0001$ g) adicionando-se 6 mL de HNO₃ 65% e posteriormente foram levados ao forno micro-ondas (Mars Xpress: Thechnology Inside, CEM Corporation), conforme a Tabela 5, para que houvesse a digestão completa do material. Após a digestão, as amostras foram diluídas com água de osmose reversa para produzir um volume final de 25 mL.

Para a análise das rações, as amostras foram coletadas após a fabricação e armazenadas em sacos plásticos identificados e congeladas em freezer a -20°C para análise. O procedimento aplicado para as amostras de rações foi o mesmo das excretas, com exceção da pré-secagem em estufa de ventilação forçada.

Quantificação dos Minerais. A quantificação dos microminerais (Zn, Mn e Cu) nas amostras foi obtida por espectrofotometria de emissão óptica com fonte de Plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) no Laboratório de Química Ambiental de Solos, localizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Análises estatísticas. Os dados obtidos de desempenho, parâmetros sanguíneos, peso dos órgãos e número de folículos, composição mineral das tíbias e fígado foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t de Student, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SAS® versão 9.2 (Statistical analysis system, 2001).

Análise de identidade de modelo. Para análise da taxa de postura utilizou-se o teste de paralelismo. Os modelos ajustados para as diferentes técnicas foram submetidos à análise de identidade de modelo e igualdade de parâmetros pelo teste da razão de verossimilhança, utilizando-se a estatística qui-quadrado χ^2 , conforme a metodologia descrita por (Regazzi, 2003). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é a resposta na unidade de observação j no grupo de tratamento i ;

μ é a média geral esperada da variável de resposta;

α é o efeito diferencial atribuível ao tratamento i ;

e_{ij} é o erro aleatório associado à unidade experimental j no grupo de tratamento i ;

Em cada ensaio obtiveram-se dois modelos para curva de postura analisada. Posteriormente, cada parâmetro do modelo ajustado foi comparado.

As hipóteses iniciais admitidas são: A) H_0 : As equações são idênticas para ambas às técnicas, ou seja, uma equação comum pode ser usada como estimativa das equações envolvidas e B) H_0 : um determinado subconjunto de parâmetros é igual nas técnicas. Para determinar os 50% de postura foi observado tempo (idade em dias das aves), o mesmo foi realizado para o pico de produção.

RESULTADOS

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de desempenho das aves de acordo com a idade e dieta experimental fornecida. Verificou-se um maior ganho de peso para as aves que consumiram minerais amino complexados aos 113 dias de idade (15^a semana de vida).

Aos 155 dias de idade observou-se um aumento no peso vivo das aves que consumiram dieta contendo minerais amino complexados.

Ao final do período experimental (182 dias), observou-se uma variação no consumo de ração, o qual foi superior para as aves que consumiram dieta contendo minerais amino complexados. Para a uniformidade das aves, não se observou diferença significativa durante o período experimental (Tabela 7).

Observando o teste de paralelismo dos modelos de Gompertz para avaliação de taxa de postura por dia (Tabela 8), verificou-se diferença entre os modelos para o ponto de inflexão em dias, mostrando que as aves que consumiram os AACM chegaram ao pico de postura dois dias antes do que os animais que receberam a dieta composta apenas por mineral inorgânico.

Fazendo uma análise de identidade do modelo, é possível observar diferença do qui-quadrado para os dias de maturação da postura do tratamento com minerais amino complexados (Tabela 9).

As aves que consumiram a dieta com AACM apresentaram precocidade na postura, atingindo o pico de produção com cerca de 147 dias de vida, enquanto que as aves que consumiam a dieta com minerais inorgânicos atingiram o pico de produção com 149 dias de idade (Figura 2).

Observando o teste de paralelismo dos modelos de Gompertz para avaliação de massa do ovo diária (Tabela 10), verificou-se que não houve diferença entre os modelos para o ponto de inflexão em dias e na curva, mostrando que ambos os tratamentos apresentaram a mesma massa de ovos aos 147 dias de idade.

Pela análise de identidade do modelo, não houve diferença do qui-quadrado para a massa dos ovos em relação as dietas testadas (Tabela 11).

Não foi encontrado diferença significativa para os pesos do fígado e ovário para ambos os tratamentos. Porém, para o peso do oviduto observou-se diferença significativa para as aves que consumiram a dieta composta por AACM (Tabela 12).

De acordo com a Tabela 13 observou-se que o tamanho e número dos folículos coletados aos 182 dias de idade não apresentaram diferença significativa para os tipos e tamanhos dos folículos analisados.

De acordo com os dados obtidos (Tabela 14) verificou-se que o comprimento, índice de Seedor e resistências não apresentaram diferenças significativas relacionadas aos tratamentos. Porém, as aves que consumiram AACM apresentaram tíbias com mais peso.

Não se observou diferença significativa para as concentrações dos microminerais (Zn, Mn e Cu) e macrominerais (Ca e P) e cinzas nas tíbias e fígados das aves, demonstrando o efeito não significativo dos tratamentos sobre a deposição desses componentes nos ossos (Tabela 15).

Por outro lado, nas excretas observou-se diferença significativa do mineral Cu, onde as aves que consumiram AACM excretaram maior quantidade de cobre quando comparada as aves que consumiram fontes de Cu na forma inorgânica. Em relação aos demais minerais estudados não houve diferenças entre as aves que consumiram as diferentes fontes de minerais.

A Tabela 16 estão apresentados os resultados obtidos para o hemograma e leucograma, no qual, verificou-se que o nível de hemácias ($10^6/\text{mm}^3$) e os leucócitos totais ($/\text{mm}^3$) foram maiores para as aves que consumiram dieta contendo AACM. O mesmo para os leucócitos totais, onde observou-se que no Leucograma os eosinófilos e basófilos em $/\text{mm}^3$ foram maiores para as aves que consumiram dieta contendo AACM.

Em relação aos hormônios quantificados apenas o T4 (Tiroxina) foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 17). Pode-se observar-se que as aves que consumiram a dieta com AACM demonstraram maior concentração desse hormônio no plasma do sangue.

DISCUSSÃO

Na décima quinta semana de vida, as aves continuaram ganhando peso corporal em virtude da preparação para o início da produção de ovos. Esta idade caracterizada como de pré postura inicia-se por volta da décima sexta semana de vida, ou seja, com aproximadamente 112 dias, nesta fase o ganho é caracterizado pelo aumento no tamanho do ovário e acúmulo de gordura corporal a fim de sustentar o início da produção de ovos e garantir o início do pico de postura sem problemas na queda de produção após a adaptação das aves a esta condição e, assim garantir a sua persistência.

Na grande maioria das vezes o peso corporal pode influenciar o início da produção de ovos, a idade a produção com 50% e início do pico. Práticas de manejo foram adotadas antes da décima quinta semana, o qual as aves ainda encontravam-se abaixo do peso, sendo assim, a recuperação foi fundamental. Portanto, observou-se que a suplementação com MAAC teve um importante papel para a recuperação de peso dos animais.

Tendo em vista o grande estresse que os animais passam nesta fase, é importante ressaltar o papel que os MAAC utilizados na alimentação desempenharam em sua fisiologia.

Os microminerais tem papel importante neste período de crescimento, final e início da produção dos ovos, pois as aves estão se adaptando metabolicamente a tal condição. A literatura tem apresentado que fontes orgânicas de minerais aumentam a absorção intestinal por causa da redução a interferência de agentes que forma complexos insolúveis com os elementos traços iônicos (Klis & Kemm 2002, Nollet, et al., 2007).

Tratando-se dos minerais e suas variadas formas de disponibilidade, os MAAC conseguem sobressair-se nos processos metabólicos, pois possuem uma maior absorção no trato gastrointestinal (TGI) devido suas ligações aminoacídicas. As aves por ainda estarem em fase de crescimento e terem sofrido um grande estresse por conta da debicagem e vacinação, conseguiram recuperar o peso rapidamente, sobressaindo-se logo na primeira semana. Devido a rápida recuperação dos animais que consumiram dieta contendo MAAC, observou-se que o uso de dietas contendo estes tipos de minerais quando atuam sob desafios, ajudará o animal em seu desenvolvimento. Segundo Chen et al. (2018), avaliando concentrações de zinco complexado com metionina em galinhas de postura, observou grande efeito significativo para o desempenho e desenvolvimento fisiológico dos animais.

Os animais que consumiram a dieta contendo MAAC chegaram ao pico de produção com dois dias de antecedência quando comparados aos animais que consumiram apenas minerais na forma inorgânica, havendo uma precocidade, demonstrando os efeitos positivos dos MAAC. Estudo realizado por Figueiredo Junior et al. (2013) com minerais complexados a aminoácidos, fornecidos a poedeiras semipesadas obteve um aumento no percentual de produção de ovos independente dos níveis de inclusão testados.

Os minerais quando complexados a moléculas orgânicas tem melhorado o desempenho dos animais e, no caso dos MAAC em questão estão ligados a aminoácidos. Carvalho et al. (2016), em experimento com galinhas poedeiras em segundo ciclo de postura (100 semanas de idade), observou um maior porcentual de produção de ovos para as aves que consumiram dietas com minerais orgânicos complexados a aminoácidos, em relação aos animais que receberam dieta com minerais inorgânicos.

O maior peso do oviduto encontrado foi para os animais que consumiram MAAC, evidencia melhoria no desenvolvimento deste órgão. Chen et al. (2018), estudando os efeitos dos níveis de zinco metionina em galinhas de postura, não encontrou diferença para o peso dos órgãos das aves independente dos níveis. É importante lembrar que o manganês tem grande importância para o rápido crescimento e desenvolvimento do sistema reprodutivo das aves (Lu et al., 2006). Já Medeiros et al. (2013) observaram aumento da integridade celular do oviduto para as aves que consumiram zinco, selênio e manganês orgânicos.

Uma boa resistência e densidade das tíbias, segundo Barbosa et al. (2010) podem indicar qualidade óssea, visto que fatores nutricionais responsáveis pela sua formação foram os mesmos para ambos os tratamentos.

A diferença de peso das tíbias dos animais que consumiram a dieta contendo MAAC, pode estar relacionado a alta variabilidade que o osso possui de mineralização (Riczu, et al (2004); Budgell & Silversides, (2004)). Sendo assim, as aves embora estivessem mobilizando os nutrientes para a formação da casca dos ovos, a quantidade fornecida na dieta foi o suficiente para atender as exigências do animal. Não foi encontrado efeito antagonista do cálcio e do fósforo para a digestibilidade e absorção dos minerais estudados (zinco, manganês e cobre) não havendo deficiência secundárias. Visto que segundo Vellasco et al. (2016), o cálcio em excesso pode ter efeito antagonista na digestibilidade de outros minerais, dificultando a absorção de fósforo, magnésio, ferro, cobre, zinco e manganês nos animais.

Em estudo realizado com embriões de frangos, Favero et al. (2013), não encontrou diferença significativa para cinzas e peso da tíbia de aves que consumiram minerais na forma de amino complexados, havendo diferença apenas para os períodos de vida do animal. Provavelmente, o mesmo ocorrerá com aves poedeiras por questões fisiológicas. Oliveira, et al. (2015), observou diferença significativa para a composição óssea de aves que receberam altas injeções de zinco, cobre e manganês orgânicos durante a fase embrionária.

O excedente de cobre para as aves que consumiram dieta contendo minerais amino complexados pode estar relacionado a quantidade requerente pelo animal. Visto que o cobre é em menor quantidade em relação aos demais minerais. Após o aproveitamento do mineral, o excedente foi eliminado, demonstrando a possibilidade de que a quantidade fornecida nas dietas de cobre aminoácido pode vir a diminuir, porém são necessários maiores estudos.

A maior quantidade de hemácias (CH) e de linfócitos totais (WBC) presente no sangue dos animais que consumiram dieta com MAAC (Tabela 15), pode estar relacionada ao bom desenvolvimento dos animais. Quando um animal está saudável, seu sistema fisiológico e imunológico estará bem desenvolvido. Os resultados de biodisponibilidade de fontes orgânicas e inorgânicas do zinco são variados. Este mineral em estudo realizado com frangos de corte mostrou um aumento de produção de anticorpos contra doença de NewCastle quando usado isolado e em conjunto com a vitamina E (Cardoso et al., 2006).

Os hormônios Tiroxina e Triiodotironina possuem papel de regular a velocidade metabólica e oxidação dos tecidos, participando assim do metabolismo de proteínas, carboidratos e lipídeos.

O aumento do hormônio T₄ (Tiroxina) pode estar relacionado a melhora do sistema imune. Quando o animal está saudável, há uma relação na melhora do seu desenvolvimento, visto que a tireoide irá desenvolver-se e produzirá hormônios que ajudarão no metabolismo. Foi o que observou Amen et al. (2015), em estudo efeito com própolis e a relação dos hormônios T₃/ T₄ em frangos de corte criados sob condições de estresse térmico, havendo uma maior taxa de conversão do hormônio. A maior parte da triiodotironina circulante no organismo é derivada da desiodinação da tiroxina pela enzima 5-desiodinase (Dickson, 1996).

Os basófilos e eosinófilos são agentes responsáveis por combater infecções e inflamações. Alguns estudos têm associado os eosinófilos a possível presença de infecções parasitárias, e os basófilos a fases agudas de inflamações (Mitchell & Johns, 2008).

Annunziata & Iorio (2004), afirmam que são extremamente importantes a utilização de substâncias que tenham o papel de estimular os antioxidantes intracelulares, pois irão atuar na ativação e proliferação de linfócitos. O Zinco tem como uma das principais funções participar como antioxidante no sistema imune do animal (Chen, et. al., 2017). Em estudo avaliando níveis de Zinco-Metionina, Chen et. al. (2018) observou ótimos resultados para os parâmetros sanguíneos, desenvolvimento dos órgãos e postura para o nível de 700 mg/kg do mineral na dieta.

CONCLUSÃO

A utilização de minerais amino complexados na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de pre-postura e início de produção melhora o desenvolvimento produtivo, reprodutivo e imunológico dos animais, resultando em precocidade na produção de ovos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Zinpro Animal Nutrition pelo financiamento do projeto; a Granja OVONOVO pela parceria e uso das instalações para condução da pesquisa com as aves; a CAPES pela concessão da bolsa de estudo para o primeiro autor e a Universidade Federal Rural de Pernambuco pela disponibilidade das instalações para as análises de laboratório.

REFERÊNCIAS

AAFCO. 2002. Official Publication of the Association of American Feed Control Officials (Ed. P.M. Bachman).

AMEM, O.; MAHMOUD, U. T.; ABDEL-RAHMAN, M. A.; DARWISJ, M. H. A.; APLEGATE, T. J.; CHENG, H. W. 2015. The effect of Brazilian propolis on serum thyroid hormones in broilers reared under chronic heat stress. Page P273 (Abstract) in International Poultry Scientific Forum. Georgia World Congress Center, Atlanta, Georgia, USA.

ANNUNZIATA, M.; IORIO, M. 2004. The levels of glutathione and hemoglobin in sheep erythrocytes as a function of age. *Itali. Jour. Anim. Sci.* 3:283–286. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4081/ijas.2004.283>.

BARBOSA, A. A. et al. 2010. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. *Rev. Bras. de Zootec.*, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p.772-778.

BUDGELL, K. L., and SILVERSIDES, F. G. 2004. Bone breakage in three strains of end-of-lay hens. *Can. J. Anim. Sci.* 84:745–747.

CAO, J.; HENRY, P. R.; DAVIS, S. R.; COUSINS, R. J.; MILES, R. D.; LITTLE, R. C.; AMMERMAN, C. B. 2002. Relative bioavailability of organic zinc sources based on tissue zinc and metallothionein in chicks fed conventional dietary zinc concentrations. *Anim. Feed Sci. Tech.* 101:161–170

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

CARVALHO, L.S.S.; VILELA, D. R.; FAGUNDES, N. S.; SOUZA, Y. L. S.; FERNANDES, E. A. 2016. Qualidade de ovos e desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com microminerais quelatados a aminoácidos. *Ciênc. anim. bras.* vol.17 no.4 Goiânia Oct./Dec. <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v17i420822>

CHAPEU, C. ENGELHARDT, H.; KING, G.J.; ETCHES, R. J.; 1996. Alkaline phosphatase activity in the theca of ovarian follicles of the throughout follicular development. *Poult. Sci.* 75:1536-1545

CHEN, H.; HUANG, R. L.; ZHANG, H. X.; DI, K.Q.; PAN, D.; HOU, Y. G. 2007. Effects of photoperiod on ovarian morphology and carcass traits at sexual maturity in pullets. *Poult. Sci* 86:917–920

CHEN, W.; WANG, S.; ZHANG, H. X.; RUAN, D.; XIA, G.; CUI, Y. Y.; ZHENG, C. T.; LIN, Y. C. 2017. Optimization of dietary zinc for egg production and antioxidant capacity in Chinese egg-laying ducks fed a diet based on corn-wheat bran and soybean meal. *Poult. Sci.*, 96:2336–2343 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex032>.

CHEN, N. N.; LIU, B.; XIONG, P. W.; GUO, Y.; HE, J. N. HOU, C. C.; MA, L. X.; YU, D. Y. 2018. Safety evaluation of zinc methionine in laying hens: Effects on laying performance, clinical blood parameters, organ development, and histopathology. *Poult. Sci.* 0:1–7 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex400>.

DICKSON, W.M. 1996. Endocrinologia, reprodução e lactação. Glândulas endócrinas In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds.) *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara. p.572-614

FAVERO, A.; VIEIRA, S. L.; ANGEL, C. R.; BOS-MIKICH, A.; LOTHHAMMER, N.; TASCETTO, D.; CRUZ, R. F. A.; WARD, T.L. 2013. Development of bone in chick embryos from Cobb 500 breeder hens fed diets supplemented with zinc, manganese, and copper from inorganic and amino acid-complexed sources. *Poult. Sci.* 92 :402–411 <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02670>.

FERREIRA, P. B.; FAVERO, A.; ROSA, A. P.; MACEDO, A.; TASCETTO, D.; BARBOSA, J. G. M. Desenvolvimento folicular e desempenho produtivo no início do ciclo de postura em duas raças de poedeiras. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.3. p.548-554, mar,2014.

FIGUEIREDO JUNIOR, J. P.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N.; LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; FIGUEIREDO-LIMA, D.F.; SARAIVA, E.P.; SANTANA, M.H.M. 2013. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. *Arq. Bras. de Medic. Vet. e Zootec.*, v.65, n.2, p.513-518.

KLIS, J. D. V. D.; KEMME, P. A. 2002. An appraisal of trace elements: Inorganic and organic. Pages 99–108 In *Poult. Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. J. M. McNab and K. N. Boorman, ed. CAB Int., Wallingford, UK.) doi.[10.1079/9780851994642.0099](https://doi.org/10.1079/9780851994642.0099)

LEACH, R. M. Manganese and glycosyltransferases essential for skeletal development. In: SCHARAMM, V. L.; WEDLER, F.C. *Manganese in metabolism and enzyme function*. New York: Academic Press, 1986. p. 81-91.

LU, L.; JI, C.; LUO, X.G.; LIU, B.; YU, S.X. 2006. The effect of supplemental manganese in broiler diets on abdominal fat deposition and meat quality. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, Amsterdam, v.129, p.49-59.

MEDEIROS, J.; BORBA, L.; ESTEVÃO, L.; BASTOS, F.J.F.; MENDONÇA, F.; EVÊNCIO-NETO, J. 2013. Morphology of the oviduct of commercial egg-laying hens supplemented with organic minerals. *Anal Quant Cytopathol Histopathol.* Oct;35(5):278-82.

MORAES, S.S. 2001. Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. Embrapa – Gado de corte, documentos 119, Campo Grande. Disponível em: <<http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc119/>> Acessado em: 28 de março de 2016.

MICHELL, E. B.; JOHNS, J. 2008. Avian Hematology and Related Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, Volume 11, Issue 3, p.501-522 doi:10.1016/j.cvex.2008.03.004.

MURRAY, R.K. et al. 2013. *Hapes Illustrated Biochemistry (Lange Basic Science) 29th*. McGraw-Hill.

NOLLET, L.; KLIS, J. D. V.D.; LENSING, M.; SPRING, P. The Effect of Replacing Inorganic With Organic Trace Minerals in Broiler Diets on Productive Performance and Mineral Excretion. *The Journ. of App. Poult. Res.*, Volume 16, Issue 4, 1 December 2007, Pages 592–597, <https://doi.org/10.3382/japr.2006-00115>

OLIVEIRA, T.F.B.; BERTECHINI, A.G. BRICKA, R.M.; KIM, E.J.; GERARD, P.D.; PEEBLES, E.D. 2015. Effects of in ovo injection of organic zinc, manganese, and copper on the hatchability and bone parameters of broiler hatchlings. *Poult. Sci.* 94:2488–2494 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev248>

REGAZZI, A. J. 2003. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. *Rev. Cer.*, Viçosa, v.50, n.287: 9-26.

RICZU, C. M., SAUNDERS-BLADES, J. L.; YNGVESSON, A. K.; ROBINSON, F. E. KORVER, D. R. 2004. End-of-cycle bone quality in White and Brown-Egg Laying hens. *Poult. Sci.* 83:275–383.

ROSTAGNO, H.S. et al. 2011. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, p.186.

SAS INSTITUTE INC. 2001. System for Microsoft Windows, Release 9.2, Cary, NC, USA, (cd-rom)

SCHEIDELER, S.E. 2008. Trace minerals balance in poultry. Proceedings of the Midwest Poultry Federation Convention; 2008; Minnesota. USA. Lincoln: University of Nebraska, Department of Animal Science.

SWIATKIWICZ, S.; KORELESKI, J. 2008. The effect of Zinc and Manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. Vet. Medic., Balice, v. 53, n. 10, p. 555-563.

VELLASCO, C. R.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; CALDERANO, A.A.; MELLO, H.H.C.; PASTORE, S.M. 2016. Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo em reações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. Ciên. Anim. Bras., Goiânia, v.17, n.2, p. 206-216.

YAN, F.; KEEN, C. A.; ZHANG, K. Y.; WALDROUP, P. W. 2005. Comparison of Methods to Evaluate Bone Mineralization. J. Appl. Poult. Res. 14:492–498.

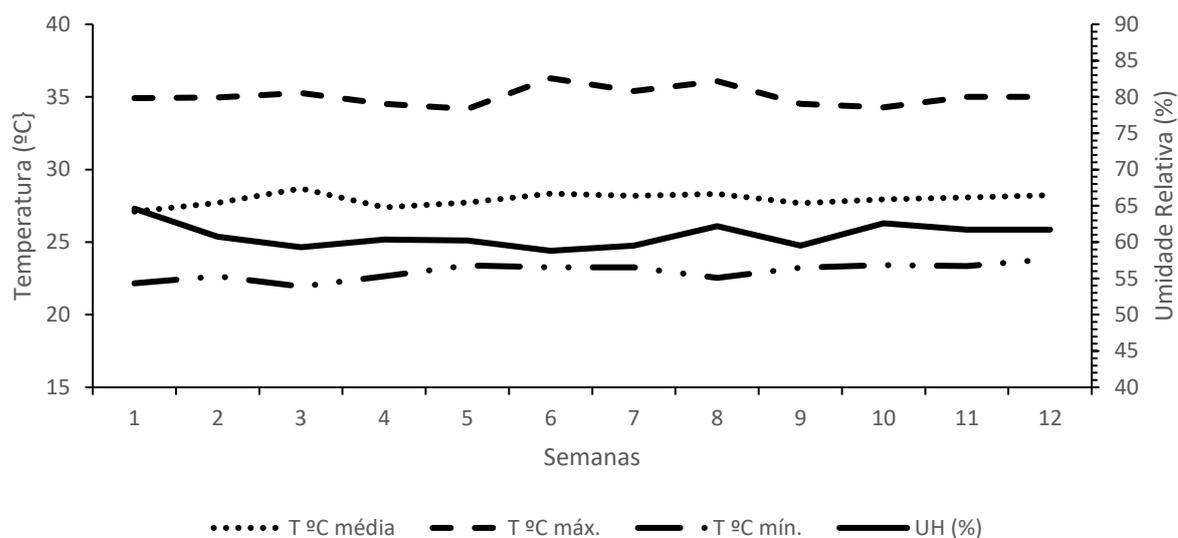


Figura 1: Variação média da temperatura (T, °C) e Umidade relativa do ar (UH, %), durante as doze semanas, relacionadas ao período experimental coletadas por datalogger.

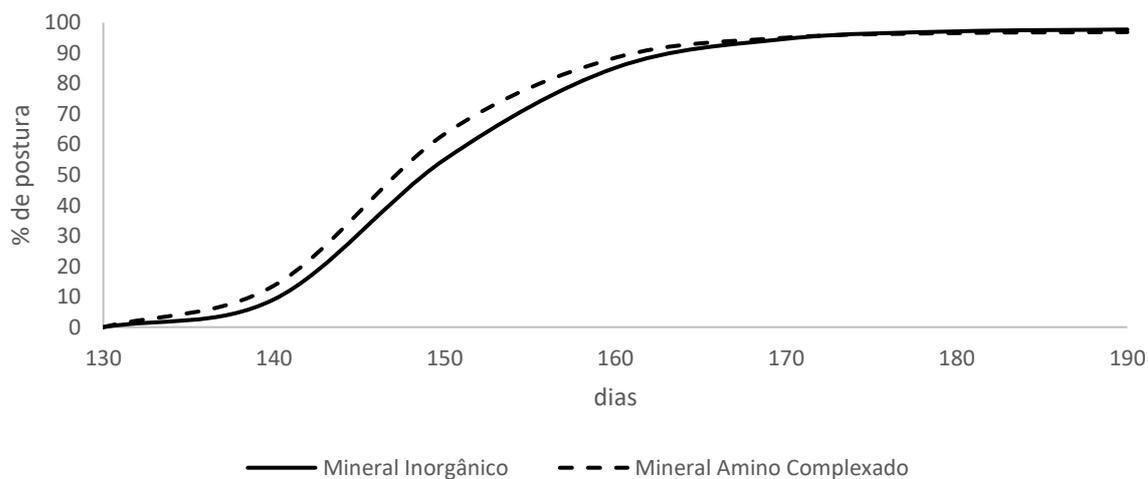


Figura 2. Percentual de postura diário de galinhas poedeiras semipesadas suplementadas com mineral amino complexado na fase de pré postura

Tabela 2. Composição dos premix inseridos na dieta

		Premix controle (mg/kg)	Premix Formulado (mg/kg)	Availa ZMC ^a (mg/kg)
Zinco	Óxido de zinco ¹	70	40	30
Manganês	Óxido de manganês ²	70	40	30
Cobre	Sulfato de cobre ³	8,0	2,75	5,25
Ferro	Sulfato de ferro ⁴	50	50	-
Iodo	Iodato de cálcio	1,0	1,0	-
Selênio	Selenito de sódio	0,25	0,25	-

¹Níveis de garantia por quilo do produto: 799g/kg (Mín.); ²Óxido de manganês 60-62% MnO, Níveis de garantia por quilo do produto: 600g/Kg (Mín.); ³CuSO₄.5H₂O, Níveis de garantia por quilo do produto: 250g de Cu; ⁴Sulfato Ferroso Mono, FeSO₄H₂O, Níveis de garantia por quilo do produto: 300g/kg (Mín.). ^a Inclusão do Availa ZMC será de 750g/TM do produto por kg 30ppm of Zn, 30ppm de Mn e 5.25ppm de Cu

Tabela 3. Composição da ração basal utilizada para a preparação de todas as dietas experimentais (%)

Ingredientes	Fases		
	Crescimento	Pré postura	Pico de produção
Milho	73,83	64,14	55,31
Farelo de soja	21,90	26,10	30,50
Óleo de soja	0,53	0,36	3,13
Sal comum	0,29	0,29	0,26
Calcário calcítico	1,18	3,58	8,80
Fosfato bicálcico 18,5	1,45	0,89	0,92
Premix Vitamínico ¹	0,10	0,10	0,10
Premix mineral inorgânico	0,10	0,10	0,10
Galipro/Calsporing BSG ²	0,04	0,04	0,10
Betafix/ Biobond ³	0,20	0,20	0,20
Bicarbonato de sódio	0,15	0,15	0,15
DL-Metionina 99	0,13	0,26	0,32
Premix mineral orgânico ⁴	0,10	0,10	0,10
Phytase AB Vista ⁵	0,01	0,01	0,01
Threonina 98,5	-	0,04	0,06
Caulin	-	3,64	-
Composição calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	3038	2800	2850
Proteína Bruta (%)	15,69	17,00	18,40
Cálcio (%)	0,97	2,00	3,80
Fosforo disponível (%)	0,45	0,45	0,47
Lisina digestível (%)	0,71	0,80	0,90
Metionina digestível (%)	0,36	0,50	0,58
Met. + Cist. digestível (%)	0,58	0,73	0,82
Treonina digestível (%)	0,53	0,61	0,68
Triptofano digestível (%)	0,16	0,18	0,20
Arginina digestível (%)	0,94	1,04	1,16
Isoleucina digestível (%)	0,66	0,71	0,77
Valina digestível (%)	0,66	0,72	0,78
Cloro (%)	1,75	1,50	2,71
Sódio (%)	0,18	0,18	0,17
Colina (mg/kg)	1069,81	1127,28	1194,54

¹Premix vitamínico fornece por kg de dieta: Vitamina A (mín): 8.000.000UI/kg, Vitamina D3 (mín): 2.500.000UI/kg, Vitamina E (mín): 6.000UI/kg, Vitamina K3 (mín): 1.000mg/kg, Vitamina B1 (mín): 1.000mg/kg, Vitamina B2 (mín): 4.500mg/kg, Vitamina B6 (AvailaZMC mín):2.000mg/kg, Vitamina B12 (mín) 12.000 mcg/kg, Niacina (mín): 15g/kg, Pantotenato de Cálcio (mín): 6.000mg/kg, Ácido Fólico (mín): 400mg/kg, Biotina (mín): 25mg/kg. ²Calsporin® BSG fornece por kg de dieta: Bacillus subtilis: 1 x 10E10 ufc/g. ³Biobond fornece por kg de dieta: Aluminossilicatos hidratados de sódio e cálcio: 1000g/kg; ⁴Premix orgânico fornece por kg de dieta: 0,750g/kg e 0,250g/kg de Caulin; ⁵ Phytase fornece por kg de dieta (mín): 10.000 FTU/g. 4 923

Tabela 4. Programa de aquecimento empregado na digestão ácida assistida por radiação micro-ondas para as amostras de fígado

Etapa	Potência (W)	Tempo (min)	Temperatura (°C)
1	1300	10	120
2	1500	15	170
3	1500	35	170

Tabela 5. Programa de aquecimento em micro-ondas para amostras de excretas e rações

Etapa	Potência (W)	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Rampa (min)
1	400	5	180	15
2	800	5	180	5

Tabela 6. Desempenho semanal de galinhas poedeiras semi-pesadas suplementadas com minerais amino complexados na fase de pré-postura

113 DIAS DE IDADE			
Tratamentos	Peso vivo (g)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g/b/d)
MI ²	1216,35	97,18 ^b	75,19
MAAC ³	1225,31	108,94 ^a	75,42
MÉDIA	1122,43	102,91	75,30
P	0,1082	0,0452	0,752
SEM	2,78	3,14	0,36
CV ¹	1,41	17,22	3,02
127 DIAS DE IDADE			
MI	1435,30	120,47	60,58
MAAC	1421,70	121,56	60,38
MÉDIA	1428,50	120,98	60,48
P	0,5581	0,953	0,73
SEM	7,48	7,47	0,27
CV	3,57	32,98	2,88
141 DIAS DE IDADE			
MI	1622,45	-	83,52
MAAC	1599,33	-	83,85
MÉDIA	1610,87	-	83,69
P	0,6138	-	0,83
SEM	16,40	-	0,74
CV	16,39	-	5,65
155 DIAS DE IDADE			
MI	1659,90 ^b	-	94,11
MAAC	1727,65 ^a	-	94,28
MÉDIA	1693,77	-	94,20
P	0,0434	-	0,91
SEM	13,45	-	0,74
CV (%)	4,12	-	5,05
169 DIAS DE IDADE			
MI	1740,60	-	98,85
MAAC	1772,75	-	98,13
MÉDIA	1756,17	-	98,49
P	0,4759	-	0,43
SEM	15,18	-	0,80
CV	5,79	-	2,85
182 DIAS DE IDADE			
MI	1687,27	570,45	99,48 ^b
MAAC	1704,13	579,96	107,41 ^a
MÉDIA	1695,70	575,21	103,44
P	0,3826	0,5687	0,0004
SEM	6,92	6,50	1,18
CV	2,48	6,36	6,21

Médias seguidas por letras diferentes em colunas diferem entre si pelo Teste "T" de Student ($P \leq 0,05$). ¹CV – coeficiente de variação (%); ²Mineral Inorgânico; ³Mineral Aminoacídico Complexado; GP – Ganho de peso; PV – Peso vivo; CR – Consumo de ração; MI – Mineral inorgânico; MAAC – Minerais Aminoácidos Complexados, P = probabilidade, SEM= Erro padrão.

Tabela 7. Médias e parâmetros estatísticos da uniformidade semanal de galinhas de poedeiras semipesadas com dietas suplementadas com fontes inorgânicas e orgânicas.

Tratamentos	Idade das aves, dias		
	113	121	182
MI	97,50	92,00	90,33
MAAC	96,00	95,50	89,50
MÉDIA	96,95	93,75	89,91
P	0,294	0,230	0,782
SEM	0,70	0,88	1,19
CV (%)	4,61	6,8	7,37

Médias seguidas por letras diferentes em colunas diferem entre si pelo Teste t de Student ($P \leq 0,05$). P- Probabilidade, SEM- Erro padrão, CV, Coeficiente de variação, MI – Mineral inorgânico; MAAC – Mineral Aminoácidos Complexados;

Tabela 8. Curva de postura de poedeiras semipesadas alimentadas com minerais amino complexados e inorgânicos

Tratamentos	Modelo	P
MI ¹	$Y = 97,9281 * e^{-e(-0,1416(\text{dia}-146,1))}$	<0,0001
MAAC ²	$Y = 96,9684 * e^{-e(-0,1530(\text{dia}-144,4))}$	<0,0001

$Y = pm * \exp(-\exp(-b*(X-t)))$; pm=percentagem de postura no pico; b= taxa de maturação da postura; c= ponto de inflexão em dias; ¹Mineral inorgânico, ²Mineral Aminoácido Complexado.

Tabela 9. Análise de identidade do modelo de aves alimentadas com dieta contendo minerais aminoácidos complexados

	X ²	GL	P
H0=pm1=pm2 =pm;	1,56E+00	1	0,21
H0=b1=b2 =b	4,36E+00	1	0,04
H0=t1=t2 = t	9,33E+01	1	<0,001
w4: pm1 = pm2 e t1=t2	9,58E+01	2	<0,001
w5: pm1=pm2, b1=b2 e c1=c2	1,41E+02	3	<0,001

X² – estatística qui-quadrado; GL- Grau de liberdade; P- Probabilidade; pm=percentagem de postura a maturidade ou no pico; b= taxa de maturação da postura; c= ponto de inflexão em dias; t- tempo/dias.

Tabela 10. Curva da massa dos ovos de poedeiras alimentadas com minerais aminoácido complexados e inorgânicos

Tratamentos	Modelo	P
MI ¹	$Y = 60,1755 * e^{-e(-0,132(\text{dia}-147,7))}$	0,05
MAAC ²	$Y = 58,3943 * e^{-e(-0,1492(\text{dia}-147,7))}$	0,05

$Y = pm * \exp(-\exp(-b*(X-t)))$; pm=massa dos ovos; b= taxa da massa de ovos; c= ponto de inflexão em dias; ¹Mineral inorgânico, ²Mineral Aminoácido Complexado (MAAC).

Tabela 11. Análise de identidade do modelo de aves semipesadas alimentadas com dieta contendo minerais aminoácidos complexados

	X ²	GL	P
H0=pm1=pm2 =pm;	1,88E+05	1	0,171
H0=b1=b2 =b	1,78E+00	1	0,182
H0=t1=t2 = t	1,98E-02	2	0,888
w4:pm1 = pm2 e t1=t2	2,33E+00	2	0,098
w5: pm1=pm2, b1=b2 e c1=c2*	2,40E+00	3	0,066

X²– estatística qui-quadrado; GL- Grau de liberdade; P- Probabilidade; pm=percentagem da massa de ovos; b= taxa da massa de ovos; c= ponto de inflexão em dias; t- tempo/dias.

Tabela 12. Médias e parâmetros estatísticos do peso dos órgãos das galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo minerais na forma inorgânicos e minerais aminoácidos complexados na fase de pré postura

Tratamentos	Peso órgãos (g)		
	Fígado	Ovíduto	Ovário
MI	35,00	64,87 ^b	41,71
MAAC	35,07	73,54 ^a	40,67
MÉDIA	35,03	69,20	41,18
P	0,953	0,011	0,440
SEM	3,69	0,14	4,21
CV ¹	10,53	3,38	10,20

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem si pelo Teste t de Student (P≤0,05). MI – Mineral inorgânico; MAAC – Mineral Aminoácidos Complexados P = Probabilidade, SEM= Erro Padrão.

Tabela 13. Número de folículos mensurados em galinhas poedeiras semipesadas com 182 dias de idade (26 semanas) na fase pico

Tratamentos	Tipos de folículos			
	FBP*	FBG**	FAP***	FAG****
MI	18,53	11,90	7,70	4,21
MAAC	19,00	11,41	6,72	3,89
MÉDIA	4,29	3,37	2,59	2,00
P	0,791	0,619	0,523	0,08
SEM	0,64	0,56	0,74	0,14
CV ¹	14,87	16,51	28,37	6,88

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t de Student (P≤0,05).

*Folículo Branco Pequeno (menor que 3mm); **Folículo Branco Grande (de 3 a 5mm de diâmetro); ***Folículo Amarelo Pequeno (entre 5 e 10mm de diâmetro); ****Folículo Amarelo Grande (> 10mm de diâmetro).

¹Coefficiente de variação (%); MI – Mineral inorgânico; MAAC – Mineral Aminoácidos Complexados; P- Probabilidade, SEM= Erro Padrão.

Tabela 14. Avaliação dos parâmetros físicos das tíbias de galinhas poedeiras semipesadas com 182 dias de idade (26 semanas) na fase pico

Tratamentos	Peso (mg)	Comprimento (mm)	Índice de Seedor (mg/mm)	Resistência (kgf)
MI	10,16 ^b	112,00	91,05	25,02
MAAC	10,50 ^a	112,67	93,24	25,10
MÉDIA	10,33	112,34	92,14	25,06
P	0,04	0,15	0,100	0,957
SEM	0,69	2,08	5,88	6,57
CV ¹	6,76	1,85	6,39	26,25

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t de Student ($P \leq 0,05$).

¹Coefficiente de variação (%); MI – Mineral inorgânico, MAAC – Mineral Aminoácidos Complexados P = Probabilidade, SEM= Erro Padrão.

Tabela 15. Médias e parâmetros estatísticos da composição mineral das tíbias, fígado e das excretas das galinhas semipesadas suplementadas com fontes de minerais inorgânica e aminoácidos complexados

Tratamentos	FÍGADOS				
	Zn	Mn	Cu	Ca	P
	mg/kg			g/kg	
MI	244,76	25,89	34,32	1,47	30,11
MAAC	259,20	25,73	35,25	1,29	30,32
MÉDIA	251,98	25,81	34,810	1,39	30,22
P	0,572	0,947	0,687	0,069	0,894
SEM	56,14	5,33	4,94	0,193	5,08
CV ¹	22,28	20,66	14,18	13,92	11,21
Tratamentos	EXCRETAS				
	Zn	Mn	Cu	Ca	P
MI	623,19	623,91	79,45 ^b	11,98	16,48
MAAC	636,38	639,19	96,85 ^a	13,36	18,15
MÉDIA	629,43	631,55	88,15	12,39	17,32
P	0,353	0,412	0,0046	0,056	0,064
SEM	30,10	40,70	12,02	0,18	28,25
CV ¹	4,78	6,44	13,64	11,53	10,88
Tratamentos	TÍBIAS				
	Zn	Mn	Cu	Ca	P
	%				
MI	258,25	10,89	5,48	29,73	14,67
MAAC	288,25	12,89	5,35	30,84	15,07
MÉDIA	273,25	11,88	5,41	30,30	14,87
P	0,247	0,335	0,585	8,69	0,3144
SEM	56,09	4,49	0,523	2,634	0,850
CV ¹	20,53	37,83	9,65	8,69	5,71

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste t de Student ($P \leq 0,05$). ¹Coefficiente de variação (%); MI – Mineral inorgânico, MAAC – Mineral Aminoácidos Complexados; P = Probabilidade, SEM= Erro Padrão. ²Valores em porcentagem pela matéria mineral: MI: 42.68%, MAAC: 43.21%, Média: 42.4%, P: 0.603, SEM: 2.25, CV:5.24;

Tabela 16. Médias e índices estatísticos de parâmetros sanguíneos de galinhas poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo fontes inorgânicas minerais e minerais aminoácidos complexados.

Tratamentos	HEMOGRAMA						
	CH ($10^6/\text{mm}^3$)	HGB (g%)	HCT (%)	VCM (fL)	CHCM (%)	PLT ($/\text{mm}^3$)	WBC ($/\text{mm}^3$)
MI	2,34 ^b	9,11	30,10	128,24	30,28	31,70	14,67 ^b
MAAC	2,44 ^a	9,11	30,04	123,17	34,32	40,36	18,13 ^a
MÉDIA	2,40	9,11	30,06	124,98	32,93	37,37	16,93
P	0,028	0,995	0,972	0,513	0,553	0,221	0,025
SEM	0,10	0,44	17,72	19,40	17,27	17,72	3,74
CV ¹	4,22	4,92	14,67	15,53	52,45	47,43	22,10

Tratamentos	LEUCOGRAMA				
	Heterofilos $/\text{mm}^3$	Eosinófilos $/\text{mm}^3$	Basófilos $/\text{mm}^3$	Linfócitos $/\text{mm}^3$	Monócitos $/\text{mm}^3$
MI	6312	5,00 ^b	1,25 ^b	6889	7665
MAAC	8142	18,00 ^a	2,00 ^a	6733	8958
MÉDIA	7578,91	14,00	1,77	6780,81	8559,9
P	0,385	0,001	0,0006	0,887	0,350
SEM	3365,95	4,86	0,26	1804,49	2199,35
CV ¹	44,41	34,73	14,75	26,61	25,69

Médias seguidas por letras diferentes em colunas diferem entre si pelo Teste "T" de Student ($P \leq 0,05$).

¹Coefficiente de variação (%); MI – Minerais Inorgânicos; MAAC – Minerais Amino Complexados; CH – Hemácias; HGB – Hemoglobina; HCT – Hematócrito; VCM – Volume corpuscular médio; CHCM – Concentração média de hemoglobina; PLT – Plaquetas; WBC – Leucócitos totais. P = Probabilidade; SEM= Erro Padrão.

Tabela 17. Parâmetros hormonais de galinhas poedeiras semipesadas alimentadas com dietas contendo minerais inorgânicos e minerais amino complexados na fase de pré postura

Tratamentos	HORMÔNIOS						
	Prog (ng/mL)	hFSH (mIU/mL)	hLH (mIU/mL)	Cortisol (ug/dL)	TotT ₄ (ug/dL)	TotT ₃ (ng/mL)	E ₂ (pg/mL)
MI	1,04	0,11	0,14	0,07	0,67 ^b	0,71	297,17
MAAC	0,98	0,12	0,17	0,10	0,81 ^a	0,61	269,00
MÉDIA	1,01	0,11	0,15	0,09	0,73	0,67	285,25
P	0,773	0,586	0,381	0,056	0,022	0,283	0,293
SEM	0,49	0,06	0,08	0,04	0,14	0,26	72,36
CV ¹	48,98	59,36	58,09	46,03	20,29	39,02	25,36

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo Teste "T" de Student ($P \leq 0,05$),

¹Coeficiente de variação (%); MI – Minerais Inorgânicos; MAAC – Minerais Amino Complexados; Prog - progesterona; hFSH – Hormônio Folículo Estimulante; hLH – Hormônio Luteinizante; TotT₄ – Tiroxina; TotT₃ – Triiodotironina; E₂ - Estradiol, P = Probabilidade; SEM= Erro Padrão,