



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

Níveis de manganês complexado a aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais em fase de cria: indicadores de bem-estar animal

Juliana Belens de Macedo

Recife – PE
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JULIANA BELENS DE MACEDO

Níveis de manganês complexado a aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais em fase de cria: indicadores de bem-estar animal

Trabalho apresentado a Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Campus Recife, como requisito para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientador: Profa. Dra. Lilian Francisco Arantes de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello

Recife

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M141n Macedo, Juliana Belens de
Níveis de manganês complexado a aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais em fase de cria:
indicadores de bem-estar animal / Juliana Belens de Macedo. - 2022.
38 f.
- Orientadora: Lilian Francisco Arantes de Souza.
Coorientador: Carlos Boa-Viagem Rabello.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2022.
1. manganês. 2. bem-estar animal. 3. fase de cria. 4. fontes minerais. I. Souza, Lilian Francisco Arantes
de, orient. II. Rabello, Carlos Boa-Viagem, coorient. III. Título

JULIANA BELENS DE MACEDO

Níveis de manganês complexado a aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais em fase de cria: indicadores de bem-estar animal

Esta monografia foi julgada adequada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau Bacharel em Zootecnia aprovada em sua forma final pela banca examinadora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Aprovado em 07 de outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Lilian Francisco Arantes de Souza
Orientadora

Profa. Dra. Flaviane Maria Florêncio Monteiro Silva
Examinadora

Ma. Jamille Sheila da Silva Wanderley
Examinadora

DEDICATÓRIA

Não há exemplo maior do que a dedicação do meu pai por mim. Mesmo achando que Zootecnia é matar calango pra comer com farinha, me apoiava de todas as formas. Dedico ao meu painho essa monografia. Te amo, pai!

AGRADECIMENTOS

Meu maior agradecimento é ao meu pai *Raimundo Claudiano de Macedo*, que sempre foi meu principal pilar, me apoiando e cuidando de mim para que nada nunca me faltasse mesmo que a quilômetros de distância. Como disse, ele é a galinha e eu sou o pintinho, sempre debaixo da sua asa. Espero um dia poder retribuir tudo e todo sacrifício que sempre fez e ainda faz por mim, o carinho, respeito, humor, esforço, apoio, paciência e amor que ele merece.

À todos os colegas que conheci ao longo da minha caminhada acadêmica, dentro e fora da universidade, que já estiveram tão presentes na minha vida e hoje não estão mais, lembro dos momentos bons e reconheço a importância que cada um teve. Aos que ainda estão presentes, principalmente *Thais Fernanda*, obrigada por me fazerem entender o real significado de amizade e ser livre pra ser quem eu sou de verdade, sem medos e inseguranças. A Zootecnia também me deu o que hoje chamo de parte da minha família e são meu orgulho: *Ariel Corrêa*, *Emily Travasso* e *Ítalo Duarte*. Não tenho como expressar em palavras o quanto sou feliz por ter vocês na minha vida, sempre crescendo junto comigo.

Aos "de verdade", que de forma direta e indireta foram essenciais na minha trajetória até aqui, me fazendo rir, escutando cada reclamação e jogando Dota comigo: *Jason Marques*, que foi tão próximo que mesmo quando tão distante conseguiu me fazer bem e *Matheus Mota*, que em tão pouco tempo conseguiu ganhar um espaço enorme no meu coração.

À minha querida orientadora Profa. Dra. *Lilian Arantes*, por me acolher e guiar ao longo de toda construção desse projeto, e por toda palavra de apoio e incentivo para que eu não desanimasse e procurasse meu caminho no curso que eu amo. Suas aulas com certeza foram responsáveis por me fazer gostar tanto de avicultura.

À todos do Laboratório de Pesquisa com Aves (LAPAVE), sejam estudantes de graduação, mestrado ou doutorado, que se empenharam em me ajudar mesmo que de forma mínima e nunca demonstraram o mínimo de má vontade, em especial *Andréa Marques*, que sempre propôs disponibilidade para tirar todas as minhas dúvidas e me ensinar. Também ao responsável pelo setor e coorientador do projeto, Prof. Dr. *Carlos Bôa-Viagem*.

À todos os membros da banca examinadora, pela oportunidade e

disponibilidade.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Departamento de Zootecnia, e ao corpo docente que cruzaram seus caminhos com os meus durante os anos de curso, por todos os ensinamentos que foram muito além das disciplinas ministradas.

Sou grata às muitas Julianas que já fui, pois foram responsáveis por não desistirem mesmo quando tudo estava tão difícil que parecia impossível. Por estarem sempre tentando ser o melhor que poderiam ser, por aprenderem a se amar, se manterem verdadeiras, acreditar e reconhecer seus próprios valores, e por moldar a Juliana que hoje me orgulho de ser.

Enfim, viver é um grande privilégio e vocês todos fizeram parte da minha jornada! Obrigada!

EPÍGRAFE

tenho medo.

mesmo assim

eu vou.

- Lucas Gehre

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de níveis de inclusão de manganês complexado à aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais durante a fase de cria sobre indicadores de bem-estar animal. A pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O experimento contou com 648 pintainhas da linhagem Dekalb White distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em seis tratamentos, com seis repetições de 18 aves cada. As dietas fornecidas tiveram níveis diferentes de inclusão do mineral manganês complexado a aminoácidos de 25, 37, 49, 61, 73 e 85 mg/kg. Os indicadores do bem-estar foram avaliados aos 35 dias em 18 aves por repetição. Foram avaliadas as lesões na quilha, pele e crista, coxim plantar e condição da plumagem. Os dados obtidos foram submetidos ao teste do qui-quadrado ou teste G no programa BioEstat 5.3, utilizando nível de significância de 5% ($p < 0,05$), e apresentados nos resultados em frequência percentual (%). Verificou-se que não houve efeito dos níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos sobre alguns indicadores, como lesões na quilha, lesões da crista, coxim plantar, assim como condição de danos ao empenamento, indicando que o nível de suplementação de 25 mg/kg pode ser aplicado a dietas com inclusão de fitase, sem causar danos no bem-estar das aves poedeiras em fase de cria. No entanto, verificou-se que para melhor integridade da pele, é recomendado a inclusão do nível de 85 mg/kg do manganês complexado a aminoácidos.

Palavras-chave: manganês, bem-estar animal, fase de cria, fontes minerais.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of manganese inclusion levels complexed with amino acids in the diet of commercial laying hens during the brooding phase on indicators of animal welfare. The research was developed at the Departamento de Zootecnia of the Universidade Federal Rural de Pernambuco. The experiment had 648 Dekalb White chicks distributed in a completely randomized design in six treatments, with six replications of 18 hens each. The provided diets had different levels of inclusion of manganese mineral complexes to amino acids of 25, 37, 49, 61, 73 and 85 mg/kg. Welfare indicators were evaluated at 35 days in 18 hens per replicate. The lesions on the keel, skin and comb, footpad and plumage condition were evaluated. The data obtained were submitted to the chi-square test or G test in the BioEstat 5.3 software, using a significance level of 5% ($p < 0.05$), and presented in the results in percentage frequency (%). It was found that there was no effect of the levels of inclusion of manganese complexes to amino acids on some indicators, such as keel injuries, crest and footpad injuries and condition and damage to the plumage, which indicated that the supplementation level of 25 mg/ kg can be applied to diets with phytase inclusion, without harming the welfare of laying hens in the brood phase. However, it was found that for better skin integrity, the inclusion of the 85 mg/kg level of manganese complexed to amino acids is recommended.

Keywords: manganese, animal welfare, brooding phase, mineral sources.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de inclusão do manganês complexado nas dietas experimentais.....	24
Tabela 2 - Ingredientes e composição bromatológica calculada das dietas experimentais.....	25
Tabela 3 - Programa de vacinação de acordo com a idade (dias), doença e via de aplicação.....	26
Tabela 4 - Frequência (%) da classificação de lesões na quilha de poedeiras de 1 a 6 semanas com idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.....	29
Tabela 5 - Frequência (%) das classificações de lesões na região tegumentar de poedeiras com 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.....	30
Tabela 6 - Frequência (%) das classificações de cobertura na plumagem de poedeiras com 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.....	32
Tabela 7 - Frequência (%) das classificações de defeitos na plumagem de poedeiras com 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.....	33

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. Panorama da avicultura de postura	15
3.2. Importância da fase de cria para o desempenho de poedeiras	17
3.3. Fontes de microminerais	17
3.4. Importância do manganês	20
3.5. Indicadores de bem-estar animal	21
MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. Local do experimento e delineamento experimental	24
4.2. Manejo das aves	25
4.3. Indicadores do bem-estar nas aves	26
4.3.1. Lesões na quilha	27
4.3.2. Lesões na pele	27
4.3.3. Lesões na crista	27
4.3.4. Lesões no coxim plantar	27
4.3.5. Condição da plumagem	28
4.4. Análise estatística	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a avicultura de postura apresentou crescimento exponencial, refletindo em diversos avanços tecnológicos, desenvolvimento na genética e adoção de técnicas a fim de garantir a redução de custos, associados ao aumento da qualidade e produtividade. Em sistemas de produção comercial de ovos, a alimentação representa a porcentagem de gastos mais considerável, visto que são formuladas para garantir a precocidade sexual e a máxima produção de ovos de acordo com a linhagem, o que pode criar situações que comprometam o bem-estar das aves. Os cinco domínios são comumente usados como um modelo para avaliação do bem-estar animal, e a nutrição desempenha um papel indispensável, não apenas no quesito físico, como também mental. Nesse contexto, a maioria das matérias primas utilizadas na formulação de rações para poedeiras possuem deficiência mineral, como o milho e o farelo de soja, e não são capazes de suprir as necessidades das galinhas poedeiras. A suplementação mineral, então, entra como uma ferramenta imprescindível na dieta das aves, para que através de uma determinada ingestão diária, sejam capazes de atender às suas exigências.

Os microminerais são fundamentais para as aves de postura, e estão envolvidos em vários processos metabólicos do organismo, como por exemplo a sua atuação na formação da casca do ovo, transporte de oxigênio e crescimento ósseo. Dentre os microminerais, podemos destacar o manganês, que têm uma grande importância na atividade fisiológica, pois participam da ativação de várias enzimas, sendo capazes de auxiliar no sistema imune das aves, regulação da glicose sanguínea, e especialmente no desenvolvimento da matriz orgânica óssea, tornando-se um elemento indispensável para garantir uma boa nutrição e qualidade de vida aos animais. Geralmente, a suplementação mineral utilizada nas rações de poedeiras são provenientes de compostos inorgânicos, porém, é crescente o interesse relacionado aos minerais de origem orgânica, já que apresentam maior biodisponibilidade. Isso influencia diretamente no desempenho da ave, reduzindo também a excreção dos minerais para o meio ambiente, por ser oferecido em menor quantidade. Entretanto, ainda não se conhece os níveis ideais de inclusão dos minerais oriundos de fontes orgânicas para atender as exigências das aves em fase

de cria, especialmente de moléculas de metais complexados a aminoácidos.

Diante do exposto, há uma constante preocupação referente ao manejo na fase inicial das pintainhas, por ser o momento em que ocorre importante desenvolvimento nos sistemas orgânicos, capazes de refletir na performance produtiva do lote. A grande escassez de trabalhos que indicam os níveis ideais de suplementação mineral nessa fase faz-se necessário para evitar desequilíbrios nutricionais, seja pela deficiência ou excesso mineral, e garantir o bem-estar desses animais nas suas primeiras semanas de vida. Neste sentido, o objetivo deste presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de manganês complexado à aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais durante a fase de cria por meio dos indicadores de bem-estar animal, através da observação de lesões na quilha, pele e crista, coxim plantar e condição da plumagem.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos geral

Avaliar o efeito de níveis de inclusão de manganês complexado a aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais durante a fase de cria sobre indicadores de bem-estar animal.

2.2. Objetivos específicos

Verificar o efeito de níveis de inclusão do manganês na forma de metal aminoácido para poedeiras comerciais em fase de cria, por meio da avaliação de indicadores de bem estar animal relacionados:

- a. Ao desenvolvimento ósseo através avaliação de lesões na quilha;
- b. Ao empenamento através avaliação de cobertura, e defeitos da plumagem nas regiões do peito, dorso, cauda, cloaca e asa;
- c. Ao tegumento em lesões da pele, crista e coxim plantar.

1. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Panorama da avicultura de postura

Durante muito tempo, o ovo foi considerado um vilão pela sociedade, e estava associado a altos teores de colesterol que estariam presentes na gema, aumentando o risco de infarto e derrame (PIZZOLANTE, 2012). No entanto, desmistificado durante as décadas, provou-se que o ovo na verdade é um dos alimentos mais completos da natureza. Além de ser fonte de proteína de baixo custo, possui alto valor biológico, já que é composto por minerais, vitaminas, gorduras de baixa concentração calórica, trazendo diversos benefícios ao consumidor. A alavanca para o aumento do consumo mundial, além da quebra de tabus relacionados à saúde, está relacionada também à baixa renda *per capita* (que torna menor a aquisição de outras fontes proteicas), a produção de alimentos que tem o ovo como ingrediente na sua fabricação (FILHO et al., 2009).

Graças às evoluções tecnológicas como a automação do setor, melhoramento genético, sanidade e nutrição das aves, a avicultura de postura é capaz de atingir altos níveis de produção de ovos (OLIVEIRA et al., 2014). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), no ano de 2021, a produção mundial de ovos destinados para o consumo atingiu cerca de 87,60 milhões de toneladas, e é estimado que até 2030 essa produção atinja até 95 milhões de toneladas. A China, EUA, União Europeia, Índia e México são os maiores produtores mundiais de ovos, enquanto o Brasil ocupa a sexta posição nesse pódio. De acordo com os dados publicados pelo IBGE (2022), a produção nacional de ovos de janeiro a setembro de 2021 totalizou 2,97 bilhões de dúzias, onde 81% desse valor foi direcionado ao consumo interno e 19% para a incubação na reposição de plantéis. Contudo, vale ressaltar que o IBGE contabiliza os números de produção de ovos de granjas com, no mínimo, dez mil aves poedeiras, ou seja, a produção é ainda maior do que podemos imaginar, já que pequenos produtores estão fora dessas estatísticas.

Apesar de ser o maior exportador mundial de frango, o Brasil ainda está tentando estabelecer-se no mercado mundial quanto à produção de ovos. Isso porque a maioria dos ovos que são produzidos para consumo no nosso país são destinados para o mercado interno, enquanto menos de 0,4% vão para exportação

(FAO, 2022). Entre os obstáculos que o nosso país enfrenta para atingir o mercado internacional, além da perecibilidade e o fato de alguns países não aceitarem o consumo de ovos de aves criadas em gaiolas, o principal fator que atrapalha são os sistemas de criação, já que é o produtor que arca com todos os custos de produção. Apesar de tudo, tem-se grande perspectiva para o crescimento da produção brasileira. Hoje, o maior polo da avicultura de postura é pertencente à região Sudeste, liderado pelo estado de São Paulo, seguido do Paraná, Espírito Santo e Minas Gerais. Esses estados possuem vantagens geográficas, pois a própria região Sudeste é um grande centro consumidor, fazendo com que o transporte dos ovos para outras regiões não tenha grande efeito negativo, além da proximidade às áreas de produção de grãos nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, favorecendo o abastecimento de grãos (FILHO et al., 2011).

Mesmo que as criações estejam concentradas no Centro-Sul, a expansão da avicultura de postura brasileira atingiu também os estados nordestinos, conduzidos pela crescente demanda do mercado interno. Soares e Ximenes (2022) estabelecem que esse desenvolvimento também está atrelado à evolução no controle da sanidade e oferta de milho e de soja na região, e o escoamento da produção do Mato Grosso pelos portos do Arco Norte, no Pará e no Maranhão que auxilia no aporte dos insumos. O estado de Pernambuco está na liderança do maior produtor de ovos das regiões Norte e Nordeste, e vem demonstrando grande potencial para competir com as demais unidades federativas do país.

Os principais municípios produtores de ovos no estado de Pernambuco são: Paudalho e Carpina na zona da Mata Norte, e São Bento do Una, Lajedo e Garanhuns na região do Agreste (FILHO, 2017). Segundo o relatório anual da ABPA (2022), referente ao ano de 2021, Pernambuco é o estado do Nordeste que apresenta o maior índice de alojamento de pintainhas por unidade, registrando 8,19%. O IBGE (2022) registrou na soma dos quatro trimestres do ano de 2021 uma produção de 226 mil dúzias no estado nordestino, e mostra que a produção de ovos de Pernambuco vem acompanhando o crescimento da produção brasileira, e supera o próprio crescimento ao longo dos anos. Estes dados apontam a constante evolução da região Nordeste mesmo que de maneira mais lenta, e pode ser potencializada com investimentos em infraestrutura, transporte de produtos e

insumos, e inovações nos sistemas de produção, aumentando a competitividade com outras regiões (XIMENES; SOARES, 2022).

3.2. Importância da fase de cria para o desempenho de poedeiras

A fase de cria, ou fase inicial, é o período que compreende a criação das aves até seis semanas de idade, e tem grande importância, já que o sucesso de um lote depende do desempenho nessa fase, impactando a economia e a viabilidade produtiva. Nessa fase ocorre o desenvolvimento fisiológico dos órgãos internos, sistema imunológico, digestivo, e crescimento esquelético (NASCIMENTO, 2019). Problemas durante esse período afetam permanentemente o funcionamento desses sistemas. Aves com baixa eficiência imunológica, por exemplo, tornam-se mais vulneráveis às doenças e menos responsivos às vacinas. A fase de cria é também a época em que acontecem manejos mais invasivos, mas essenciais, como vacinações e debicagem. Esses são responsáveis por minimizar efeitos negativos como canibalismo, desperdício de ração, hierarquia social, garantir a saúde e a melhora na viabilidade do plantel.

Segundo Peeters et al. (1997), há uma correlação positiva entre desempenho durante a fase de cria e a produção de ovos. O monitoramento da uniformidade e peso corporal dos pintainhos ainda nessas primeiras semanas é um instrumento importante para definir práticas de manejo adequadas. Ferreira (2019) afirma que lotes uniformes atingem a maturidade sexual na idade adequada, têm maior pico de postura e produção uniforme de ovos, sem contar com a quantidade de ovos/ave/alojada e menor incidência de prolapsos. As aves que atingem o peso corporal de acordo com o padrão da linhagem, durante a fase de crescimento, por sua vez, são mais suscetíveis a expressar o seu potencial genético. Por isso, devemos ter atenção e cuidado para garantir manejo, nutrição, sanidade e ambiência adequados nessa fase, já que problemas desenvolvidos durante o período inicial não podem ser corrigidos após o início da produção de ovos.

3.3. Fontes de microminerais

Essenciais para o funcionamento adequado de processos fisiológicos e metabólicos dos animais, os minerais desempenham papéis importantes na reprodução, crescimento, sistema imunológico, e diversas outras funções vitais que

garantem um desenvolvimento saudável, estando associados, conseqüentemente, ao aumento da produtividade (LOPES et al., 2011). Suplementar esses nutrientes, portanto, mostra-se necessário a fim de atender às exigências dos animais, e garantir a manutenção do seu organismo.

As pesquisas envolvendo fontes de minerais tiveram início na década de 50, onde a suplementação tornou-se peça-chave na resolução de problemas ósseos e desempenho das aves, e foi aumentando à medida dos anos com o avanço do melhoramento genético (ARAUJO et al., 2008). Segundo Bondi (1987), adaptado por Pereira (2016), os minerais são classificados como macroelementos (Ca, P, Mg, Na, Cl, S e K) e microelementos (Zn, Fe, Mn, Cu, Co I, Se e Mo), com base nas quantidades adicionadas às dietas, inferiores a 70 mg/kg de peso vivo do animal. Já as fontes minerais recebem classificação de acordo com a sua eficiência de absorção no organismo dos animais, e são divididas entre fontes inorgânicas e fontes orgânicas (ARAUJO et al., 2008). Independentemente do tipo de fonte utilizada, a função desses minerais não sofre alteração e sim a forma que os minerais estarão biodisponíveis para utilização nos tecidos.

Por ter custo reduzido quando comparado à outras opções do mercado, as fontes minerais mais utilizadas na dieta das aves de postura são as inorgânicas, como os óxidos, sulfatos, cloretos, carbonatos e fosfatos (SILVA; PASCOAL, 2014) de origem geológica ou industrial. Essas fontes são comumente utilizadas nas dietas, mesmo apresentando algumas desvantagens, como a tendência de dissociar em ambientes de pH baixo, deixando os minerais mais susceptíveis a antagonismos entre outros nutrientes, dificultando sua absorção e reduzindo a sua biodisponibilidade (UNDERWOOD, 1999). Desta forma, em função do baixo custo dessas fontes, uma prática comum é o excesso de suplementação das dietas. No entanto, quanto maior a densidade de nutrientes na ração, maior será a excreção mineral, e conseqüentemente a poluição no meio ambiente (RUTZ et al. 2007).

Existem diversos tipos de minerais orgânicos que podem ser diferenciados pelo tipo de ligante usado para formar o complexo. A Association of American Feed Control Officials – AAFCO (1997) define os minerais como: Quelato metal aminoácido – produto resultante da reação de um sal metálico solúvel com aminoácidos na proporção molar, isto é, de 1:1 até 1:3, onde o peso molecular médio do aminoácido hidrolisado deve ser em torno de 150 Daltons e o peso

molecular resultante não pode ultrapassar 800 Daltons; Complexo metal com aminoácido específico - produto resultante do complexo entre um metal solúvel com um aminoácido específico; Metal proteinatos – produto resultante da quelação de um sal solúvel com aminoácidos ou proteínas parcialmente hidrolisada; Complexo metal polissacarídeo - produto resultante do complexo entre um sal solúvel e um polissacarídeo solução de polissacarídeo declarada como um ingrediente de um complexo metálico específico e Complexo metal aminoácido – produto resultante do complexo entre um metal solúvel com um aminoácido.

Atualmente, vêm se demonstrando maior interesse em minerais provenientes de fontes orgânicas, já que apresentam melhor aproveitamento, sendo mais biodisponíveis. A melhor absorção desses minerais orgânicos ocorre principalmente por conta da sua estrutura. Estão menos sujeitos a interações durante a digestão, e são transportados pelo sangue diretamente até seu sítio de atuação. Desta forma, chegam ao sítio de atuação intactos, e são absorvidos sem a necessidade de reorganizar as suas moléculas de forma a penetrar o enterócito (SANTOS, 1998). Sendo assim, os animais excretam menores quantidades e proporcionam melhores condições para expressar o seu genótipo. Ainda, minerais oriundos de fontes orgânicas são transportados diretamente para os tecidos e são armazenados por mais tempo (RUTZ; MURPHY, 2009). Ademais, a proporção utilizada nas rações depende da disponibilidade do elemento, onde se define como a porcentagem presente no composto que é absorvido.

É interessante dizer que apesar de serem chamados de minerais orgânicos, eles ainda são compostos inorgânicos, mas recebem essa nomenclatura pois são compostos de um íon metálico ligado quimicamente a uma molécula orgânica, com o objetivo de aumentar a taxa de absorção dos microminerais e reduzir a suplementação (AAFCO, 2000). Nesse contexto, a suplementação de microminerais por fontes orgânicas tem grande potencial para substituir as atuais fontes convencionais e aumentar os índices produtivos, mas só será uma estratégia válida na prática se o custo compensar a sua utilização. Assim, como todos os animais de produção, as poedeiras também precisam ter suas necessidades nutricionais atendidas diariamente, e compreender os fatores que afetam o desempenho e qualidade dos ovos nos ajuda a evitar perdas significativas na indústria. Świątkiewicz e Koreleski (2008) afirmam, por exemplo, que a substituição de Zn e Mn por fontes de minerais complexados com aminoácidos são capazes de melhorar a resistência

das cascas dos ovos de aves de idade mais avançada. Entretanto, pesquisas sobre o efeito da suplementação de dietas com fontes orgânicas de minerais na fase de cria ainda são escassas.

3.4. Importância do manganês

O manganês (Mn) é um oligoelemento essencial que está presente em todos os tecidos, e é fundamental para o metabolismo normal de aminoácidos, lipídios, proteínas e carboidratos (ASCHNER; ASCHNER, 2005). Esse elemento, indispensável para o funcionamento do organismo animal, é atuante na função imunológica, regulação do açúcar no sangue, energia celular, digestão, reprodução, crescimento ósseo e auxilia nos mecanismos de defesa contra os radicais livres, afirmam Aschner e Aschner (2005). Na avicultura, a utilização do manganês tornou-se uma questão crescente quando sua essencialidade foi provada na década de 1930, com a comprovação de sua eficiência na prevenção de anormalidades ósseas nas pernas em frangos de corte, conhecidas como perose (GALLUP; NORRIS, 1939), e posteriormente, na manutenção do processo reprodutivo de machos e fêmeas e ativação de diversas enzimas (UNDERWOOD, 1981), que incluem hidrolases, quinases, descarboxilases, fosfatases e transferases.

Por sua vez, a avicultura de postura necessita de uma atenção especial a esse micromineral, pois ocupa funções importantes no crescimento das aves, deposição da casca e produção de ovos, eclodibilidade, e prevenção de ataxia. Segundo Swiatkiewicz e Kowaleski (2014), o manganês, juntamente com o zinco, são cofatores de metaloenzimas, operando de forma direta na formação e qualidade da casca do ovo, devido a atuação na síntese de mucopolissacarídeo e carboidrato. No organismo das aves, o manganês é encontrado principalmente nos ossos, seguido do fígado, pâncreas e rins, e apenas um pouco nos músculos. O manganês também está entre os elementos menos tóxicos, e Underwood (1977) afirma que não há risco de toxidez em aves que ingerem rações contendo até 1000 mg/kg.

A deficiência do manganês, por sua vez, pode ocasionar significativa redução na produção de ovos, com cascas mais finas, fracas e áreas translúcidas, bem como anomalias. Dietas deficientes em manganês podem ainda provocar encurtamento de ossos longos, osteofitose e penugem rija (FAVERO et al., 2013), infertilidade e ausência de libido causada, provavelmente, pela inibição da produção do colesterol

que, por sua vez, limita a síntese de hormônios ligados à reprodução (UNDERWOOD, 1977).

A absorção do manganês é considerada pequena, e chega a ser ainda menor nas aves em comparação aos mamíferos. Essa absorção ocorre no intestino delgado dos animais, através da ligação de transportadores de íons metálicos bivalentes. Como dito por Herrick (1993), o manganês sofre, ainda, interações antagônicas que inibem a sua absorção, devido ao processo de competição pelos sítios de absorção entre outros minerais, como o ferro, cálcio e fósforo. Por esse motivo, rações que contêm teores de cálcio mais altos, comumente utilizados para poedeiras, interferem no aproveitamento do manganês. Para as poedeiras, recomenda-se aproximadamente 30 a 200 mg/kg deste micromineral, mas irão depender diretamente de critérios de resposta, ciclo de produção, idade das galinhas, fase de produção e disponibilidade de Mn na matéria-prima (YILDIZ et al., 2011).

O manganês suplementado nas dietas pode ser oriundo tanto de fontes inorgânicas quanto orgânicas, sendo as orgânicas mais vantajosas devido a proteção contra reações químicas indesejadas no trato gastrointestinal, fácil passagem integral pela parede intestinal com diferentes níveis de absorção, via metabólica e mecanismos. No entanto, sabe-se pouco sobre os níveis de inclusão ideais do manganês advindos de fontes orgânicas, e menos ainda quando falamos da fase de cria de aves de postura. Rostagno et al. (2017), indicou em sua tabela referente aos níveis de suplementação de microminerais uma redução média de 45% na suplementação de fontes inorgânicas para as orgânicas, mas não especificou qual a fonte utilizada como base para os valores, evidenciando a importância e necessidade de estudos mais aprofundados no assunto.

3.5. Indicadores de bem-estar animal

O bem-estar é, sem dúvidas, um dos temas mais discutidos na produção animal. Isso porque o assunto aparenta estar despertando cada dia mais interesse na população. Os consumidores mostram-se mais conscientes em relação ao assunto, demonstrando preferência por produtos que garantam a qualidade de vida do animal. Estes estão muitas vezes dispostos a pagar mais por alimentos que assegurem boas condições de bem-estar aos animais. Tal comportamento não

passa despercebido pelos produtores, que se veem na necessidade de investir em estratégias que conferem sistemas capazes de garantir as condições de bem-estar desses animais. Além disso, é de amplo conhecimento que, ao contrário do que muitos produtores mais conservadores podem pensar, a garantia do conforto na vida desses animais é capaz de trazer inúmeros benefícios que impactam diretamente na produtividade de uma propriedade, gerando também a oportunidade de atingir mercados mais exigentes. Isso aponta que a produtividade e viabilidade de um tipo de exploração está diretamente relacionada ao bem-estar animal e geram positivos reflexos econômicos, legais, científicos e culturais.

Nesse contexto, Mellor e Reid (1994) apresentaram um modelo sistemático que está crescendo progressivamente na nossa atualidade. Considerado a expansão das cinco liberdades, o modelo dos “cinco domínios” é utilizado para avaliar e gerenciar o bem-estar animal. Esse modelo foi aprimorado em 2016, por Mellor e leva em consideração tanto as experiências negativas quanto positivas dos animais. Os cinco domínios são representados por quatro componentes físicos: nutrição - provisão de água, alimento e nutrientes essenciais aos mesmos; ambiente - desafios ambientais aos quais os animais estão submetidos; saúde - doenças, lesões e o comprometimento funcional que estas podem acarretar; comportamento - possibilidade de expressarem comportamentos importantes para os animais, e um componente mental; os estados mentais - emoções e sentimentos positivos e negativos que o animal possa experimentar. O autor afirma que qualquer coisa que afete os quatro primeiros domínios afetará também o quinto, em que estão incluídos os componentes psicológicos ligados ao sofrimento.

O primeiro domínio físico, que leva em consideração a nutrição como indicador de bem-estar, considera que os animais devem ter uma dieta equilibrada e variada, em quantidades corretas. Promover uma nutrição adequada torna-se, então, um dos principais pilares no rendimento produtivo das aves, e o fornecimento adequado de nutrientes está diretamente ligado à qualidade de vida desses animais. Sendo o manganês um mineral essencial, e estando envolvido em uma série de atividades fundamentais para o correto funcionamento do organismo, ao apresentar uma dieta deficiente ou em excesso desse nutriente, principalmente nas fases de cria, onde estão em constante crescimento, os animais podem chegar a desenvolver diversas disfunções. Como atua na formação óssea, por exemplo, podem causar

lesões nos ossos, afetando a composição da cartilagem epifisial (ULLREY et al., 2003) e causando deformidades nas penas dos animais. O manganês também é essencial para manter a homeostasia das aves, e a quebra da condição estável do organismo pode causar danos no sistema imunológico e integridade das células, de forma que esses animais estarão mais susceptíveis às doenças. As aves então não estarão saudáveis, nem poderão expressar o seu comportamento natural, provocadas por sensações desagradáveis de dor, medo e sofrimento, o que vai contra os indicativos do bem-estar animal. Sendo assim, é preciso definir níveis ideais de manganês complexado a aminoácidos, bem como de outros minerais de acordo com a idade, sexo e genética, com a finalidade de se desenvolver uma alimentação de menor custo e maior rendimento nutricional ao mesmo tempo que garante o bem-estar desses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento e delineamento experimental

O projeto foi realizado no Laboratório de Pesquisas com aves (LAPAVE) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, após aprovação do Comitê de Ética em Uso Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Protocolo 6000110221). Na pesquisa, foram utilizadas 648 poedeiras da linhagem Dekalb White, onde fez-se a distribuição em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em 6 tratamentos, com 6 repetições de 18 aves cada. Desta forma, os tratamentos foram constituídos pelos níveis de inclusão do complexo metal aminoácido em: 25, 37, 49, 61, 73 e 85 mg/kg, que correspondem a 35, 52, 70, 87, 104 e 121% das recomendações da linhagem para a fonte inorgânica do manganês, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de inclusão do manganês complexado nas dietas experimentais

Tratamentos (%)	Inclusão (mg/kg)
35%	25
52%	37
70%	49
87%	61
104%	73
121%	85

O manganês complexado com aminoácidos foi fornecido pela Zinpro (Zinpro Corp., Eden Prairie, MN, Estados Unidos). As dietas experimentais foram isonutritivas e isoenergéticas, com variação apenas na inclusão do manganês complexado ao aminoácido, e foram fornecidas de 1 a 6 semanas de idade (Tabela 2).

Tabela 2 - Ingredientes e composição bromatológica calculada das dietas experimentais.

Ingredientes	%
Milho 7,86%	61,6345
Farelo de Soja 45%	34,8821
Calcário calcítico	1,4677
Fosfato bicálcico	0,8202
DL-Metionina	0,2409
L-Lisina	0,2040
Bicarbonato de sódio	0,2000
*Premix mineral	0,2000
Sal comum	0,1709
**Premix vitamínico	0,1500
L-Treonina	0,0238
Fitase	0,0060
Composição calculada	%
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2950,00
Proteína Bruta (%)	21,03
Cálcio (%)	1,10
Fósforo disponível (%)	0,45
Sódio (%)	0,18
Potássio (%)	0,84
Cloro (%)	0,17
Colina (mg/kg)	985,08
Lisina digestível (%)	1,16
Metionina digestível (%)	0,53

*Premix mineral: Zinco (Zn), 42 mg/kg; Cobre (Cu), 5,6 mg/kg; Ferro (Fe), 28 mg/kg; Selênio (Se), 0,175 mg/kg; Iodo (I), 0,7 mg/kg; Manganês (Mn), 25, 37, 49, 61, 73, 85 mg/kg conforme o tratamento.

**Premix vitamínico: vitamina A, 9.000.000,00 UI/kg; vitamina D3, 2.500.000,00 UI/kg; vitamina E, 20.000,00 UI/kg; vitamina K3, 2,50 g/kg; vitamina B1, 2,00 g/kg; vitamina B2, 6,00 mcg/kg; vitamina B6, 3,00 g/kg; vitamina B12, 15.000,00 g/kg; Niacina, 35,00 g/kg; Ácido Fólico, 1,50 g/kg; Ácido Pantotênico, 11,00 g/kg; Biotina, 0,11 g/kg.

4.2. Manejo das aves

As aves ficaram alojadas em gaiolas com 50cm de largura x 80cm de comprimento e 50cm de altura, em um total de 200cm²/ave, e equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo copo automático. Na primeira semana de vida, cada gaiola foi equipada com um bebedouro infantil e um comedouro tipo prato, com a adição de suplemento vitamínico à água de bebida. A água foi fornecida *ad libitum*, durante todo experimento, enquanto o fornecimento de ração foi

ajustado de acordo com as necessidades nutricionais das aves.

Antes da chegada das aves, o galpão foi aquecido por 2 horas, por meio de campânulas a gás, distribuídas de maneira homogênea no galpão, e lâmpadas halógenas de 100 watts instaladas individualmente em cada gaiola. Foi utilizado o programa de luz de acordo com o recomendado pelo manual da linhagem, onde na primeira semana de vida foram fornecidas 22 horas de iluminação, com diminuição gradativa a partir da segunda semana. A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas diariamente através do Datalogger (Modelo Hobo U12-012, Onset Computer Corporation, Bourne, MA) que ficou instalado no centro do galpão, e três termohigrômetros digitais (modelo 452 7663.02.0.00, Incoterm®, Porto Alegre, RS, BR) que ficaram fixos em pontos estratégicos dentro do galpão, onde o controle da temperatura foi realizado por meio do uso de ventiladores, cortinas e aquecedores.

Aos 7 dias de vida, foi feita a debicagem das aves através do método do corte com lâmina quente plana. As aves receberam o esquema vacinal apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Programa de vacinação de acordo com a idade (dias), doença e via de aplicação.

Idade (dias)	Doença	Via
1	Doença de Marek + Doença de Gumboro + Boubá aviária	Subcutânea
5	Bronquite Infecciosa das Galinhas + Doença de Newcastle	Ocular
14	Pneumovírus	Ocular
35	Boubá aviária + Encefalomielite aviária	Membrana da asa
	Bronquite Infecciosa das Galinhas + Doença de Newcastle	Ocular
42	Coriza Infecciosa das Galinhas	Intramuscular

4.3. Indicadores do bem-estar nas aves

Os indicadores do bem-estar foram avaliados ao longo das 6 primeiras semanas, em 18 aves por repetição. As aves foram avaliadas em uma sala com baixa luminosidade e silenciosa.

4.3.1. Lesões na quilha

O osso da quilha foi avaliado por palpação, deslizando dois dedos sobre toda a superfície e lateral do esterno buscando a identificação de malformações que

sugerem lesões (Wilkins et al., 2004). Na palpação, as lesões na quilha foram avaliadas por meio dos escores do Protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (Assessment Protocol for Laying Hens, 2009), sendo a) 0 - Sem desvios, b) 1 - Desvios leves e c) 2 - Desvio ou deformação.

4.3.2. Lesões na pele

Para avaliar as lesões na pele foram utilizados os escores descritos por Blatchford et al. (2016) baseados do Protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (Assessment Protocol for Laying Hens, 2009), sendo a) Escore 0 – Sem lesões, b) Escore 1 – lesões com menos de 2 cm de diâmetro e c) Escore 2 – lesões com 2 cm ou mais de diâmetro. Essa avaliação foi realizada na região da cloaca, abdômen, cauda e patas.

4.3.3. Lesões na crista

Para avaliar as lesões na crista foram utilizados os escores descritos por Blatchford et al. (2016) baseados do Protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (Assessment Protocol for Laying Hens, 2009), sendo a) Escore 0 – Sem feridas de bicadas, b) Escore 1 – menos de 3 feridas de bicadas e c) Escore 2 – 3 ou mais feridas de bicadas, onde não consideramos feridas que já cicatrizaram.

4.3.4. Lesões no coxim plantar

As lesões no coxim plantares foram avaliadas por meio dos escores do Protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (Assessment Protocol for Laying Hens, 2009), sendo a) Escore 0 – Pés intactos sem feridas ou mínima proliferação de epitélio, b) Escore 1 – Necrose ou proliferação de epitélio ou coxim plantar com ou sem inchaço moderado, não visível dorsalmente e c) Escore 2 – Patas com inchaço visível dorsalmente. Os dois pés foram avaliados, considerando o pé com a pior condição para a pontuação.

4.3.5. Condição da plumagem

A condição da plumagem foi avaliada por meio de avaliação de cobertura da plumagem e defeitos da plumagem conforme metodologia de Lai et al. (2010).

A avaliação da cobertura da plumagem foi realizada por meio de pontuações

de penas para 4 regiões do corpo (dorso, peito, asa e cauda) usando escala de 1 a 5 para cobertura de penas, com 1 representando cobertura mínima (inferior a 25% de cobertura), 2 para cobertura de 25-50%, 3 para cobertura de 50-75%; 4 para cobertura superior a 75% e 5 para cobertura completa (100%).

Para avaliar os defeitos da plumagem foram inspecionadas 2 regiões do corpo (asa e cauda) utilizando escala de 0 a 2, com 0 para ausência de defeitos, 1 para penas lesionadas e rasgadas e 2 indicando blisters desenvolvidos na haste, falha da pena em emergir do folículo, penas quebradas e empenamento retardado.

4.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste do qui-quadrado ou teste G no programa BioEstat 5.3, utilizando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os resultados foram apresentados em frequência percentual (%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às classificações de lesões na quilha de poedeiras de 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos estão apresentados na Tabela 4. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de manganês incluídos nas rações sobre as lesões na quilha. Nenhum dos tratamentos apresentou aves com a classificação 2 de lesão, que indicam desvio ou deformação na quilha.

Tabela 4. Frequência (%) da classificação de lesões na quilha de poedeiras de 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.

Região	Classificação de lesões*	Níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos (mg/kg)					Valor de p**	
		25	37	49	61	73		85
Quilha	0	76,67	63,33	73,33	56,67	60,00	66,67	0,5505
	1	23,33	36,67	26,67	43,33	40,00	33,33	
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

*0 = sem desvio; 1 = desvio leve; 2 = desvio/deformação de acordo com o Protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (2009);

**Teste do qui-quadrado.

Os resultados obtidos sugerem que não houve deficiência de manganês em nenhum dos tratamentos avaliados, inferindo que o nível mínimo de suplementação do manganês complexado a aminoácido pode ser suficiente para favorecer a qualidade do osso da quilha em aves poedeiras em fase de cria. O manganês é importante cofator de metaloenzimas, responsáveis pela síntese de carbonatos e mucopolissacarídeos, com destaque na sua importância para o desenvolvimento apropriado dos ossos das aves. Parece ser um fato estabelecido que o manganês é essencial na prevenção da perose, principalmente para as pintainhas em fase de cria, auxiliando na manutenção e formação óssea normal como mostrado por Hoorn et al. (1938). Também foi evidenciado em estudo quando Liu et al. (2015) mediram a área e largura do osso trabecular na metáfise tibial, em um estudo, mostrando que dietas deficientes em manganês apresentaram tanto uma menor área, quanto menor largura de osso trabecular em comparação ao controle onde atendiam a exigência do manganês.

No entanto, destacamos que apesar da resistência óssea estar diretamente relacionada à ingestão de manganês, não é o único fator ligado às possíveis lesões e deformações ocasionados na região da quilha. O dano ósseo da quilha se estende

através de linhagens genéticas e todos os tipos de sistemas de criação, sendo propenso devido à posição anatômica, principalmente nas poedeiras mais modernas, já que possuem menor deposição de musculatura na região do peito, como indica Fleming et al. (2004). Como os desvios da quilha são frequentemente encontrados em conjunto com as fraturas da quilha, a maioria dos estudos disponíveis os categoriza em conjunto, sendo assim, em muitos casos, difícil inferir apenas o efeito dos desvios no bem-estar animal, e o conhecimento sobre como essa condição patológica afeta o bem-estar animal é limitado, exigindo estudos futuros sobre esse tema (RIBER et al., 2004).

De acordo com a Tabela 5, crista e coxim plantar não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$) dos tratamentos, uma vez que 100% das aves foram classificadas no escore 0, sem nenhum tipo de lesão. Em contrapartida, observou-se que a suplementação de 85 mg/kg de manganês complexado a aminoácido, nível correspondente a 121% da recomendação da linhagem para o manganês oriundo de fonte inorgânica, resultou em melhor escore de lesões na pele em relação aos níveis 25, 37 e 61 mg/kg, não diferindo significativamente dos níveis de suplementação de 49 e 73 mg/kg ($p < 0,05$).

Tabela 5. Frequência (%) das classificações de lesões na região tegumentar de poedeiras de 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.

Tegumento	Classificação das lesões*	Níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos (mg/kg)						Valor de p
		25	37	49	61	73	85	
Pele	0	26,67 ^b	26,67 ^b	36,67 ^{ab}	26,67 ^b	43,33 ^{ab}	60,00 ^a	0,0426
	1	73,33 ^b	73,33 ^b	63,33 ^{ab}	73,33 ^b	56,67 ^{ab}	40,00 ^a	
	2	0	0	0	0	0	0	
Crista	0	100	100	100	100	100	100	1,0000
	1	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	
Coxim	0	100	100	100	100	100	100	1,0000
	1	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	

^{a-ab-b} Letras distintas indicam diferenças significativas entre frequências pelo teste qui-quadrado ($P < 0,05$); classificações da pele: 0 = sem lesões; 1 = lesões < 2 cm; 2 = lesões > 2 cm. *Classificação da crista: 0 = sem bicadas. classificação do coxim: 0 = normal, de acordo com o protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (2009).

Em um estudo realizado por Sunder et al. (2006), foi avaliada a influência de diferentes níveis de sulfato de manganês (0, 100, 400, 800, 1600 ou 3200 mg/kg) na dieta de frangos de corte dos 8 a 28 dias de idade, onde relataram que a suplementação de manganês até 100 mg/kg era capaz de melhorar a retenção de alguns minerais, dentre eles o Ca, P e Zn nos ossos. O manganês é um dos oligoelementos necessários para a formação do colágeno, já que participa da síntese dos mucopolissacarídeos, tendo função protetiva sobre músculos, tendões, pele e ossos. Dessa forma, devemos considerar a possibilidade de níveis de manganês se apresentarem como aliados na manutenção da integridade dérmica das aves, se tornando menos susceptíveis às lesões.

É interessante citar que uma possível deficiência nutricional é capaz de desencadear alterações no comportamento das aves. O manejo alimentar incorreto pode resultar em apetite depravado devido à baixa ingestão de minerais, podendo ocasionar bicagem e canibalismo entre as aves. O aumento dessa agressividade, faz com que as aves passem a disputar pelo alimento, aumentando a incidência de danos físicos, provenientes, por exemplo, de bicadas. A privação mineral na ração desses animais mostra-se, então, um fator limitante da expressão do comportamento animal, comprometendo, assim, o bem-estar das aves (CARDOSO; TEIXEIRA, 2011).

Na tabela 6 observa-se que as regiões do pescoço, cloaca, dorso e cauda não apresentaram danos na plumagem, apresentando cobertura integral de penas e não foram influenciadas ($p > 0,05$), indicando que as variáveis analisadas mostraram-se constantes entre si, independente dos níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos na dieta. Para as regiões do peito e asa, a maioria das aves apresentou escores de cobertura na plumagem entre 4 e 5, não havendo efeito significativo dos tratamentos sobre essas variáveis ($p > 0,05$). Apesar de poucos danos, tais regiões apresentam maior atrito entre as aves e também com a gaiola.

Tabela 6. Frequência (%) das classificações de cobertura na plumagem de poedeiras de 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.

Plumagem	Classificação de cobertura*	Níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos (mg/kg)						Valor de p
		25	37	49	61	73	85	
Peito	1	0	0	0	0	0	0	0,7854
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	3,33	0	3,33	0	0	3,33	
	4	50,00	43,33	53,33	43,33	53,33	33,33	
	5	46,67	56,67	43,33	63,33	46,67	43,33	
Pescoço	1	0	0	0	0	0	0	1,0000
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	
	5	100	100	100	100	100	100	
Cloaca	1	0	0	0	0	0	0	1,0000
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	
	5	100	100	100	100	100	100	
Dorso	1	0	0	0	0	0	0	1,0000
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	
	5	100	100	100	100	100	100	
Asa	1	0	0	0	0	0	0	0,4646
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	3,33	0	0	6,67	
	4	36,67	46,67	60,00	50,00	40,00	43,33	
	5	63,33	53,33	36,67	50,00	60,00	50,00	
Cauda	1	0	0	0	0	0	0	1,0000
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	
	5	100	100	100	100	100	100	

*Classificações de cobertura onde 1 = pior plumagem e 5 = melhor plumagem; a cobertura vai de 1=<25%; 2=25 a 50%; 3=50 a 75%; 4=75 a 100% e 5=100%, de acordo com o protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (2009).

Segundo a Tabela 7, não houve efeito significativo dos níveis de suplementação do manganês complexado a aminoácidos sobre os defeitos da plumagem nas regiões da asa e cauda ($p>0,05$).

O escore de empenamento pode ser um indicador de campo visual útil para o status de manganês em poedeiras comerciais, particularmente na presença de antagonistas da dieta, quando a absorção e utilização de manganês são inibidas. A análise mineral das penas pode ser útil quando combinada com outros indicadores para fornecer uma avaliação mais precisa do estado mineral das aves.

Tabela 7. Frequência (%) das classificações de defeitos na plumagem de poedeiras de 1 a 6 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de manganês complexados a aminoácidos.

Plumagem	Classificação de defeitos*	Níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos (mg/kg)						Valor de p
		25	37	49	61	73	85	
Asa	0	0	0	0	0	0	0	0,4462
	1	93,33	96,67	96,67	100	93,33	100	
	2	6,67	3,33	3,33	0	6,67	0	
Cauda	0	0	0	0	0	0	0	1,0000
	1	100	100	100	100	100	100	
	2	0	0	0	0	0	0	

*Classificações de defeitos onde 0 = normal; 1 = penas e 2 = blister na haste, de acordo com o protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras (2009).

Como já mencionado, o presente estudo utilizou como base o protocolo Welfare Quality para galinhas poedeiras, que mede diversos parâmetros avaliativos para o bem-estar desses animais. No entanto, devemos ressaltar que esse protocolo tem em vista a avaliação das aves adultas, que já estão anatomicamente e fisiologicamente desenvolvidas. A estrutura esquelética de uma poedeira comercial, por exemplo, se desenvolve por completo apenas na fase de recria, e quando adultas, apresentam uma progressiva diminuição na estrutura mineralizada dos ossos, principalmente em aves em produção e fim de ciclo (WHITEHEAD, 2004), se tornando mais frágeis e mais susceptíveis à lesões e deformações. Assim, embora não existam protocolos dedicados especificamente para a avaliação de aves de postura em fase de cria ou recria, o protocolo utilizado apresenta limitações para a avaliação do bem-estar de aves jovens, sendo necessária a elaboração de um protocolo com essa finalidade.

Todas as dietas experimentais do presente estudo foram suplementadas com fitase, uma enzima exógena muito utilizada em dietas comerciais para aves de corte e postura. Cromwell (1991) indica que a enzima fitase é atuante nas ligações do grupo fosfato do fitato, que libera o fósforo e outros nutrientes componentes dessa molécula. Além de aumentar a disponibilidade do fósforo, a fitase também melhora a

disponibilidade de outros minerais, como o manganês. Dessa forma, a suplementação da enzima fitase utilizada na ração, em conjunto com os níveis de manganês, podem ter auxiliado nos parâmetros avaliados e suprimindo possíveis deficiências nos menores níveis utilizados, como por exemplo a melhora dos parâmetros ósseos das aves, a prevenção do desenvolvimento de danos ou possíveis falhas na plumagem. Assim, os resultados obtidos demonstram que em dietas suplementadas com fitase, os níveis de suplementação de manganês e, possivelmente, de outros microminerais, podem ser ainda mais reduzidos, sendo sugeridos novas pesquisas que visem a verificação desses níveis.

4. CONCLUSÃO

Não houve efeito dos níveis de inclusão do manganês complexado a aminoácidos sobre os indicadores de lesões da quilha, lesões da crista e coxim plantar e condição ao empenamento, indicando que o nível de suplementação de 25 mg/kg pode ser aplicado a dietas com inclusão de fitase, sem danos a esses indicadores de bem-estar das aves poedeiras em fase de cria. Para melhor integridade dérmica, recomenda-se a inclusão do nível de 85 mg/kg do manganês complexado a aminoácidos.

REFERÊNCIAS

- AAFCO - Association of American Feed Control Officials. 1997. **Official Publication**. Atlanta.
- AAFCO - Association of American Feed Control Officials. 2000. **Official Publication**. Association of American Feed Control Officials Incorporated.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. 2022. **Relatório anual**. Disponível em: <Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf> >. Acesso em: 20 de ago. 2022
- ASCHNER, J.L.; ASCHNER, M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. **Molecular aspects of medicine**, v. 26, n. 4-5, p. 353-362, 2005.
- ARAUJO, J.A.; SILVA, J.H.V.S.; AMÂNCIO, A.L.L. et al. **Fontes de minerais para poedeiras**. Acta Vet. Bras., v.2, p.53-60, 2008.
- BLATCHFORD, R. A.; FULTON, R. M.; MENCH, J. A. The utilization of the Welfare Quality® assessment for determining laying hen condition across three housing systems. **Poultry Science**, v. 95, n. 1, p. 154-163, 2016.
- BONDI, A. A. Animal Nutrition. **John Wiley & Sons Ltd.**, 1987.
- CROMWELL, G. L.; COFFEY, R. D. Phosphorus-a key essential nutrient, yet a possible major pollutant-its central role in animal nutrition. **Biotechnology in the feed industry**, v. 1, n. 1, p. 133-145, 1991.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT - Food and agriculture data. <Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 20 de ago. 2022
- FAVERO A.; VIEIRA S.L.; ANGEL C.R.; BESS F.; CEMIN H.S.; WARD T.L. Reproductive performance of Cobb 500 breeder hens fed diets supplemented with zinc, manganese, and copper from inorganic and amino acid-complexed sources. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 1, p. 80-91, 2013.
- FERREIRA, N. Como ter uma boa uniformidade das frangas. **Informativo técnico Polinutri**, <Disponível em: https://polinutri.com.br/upload/artigo/256_p.pdf>. Acesso em: 09 de Agosto, 2022.
- FILHO, E. V. B. C. Pernambuco é o maior produtor de ovos e frangos do nordeste. **Revista Movimento**, ed. 83., p.6, 2017.
- FILHO, J. I. S.; MIELE, M.; MARTINS, F. M.; TALAMINI, D. J. D. In: Souza, J. C. P. V. B., TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHNUDT, G. S. (Orgs.). Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, p. 59 - 87, 2011.
- FILHO, J. I. S., SCHLINDWEIN, M. M.; SCHEUERMANN, G. N. Fatores determinantes do consumo de ovos no Brasil. **Revista de Economia agrícola**, v. 56, p. 37-46, 2009.
- FLEMING, R. H. et al. Incidence, pathology and prevention of keel bone deformities in the laying hen. **British poultry science**, v. 45, n. 3, p. 320-330, 2004.
- FOUAD, A.M., LI Y.; CHEN, W; RUAN, D.; WAND, S.; XIE, W.; LIN, Y. C.; ZHENG, C. T. Effects of dietary manganese supplementation on laying performance, egg quality and antioxidant status in laying ducks. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 11, p. 570-575, 2016.

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

HERRICK, J. B. Minerals in animal health. **The roles of amino acid chelates in animal nutrition**, p. 3-20, 1993.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7063>. Acesso em: maio de 2022.

LAI, P. W.; LIANG, J. B.; HSIA, L. C.; LOH, T. C.; HO, Y. W. Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 7, p. 937-945, 2010.

LOPES, M. T.; ROTTAVA, I.; VALDUGA, E.; CANSIAN, R. L.; TONIAZZO, G.; ZENI, J.; GOMES, J.. Efeito de microminerais orgânicos e inorgânicos em frangos de corte. **VII Simpósio de alimentos para a região sul**, Erechim, Rio Grande do Sul, v. 7, p. 2, 2011. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2011/engenharia/070.pdf. Acesso em: 13 ago. 2022.

LIU, Ran et al. Effects of manganese deficiency on the microstructure of proximal tibia and OPG/RANKL gene expression in chicks. *Veterinary Research Communications*, v. 39, n. 1, p. 31-37, 2015.

MELLOR, D. J.; REID, C. S. W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. **Improving the well-being of animals in the research environment**, p. 3-18, 1994.

MELLOR, D. J. Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a Life Worth Living”. **Animals**, v. 6, n. 3, p. 21, 2016.

NÄÄS, I. A. Princípios de Bem-estar Animal e sua Aplicação na Cadeia Avícola. **Conferência APINCO 2008 de Ciências e Tecnologia Avícolas**. Anais.... Campinas: FACTA, p. 17-29, 2008.

DO NASCIMENTO, C. H. S. C. Manejo na avicultura de postura. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.

PEREIRA, G. C. C. Avaliação do carbo-amino-fosfoquelato como uma fonte de minerais na ração de poedeiras e codornas japonesas. **Dissertação (Pós-Graduação)** - Universidade Federal da Paraíba, 2016.

OLIVEIRA, D. L. D., DO NASCIMENTO, J. W., CAMERINI, N. L., SILVA, R. C., FURTADO, D. A.; ARAJUDO, T. G. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1186-1191, 2014.

PEETERS et al. (1997). Como ter uma boa uniformidade das frangas. **Revista Informativo técnico Polinutri**, ed. 06, p.1, 2019.

PIZZOLANTE, C. C. O ovo e o mito do colesterol. **Pesqui. Tecnol**, v. 9, 2012

RIBER, Anja B.; CASEY-TROTT, Teresa M.; HERSKIN, Mette S. The influence of keel bone damage on welfare of laying hens. **Frontiers in veterinary science**. v. 5, p. 6, 2018.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigência nutricional. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Viçosa, 2017.

RUTZ, F.; PAN, E. A.; XAVIER, G. B. Efeito de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho de aves. **Revista Aveworld**, v. 7, n. 3, p. 2010, 2007.

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: Congresso Internacional sobre uso da levedura na Alimentação Animal, 1., 2009, Campinas. **Anais... Campinas: CBNA**, 2009. p. 21- 36.

SANTOS, R. A. Minerais quelatados na nutrição animal. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**. Apostila, p. 28, 1998.

SILVA, J. H. V.; PASCOAL, L. A. F. Função e disponibilidade dos minerais. **Nutrição de não ruminantes**, Sakomura, NK, p. 127-142, 2014.

SOARES, K. R.; XIMENES, L. F. Produção de ovos. **Caderno Setorial ETENE**, 2022.

SUNDER, G.S.; PANDA, A.K.; GOPINATH, N.C.S.; RAJU, M.V.L.N.; RAMA RAO, S.V.; KUMAR, C.V. Effect of supplemental manganese on mineral uptake by tissues and immune response in broiler chickens. **The Journal of Poultry Science**, v. 43, p. 371-377, 2006.

ŚWIĄTKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WŁOSEK, A.; JOZEFIAK, D. The efficacy of organic minerals in poultry nutrition: review and implications of recent studies. **World's Poultry Science Journal**, v. 70, n. 3, p. 475-486, 2014.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. The effect of zinc and manganese source in the diet for laying hens on eggshell and bones quality. **Veterinarni Medicina**, v. 53, n. 10, p. 555, 2008.

ULLREY, D. E.; ALLEN, M. E.; BAER, D. J. Formulated Diets Versus Seed Mixtures for Psittacines. **The Journal of Nutrition**, v. 12, p.193-205, 1991.

TAUSON, R.; KJAER, J.; MARIA, G.; CEPERO, R.; HOLM, K. 2005. Applied scoring of integument and health in laying hens. **Animal Science Papers and Reports**, v. 23, p. 153-159, 2005.

TEIXEIRA, R. S. C.; CARDOSO, W. M. Muda forçada na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 4, p. 444-455, 2011.

UNDERWOOD, E. J. Trace elements in human and animal nutrition 4th ed. **AP Inc. London**, p. 271-300, 1977.

UNDERWOOD, E.J. **The Mineral Nutrition of Livestock**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, 2. ed, 1981.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed, p. 32, 1999.

VAN DER HOORN, R.; BRANION, H. D.; GRAHAM JR, W. R. Studies in the Nutrition of the Chick: III. A Maintenance Factor Present in Wheat Germ and the Effect of the Addition of a Small Amount of Manganese Dioxide to the Diet. **Poultry Science**, v. 17, n. 3, p. 185-192, 1938.

YILDIZ, A.; CUFADAR, Y., OLGUN, O. 2011. Effects of dietary organic and inorganic manganese supplementation on performance, egg quality and bone mineralization in laying hens. **Revue Medecine Veterinaire**, v. 162, n. 10, p. 482-488.

Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry (Broilers, Laying Hens), **Welfare Quality® Consortium**. Lelystad, the Netherlands, 2009.

WILKINS, L. J.; BROWN, S. N.; ZIMMERMAN, P. H.; LEEB, C.; NICOLI, C. J. Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. **Veterinary Record**, v. 155, n. 15, p. 547-549, 2004.

WHITEHEAD, C. C. Overview of bone biology in egg-laying hen. **Poultry Science**, v. 83, p. 193-199, 2004.