

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

*NÍVEIS DE CLINOPTILOLITA E CÁLCIO NA DIETA DE POEDEIRAS
COMERCIAIS NO FINAL DO PRIMEIRO CICLO DE PRODUÇÃO*

DANIELLA APARECIDA BERTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Nutrição e Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
JANEIRO - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

*NÍVEIS DE CLINOPTILOLITA E CÁLCIO NA DIETA DE POEDEIRAS
COMERCIAIS NO FINAL DO PRIMEIRO CICLO DE PRODUÇÃO*

DANIELLA APARECIDA BERTO

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDIVALDO ANTÔNIO GARCIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Nutrição e Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
JANEIRO - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Berto, Daniella Aparecida, 1980-
B545n Níveis de clinoptilolita e cálcio na dieta de poedeiras comerciais no final do primeiro ciclo de produção / Daniella Aparecida Berto. - Botucatu : [s.n.], 2009.
xi, 67 f.: il. color., gráfs, tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009

Orientador: Edivaldo Antonio Garcia
Inclui bibliografia.

1. Desempenho. 2. Poedeiras. 3. Ossos - Qualidade. 4. Ovos - Qualidade. 5. Zeólitas. I. Garcia, Edivaldo Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

*“Nós geralmente descobrimos o que fazer
percebendo aquilo que não devemos fazer.
E provavelmente aquele que nunca cometeu
um erro nunca fez uma descoberta”*

(Samuel Smiles)

*"Nunca ande pelo caminho traçado,
pois ele conduz somente até onde os outros foram."*

(Alexandre Graham Bell)

OFEREÇO

A Deus, por tudo que fez e faz em minha vida, por iluminar meus caminhos em momentos de incertezas e dúvidas e por dar-me sabedoria e tranquilidade para enfrentar e vencer obstáculos.

DEDICO

À minha mãe, Amélia, por todo o esforço dedicado à minha formação profissional e pessoal. Pelas abdições efetuadas ao longo dos anos em prol da minha felicidade. Amo a senhora, por tudo que é e representa na minha vida.

Aos meus irmãos, Luiz Cláudio, Sylvio e Waldir, pelos ensinamentos, por me auxiliarem sempre que preciso, por estarem sempre presentes na minha vida, por me mostrarem muitas vezes o caminho a seguir, e pelos momentos de alegria e descontração.

Muito obrigado por tudo que vocês fizeram e ainda fazem por mim. Graças a vocês, pude alcançar mais esse objetivo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Meu eterno agradecimento ao Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia, pelos ensinamentos que foram muito além da avicultura, pela orientação, pela dedicação e pela amizade que construímos ao longo dos últimos anos. Muito obrigada por acreditar na minha capacidade e confiar em mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro concedido.

Ao Prof. Dr. José Roberto Sartori, FMVZ – UNESP/Botucatu, por todos os conhecimentos transmitidos e pela amizade sincera que construímos ao longo dos últimos anos.

À minha eterna veterana e amiga Vanessa Souza Castro, por todos os momentos compartilhados e principalmente pela amizade que temos e mantemos com carinho.

Aos amigos Quézia Pereira Borges da Costa, Andréa Carvalho da Silva e Dorival Pereira Borges da Costa pela cumplicidade, pelo apoio e pelos momentos valiosos compartilhados em república.

À minha amiga e companheira de equipe Andréa de Britto Molino, por todos os momentos importantes, decisivos e festivos que compartilhamos juntas.

Ao Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato e à Profa. Dra. Margarida Maria Barros, FMVZ – UNESP/Botucatu, pelos conselhos, auxílios, carinho e atenção.

Aos companheiros de equipe, Kléber Pelícia, Ana Beatriz Garcia Faitarone, Francine Vercese, Érika S. B. P. Saldanha e Anderson de Pontes Silva. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, FCAV – UNESP/Jaboticabal, pelo carinho, amizade, conhecimentos compartilhados e pelo exemplo de vida que é.

A Profa. Dra. Silvana Martines Baraldi Artoni, FCAV – UNESP/Jaboticabal, pelo auxílio nas análises realizadas, pelo carinho, atenção, e amizade adquirida.

Ao Prof. Dr. Pedro de Magalhães Padilha, pelo auxílio nas análises realizadas e pela atenção.

Ao Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da FMVZ – UNESP/Botucatu, pelas análises efetuadas.

Ao companheiro de profissão Dr. Ramalho José Barbosa Rodrigueiro, pelas informações e conselhos valiosos, e pela colaboração decisiva na elaboração deste trabalho.

Aos amigos Antônio Costa Guerreiro Neto, Bianca Brandão Almeida Martins, Cleusa Móri, Miriani Rosa Scherer e Ana Cláudia Pavan, pelas experiências transmitidas, por todos os momentos de trabalho e descontração ao longo da graduação e do curso de mestrado, e pela amizade. Aprendi muito com vocês.

Ao Sr. José Correia da Silva, pela oportunidade dada para a realização deste trabalho. Obrigada pela confiança.

Aos colegas de Pós Graduação, Brenda Batista Lemos Medeiros, Estela Valéria Siloto, Cláudia Marie Komiyama, Ibiara Correia Lima Almeida Paz, Caroline Pelegrina Teixeira, Fabyola Barros de Carvalho, Vítor Barbosa Fascina, Ana Cristina Stradiotti, Igo Gomes Guimarães, João Fernando Koch, Fernando Kojima Nakagome, Lúcio Vilela Carneiro Girão, Daniel Araújo Magalhães, Rosângela do Nascimento Fernandes, Rodrigo Morgado Ramalho de Souza, Luis Gabriel Quintero Pinto, Vivian Lo Tierzo, Regina Maria Nascimento Augusto, Mayra Dib Salleh, Elisane Lenita Milbradt, Vanessa Cristina Pelícia, Jacklane Jacque Leal de Menezes, Tatiana Sobrinho, Ademir

Calvo Fernandes Junior e Priscila Cavalca de Araújo por todas as experiências trocadas, possibilidades de aprendizado que me proporcionaram, e por todos os momentos de diversão e lazer.

Aos funcionários da FMVZ – UNESP/ Botucatu, Paulo Inácio Primo, Luiz Carlos Fioravante, Edivaldo Gomes Torquato, Sebastião Francisco da Silva Filho, José Ramos Martin, Celso Paulo Martin, Adenilson Lima Lucas, Antônio Carlos Godoy, Rodrigo Martin, José Antônio Franco, Ana Pires e Magali de Arruda pela valiosa ajuda e dedicação na condução dos experimentos, e pela amizade adquirida.

Ao técnico Renato Monteiro da Silva Diniz, funcionário do Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP/Botucatu, pela ajuda nas análises realizadas.

Aos secretários do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, FMVZ – UNESP/Botucatu, Seila Cristina Cassinelli Vieira e Danilo Juarez Teodoro Dias, pela atenção e colaboração.

À secretária do Departamento de Produção Animal, FMVZ – UNESP/Botucatu, Solange Aparecida Ferreira de Souza, pela gentileza, colaboração, amizade e convívio.

Aos estagiários do Setor de Avicultura de Postura - FMVZ - UNESP/Botucatu, em especial a Natacha Lanfranco, pelo apoio na condução dos experimentos e pela amizade.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMARIO

	Página
CAPÍTULO 1	1
Considerações Iniciais.....	1
Introdução.....	2
Zeólitas - Clinoptilolita.....	2
Histórico, Definição, Classificação e Estrutura.....	2
Propriedades Físicas, Químicas e Mineralógicas.....	3
Propriedades Funcionais.....	4
Adsorção de amônia.....	4
Zeólitas no metabolismo do cálcio.....	7
Zeólitas e o tecido ósseo.....	9
Produção e qualidade de ovos.....	10
Proposta do estudo.....	11
Referências Bibliográficas.....	13
CAPITULO 2	16
Níveis de clinoptilolita e de cálcio na dieta e desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.....	16
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	25

	Página
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas.....	35
CAPÍTULO 3.....	38
Níveis de clinoptilolita e cálcio na dieta, perfil sanguíneo, qualidade das excretas e dos ossos de poedeiras comerciais.....	38
Resumo.....	39
Abstract.....	40
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	50
Conclusões.....	62
Referências Bibliográficas.....	62
CAPÍTULO 4.....	65
Implicações.....	65

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	16
Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais.....	22
Tabela 2. Porcentagem de Postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita (CLINO) e cálcio (CA).....	25
Tabela 3. Desdobramento da interação entre níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio sobre a porcentagem de postura (POST), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos produzidos.....	28
Tabela 4. Qualidade interna dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e de cálcio.....	31
Tabela 5. Porcentagem de casca (CASCA, %), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e de cálcio.....	33
CAPÍTULO 3	38
Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais.....	44
Tabela 2. Concentrações plasmáticas de cálcio e ácido úrico de aves suplementadas com clinoptilolita em rações com níveis de cálcio.....	50
Tabela 3. Desdobramento da interação entre níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio para a concentração plasmática de ácido úrico.....	52

	Página
Tabela 4. Porcentagem de matéria seca (MS) e teores de nitrogênio (N) e cálcio (Ca), expressos na matéria seca, das excretas de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e cálcio.....	54
Tabela 5. Desdobramento da interação entre níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio sobre a porcentagem de nitrogênio, expressa na matéria seca, das excretas.....	57
Tabela 6. Densidade mineral óssea total e nas regiões da epífise proximal (EP), diáfise (DF) e epífise distal (ED) em tíbias de poedeiras comerciais alimentadas com níveis de clinoptilolita e cálcio.....	59
Tabela 7. Resistência à quebra e porcentagem de cinzas de tíbias de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e cálcio.....	60

CAPÍTULO 1**CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

INTRODUÇÃO

A avicultura tem se destacado nas últimas décadas como um dos setores agropecuários que apresenta maior desenvolvimento tecnológico. O seu crescimento é decorrente, sobretudo, de avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, sanidade e manejo, os quais possibilitaram a instalação de uma indústria altamente eficiente e competitiva em todo o mundo, particularmente no Brasil, que integra juntamente com outros quatro países sul-americanos (Argentina, Venezuela, Peru e Chile), o mercado das aviculturas mais dinâmicas do mundo (DESOUZART, 2005). Em um sistema com elevado grau tecnológico, tal como ocorre na avicultura, qualquer fator que afete negativamente a produção, determina enormes prejuízos aos produtores. Dentro desse contexto, a formulação de dietas capazes de fornecer, com segurança e economia, os nutrientes necessários para as aves, torna-se de extrema importância, sendo tal fator dependente de adequado conhecimento dos requerimentos nutricionais, das concentrações dos nutrientes nos ingredientes utilizados nas rações e da possível utilização de aditivos, que podem desempenhar diversas funções no metabolismo dos animais, otimizando a utilização de nutrientes pelo organismo dos mesmos e reduzindo a carga poluente das excretas dos animais, o que beneficia diretamente a redução da poluição ambiental.

Durante os últimos anos, materiais de diferentes origens e funções foram estudados para avaliar suas utilidades e efeitos como aditivos para aves. Dentre esses elementos, encontra-se a clinoptilolita.

ZEÓLITAS – CLINOPTILOLITA

HISTÓRICO, DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E ESTRUTURA

As zeólitas englobam um grande número de minerais naturais e sintéticos que apresentam características comuns (mordenita, heulandita, erionita, chabazita, stilbita, zeólitas A e P, entre outras). São aluminosilicatos hidratados de metais alcalino ou alcalino-terrosos (principalmente sódio, potássio, magnésio e cálcio) e foram descobertas em 1756 por Freiherr Axel Fredrick Cronstedt, um cientista sueco, que as

chamou de “boiling stones”, em alusão a sua peculiar característica de espumar quando aquecidas (MUMPTON, 1999). Segundo o mesmo autor, existem relatos de que a partir de 1950, as zeólitas foram reconhecidas como os maiores componentes de inúmeras rochas vulcânicas, em mais de 40 países. Desde então, cerca de 40 grupos de zeólitas naturais são reconhecidos e mais de 100 grupos são sintetizados em laboratório.

Dentre as zeólitas naturais, a mais abundante é a clinoptilolita, classificada como um tectosilicato (SANTÚRIO et al., 1999; ARMBRUSTER, 2001). Sua estrutura é formada por sólidos cristalinos, através da combinação tridimensional de tetraedros à base de óxido de silício (SiO_3) e óxido de alumínio (Al_2O_3) e possui uma rede de cavidades e canais interconectados que lhe garante uma ampla superfície interna, de $300 \text{ m}^2/\text{g}$ (LUZ, 1995). Os átomos de alumínio e silício ocupam o centro do tetraedro e os átomos de oxigênio, os vértices, fazendo a ligação entre os tetraedros. Em consequência das quatro ligações de alumínio trivalente com o oxigênio, a estrutura zeolítica exibe carga negativa. As cargas negativas são neutralizadas pelos átomos de compensação, que possuem grande mobilidade e estão sujeitos à troca iônica. Já os tetraedros de silício tetravalentes possuem carga neutra, exibem alto grau de hidrofobicidade e apresentam baixa capacidade para troca iônica (GIANETTO, 1990).

PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MINERALÓGICAS

A estrutura apresentada pela clinoptilolita lhe permite apresentar alta capacidade de troca catiônica (MUMPTON, 1999), alta superfície específica, alta porosidade, resistência a temperaturas extremas, neutralidade química e incapacidade de inflar na presença de água (SANTÚRIO et al., 1999; ARMBRUSTER, 2001). Apresenta também, ainda em decorrência de sua estrutura, a função de adsorver gases e vapores, micotoxinas, amônia, água, metais pesados e elementos radioativos tais como o chumbo, estrôncio, cério, lítio, mercúrio e bário (LUZ, 1995; SANTÚRIO et al., 1999). A adsorção de enterotoxinas e fitotoxinas também pode ocorrer (NISTAR et al., 2000).

PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Em virtude de suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas, diversos estudos identificaram nas últimas décadas, a aplicabilidade da clinoptilolita na construção civil, na agricultura, no tratamento da água e efluentes, na purificação e separação de gases, como catalizadores em reações químicas industriais, como controlador de odores em regiões onde ocorrem criações de animais em confinamento e na nutrição animal (LUZ, 1995).

Neste último segmento, grande importância é dada ao fato da molécula de clinoptilolita ser capaz de adsorver componentes úteis da dieta. Segundo HAYHURST e WILLARD (1980), devido ao fato do diâmetro da molécula da zeólita ser menor do que muitas moléculas de hidrocarbonetos, e também devido a sua estrutura tetraédrica cristalina (que não permite que a molécula infle na presença de água), é impossível a clinoptilolita se complexar aos nutrientes apolares presentes nas rações, tais como vitaminas, aminoácidos, enzimas digestivas e anticoccidianos, podendo ser utilizada nas alimentações humana e animal com segurança. Entretanto, segundo SANTIM (2000), o emprego de adsorventes do grupo dos aluminosilicatos pode gerar resultados indesejáveis, em razão da possibilidade de adsorção de componentes úteis da dieta, como minerais, vitaminas, promotores de crescimento e coccidiostáticos. HUWING et al. (2001) atribuem aos aluminosilicatos a desvantagem de adsorver alta porcentagem de vitaminas e minerais da dieta.

ADSORÇÃO DE AMÔNIA

Entre as diversas funções apresentadas para a clinoptilolita, a adsorção de amônia é o diferencial desta zeólita dentre os demais aluminosilicatos, sob o ponto de vista nutricional e de sanidade dos animais.

Segundo ARMBRUSTER (2001), a clinoptilolita possui uma escala de afinidade por determinadas substâncias, sendo o cério o elemento de maior afinidade com a zeólita, seguido diretamente pela amônia. Diante do exposto, torna-se interessante levantar informações a respeito das implicações da amônia sobre o meio ambiente,

sobre o metabolismo dos nutrientes e também seu reflexo na produtividade dos animais, bem como a influência da utilização de clinoptilolita, como adsorvente de amônia.

A amônia, em instalações de produção animal, é gerada pela decomposição microbiana do nitrogênio existente nos dejetos dos animais, e é emitida na sua forma volátil para o ar (LIMA et al., 2004), sendo tóxica, quando presente em níveis elevados, ao organismo animal.

WATHES et al. (1997) afirmam que a alta concentração de poluentes aéreos nas instalações de criações animais é de interesse por duas razões: (1) existem evidências epidemiológicas de que a saúde dos trabalhadores pode ser afetada pela exposição diária a estes poluentes (WHYTE, 1993; DONHAM, 1997) e que a saúde animal também pode ser comprometida pela exposição contínua aos mesmos agentes tóxicos; (2) as instalações de produção animal são os maiores produtores de amônia, óxido nitroso, metano e dióxido de carbono, contribuindo para a acidificação do solo e o aquecimento global do planeta.

De acordo com REECE et al. (1980), as aves não possuem sistema respiratório com diafragma, como nos mamíferos, para expelir corpos estranhos inalados. As aves são dependentes então, de pequenos cílios presentes nas vias respiratórias que ajudam a reter e expulsar os corpos estranhos.

Quando os níveis de amônia atingem 25 ppm, uma parte destes cílios é paralisada, não promovendo a retirada de material da traquéia. Já concentrações em torno de 50 ppm causam sérias perdas no desempenho, sendo a amônia capaz de destruir alguns cílios, desencadeando uma série de patogenias no organismo das aves (REECE et al., 1980). Segundo WHYTE (1993), lotes de galinhas submetidos a 20 ppm de amônia durante 72 horas, são duas vezes mais susceptíveis a ocorrência de Bronquite e Newcastle que lotes alojados em ambientes livres de amônia.

Além de pesquisas envolvendo a saúde animal, grande atenção é dispensada à saúde do trabalhador rural. A legislação brasileira relata no MANUAL DE LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (1992), que um ambiente pode ser considerado insalubre quando contém níveis superiores a 20 ppm de amônia, sendo que o tempo de exposição contínua do indivíduo a esse ambiente deve ser de no máximo 48 horas semanais.

O uso da clinoptilolita para remoção de amônia em instalações de suínos foi comprovado por MELENOVA et al. (2002), onde constatarem uma eficiência de adsorção de 90%. PINTARIC e DOBEIC (2001) adicionaram clinoptilolita nas instalações de perus e verificaram redução significativa na concentração de amônia. A emissão da mesma foi de 35,94% no grupo de aves alojadas em ambientes sem adição de clinoptilolita e de 14,25% para o grupo alojado em galpões com a zeólita.

Estes resultados são benéficos tanto para a saúde animal e humana como também para a questão da poluição ambiental. Atualmente, o sistema de exploração avícola predominante é o de confinamento total, com altas densidades, gerando volume considerável de dejetos que contaminam o ambiente. O tratamento e o destino adequado desses dejetos têm sido preocupação para técnicos, produtores e pesquisadores que buscam soluções para reduzir o impacto ambiental desses resíduos. Normalmente, as iniciativas para minimizar o problema de poluição por dejetos de aves estão relacionadas à sua utilização como fertilizante. Além disso, outro aspecto que tem sido considerado é a modificação da dieta visando reduzir a excreção de elementos poluentes, por meio do fornecimento de dietas mais balanceadas e do uso de aditivos nas rações para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes contidos nos alimentos, evitando o impacto ambiental da excreção excessiva, sobretudo do nitrogênio, entre outros elementos. Diante deste contexto e levando-se em consideração a capacidade de adsorção de amônia pela clinoptilolita, presume-se que menores níveis de nitrogênio e outros elementos possam ser verificados nas excretas de aves suplementadas com a zeólita na dieta.

A produção de amônia não decorre apenas da decomposição do nitrogênio existente nas excretas dos animais, é também resultado de determinadas reações metabólicas que ocorrem, rotineiramente, no organismo animal. Dentre essas reações, pode-se citar o catabolismo da proteína da dieta e a fermentação efetuada pela flora intestinal.

Segundo PENZ JÚNIOR (2000), somente 35 a 45% do nitrogênio protéico consumido pelas aves e suínos são utilizados para a produção de carnes e ovos. Do restante, parte é utilizada em outras reações metabólicas do organismo e parte é excretada. Segundo FIALHO et al. (2003), grande parte dos nutrientes não aproveitados pelos animais são utilizados por microorganismos intestinais. A amônia originada

através da fermentação microbiana no intestino, segundo BRYANT (1974), é utilizada majoritariamente como substrato por bactérias anaeróbicas para que ocorra a síntese de proteína microbiana (TOPPING, 1996). Essa proteína pode ser reutilizada apenas por animais que realizam coprofagia (DUKES, 1996), o que não se aplica às aves de postura comercial, ocorrendo, assim, diminuição no aproveitamento do nutriente pelas aves. Levando-se em consideração que o crescimento da flora bacteriana é substrato dependente e baseando-se na capacidade que a clinoptilolita possui em fixar amônia, pode-se presumir que ao ocorrer adsorção intestinal de amônia pela zeólita, ocorre também a diminuição da quantidade de substrato para as bactérias, diminuindo a proliferação das mesmas e a competitividade pela utilização de nutrientes da dieta, acarretando benefícios para a microflora benéfica do intestino, para o crescimento e a produtividade dos animais (POND e YEN, 1987; KOVAC et al., 1988). OLVER (1989) observou menor contagem de colônias bacterianas nas porções proximais e distais do intestino de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo clinoptilolita.

Segundo ZIGGER (1998), a amônia é tóxica ao organismo animal, e níveis inadequados desta substância no intestino são responsáveis pelo aumento do turnover de células epiteliais do trato digestório, direcionando grande parte da energia e nutrientes da ração para suprir a renovação celular do epitélio intestinal, o que pode ocasionar prejuízos ao desenvolvimento corporal e à produção. Portanto, a fixação do excesso de amônia produzida nos processos de digestão e fermentação intestinal pela clinoptilolita, pode beneficiar a integridade intestinal e, conseqüentemente, afetar de forma positiva a absorção e o aproveitamento de nutrientes da dieta. Baseando-se neste contexto e levando-se em consideração que o mecanismo de ação da clinoptilolita sobre o metabolismo de diversos nutrientes, entre eles os minerais, não é muito claro, o uso de zeólitas em contribuição ao aumento da absorção intestinal de cálcio e o conseqüente aumento nos teores de cálcio plasmático tem sido estudado (DAVID e ROLAND, 1989; LEACH JÚNIOR et al., 1990; DA SILVA, 2005).

ZEÓLITAS NO METABOLISMO DO CÁLCIO

Diversas pesquisas foram efetuadas nos últimos anos para demonstrar a influência das zeólitas sobre o desempenho animal, e sobre a qualidade de seus produtos

finais. Respostas contraditórias são observadas sobre os efeitos benéficos do aluminosilicato na produtividade desses animais e, em muitos casos, essa divisão de opiniões decorre da possibilidade de que as zeólitas possam adsorver componentes úteis da dieta, ocasionando prejuízos diretos. Entre os componentes que podem ser afetados pelo uso de aluminosilicatos, encontram-se os minerais. Segundo alguns autores (HUSSEIN et al., 1990; ROLAND, 1990), esse adsorvente possui afinidade expressiva por certos minerais na forma iônica, tornando- os indisponíveis no trato intestinal das aves por formação de quelatos (WATKINS e SOUTHERN, 1992). Entretanto, pesquisas envolvendo poedeiras comerciais apontam efeitos benéficos da utilização de clinoptilolita sobre a qualidade da casca de ovos e sobre o número de ovos produzidos (ROLAND, 1988; OLVER, 1997).

ROLAND (1988) observou que a utilização de 1,5% de zeólita sintética aumentou a porcentagem de postura de aves alimentadas com baixos níveis de fósforo. LEACH JÚNIOR et al. (1990) ainda observaram que as zeólitas são mais efetivas quando utilizadas em dietas contendo baixos níveis de cálcio ou outros minerais. ROLAND et al. (1985) e ROLAND (1988) sugeriram que os bons resultados verificados com utilização de zeólitas na dieta de poedeiras, podem estar relacionados à alta afinidade que o adsorvente possui com o íon cálcio e também devido à sua alta capacidade de troca catiônica.

Em adição, a habilidade da zeólita em fixar amônia no intestino pode ser mais uma hipótese para entender o mecanismo de ação da clinoptilolita sobre a nutrição metabólica, pois além dos benefícios para a integridade intestinal (como apresentado anteriormente), a adsorção de amônia pode beneficiar também certos processos metabólicos.

Segundo GUYTON e HALL (1996), a amônia é adicionada, quantitativamente, ao plasma durante a sua formação pelas bactérias intestinais, sendo absorvida pelo sangue venoso. Assim, a adição ao plasma da amônia proveniente da fermentação bacteriana intestinal, associada ao nitrogênio oriundo do metabolismo da proteína proveniente da dieta, pode sobrecarregar o fígado e os rins. Tais órgãos quando sobrecarregados de nitrogênio realizam mecanismos regulatórios para diminuir o nível deste elemento na corrente sanguínea, metabolizando-o em formas menos tóxicas, que variam de acordo com a espécie e hábitat animal. Para aves, a forma menos tóxica da

amônia é chamada de ácido úrico, a qual é eliminada via urina (DUKES, 1996). Em função destes mecanismos, o fígado e os rins, podem minimizar a ativação da Vitamina D proveniente da dieta ou da síntese endógena, o que pode acarretar prejuízos à absorção de cálcio.

Diante desse contexto, pode-se presumir que a amônia oriunda da fermentação microbiana no intestino ao ser fixada pela clinoptilolita e excretada do organismo animal, pode influenciar diretamente a carga de nitrogênio no plasma, favorecendo o metabolismo de nutrientes no fígado e nos rins, com ativação adequada de vitamina D e uma correta absorção de cálcio, além de outros nutrientes. Neste sentido, espera-se obter maior nível de cálcio plasmático e menor nível de ácido úrico sanguíneo. Melhorias na concentração de cálcio plasmático tornam-se importantes para um ótimo desenvolvimento e manutenção óssea e desempenho produtivo de frangos de corte, matrizes e poedeiras comerciais, visto a importância do íon cálcio em diversos processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem no organismo animal (MACARI et al., 2002).

ZEÓLITAS E O TECIDO ÓSSEO

O osso é um tecido multifuncional e metabolicamente muito ativo, constituído por uma população heterogênea de células em vários estágios de diferenciação celular, com quatro funções principais: suportar a musculatura, auxiliar na movimentação, promover o crescimento do animal e servir como reserva mineral, principalmente de cálcio (hidroxiapatita) e fósforo (MACARI et al., 2002; ALMEIDA PAZ, 2006). Suas células, além de depositarem minerais, regulam a mobilização dos mesmos durante a vida do animal, através de uma intrincada e bem coordenada sequência de eventos. O balanço entre a deposição e a mobilização de minerais pode levar a um ganho ou diminuição na massa óssea.

Os eventos envolvidos na síntese e calcificação da matriz óssea e na manutenção do tecido ósseo necessitam de níveis adequados dos íons cálcio e fósforo nos fluídos extracelulares, além de controle hormonal eficiente, sendo a $1,25\text{ (OH)}_2\text{ D}_3$ um hormônio-chave na homeostase do cálcio. Este controla diretamente a absorção do

cálcio dietético no intestino, a reabsorção óssea e influencia a reabsorção do cálcio nos túbulos proximais dos rins (MACARI et al., 2002).

Como discutido anteriormente, a amônia no organismo animal pode relacionar-se negativamente com a ativação da Vitamina D e, conseqüentemente, à absorção intestinal do cálcio, diminuindo os níveis desse mineral nos fluídos extracelulares, podendo afetar a qualidade óssea. Portanto, o uso da clinoptilolita para a fixação da amônia, pode beneficiar a manutenção do tecido ósseo.

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE OVOS

Para aves em postura, particularmente, estudos sobre a clinoptilolita vão além da importância de melhorias na absorção de cálcio e sobre a concentração plasmática desse mineral, em virtude da importância que o cálcio possui sobre a formação da casca do ovo.

De acordo com DA SILVA (2005), ovos trincados representam uma importante perda econômica para o produtor de ovos. Países desenvolvidos como Reino Unido, Alemanha e EUA, estimam em torno de 7% os ovos de qualidade inferior devido a avarias na casca. No Brasil, segundo dados da UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA (2008), o plantel nacional de poedeiras comerciais, em 2007, foi de 85.226.453 aves, e a produção de ovos atingiu o patamar de 67.367.363 caixas de 30 dúzias, sendo que ovos de qualidade inferior ocasionaram perdas de enorme importância para os produtores nacionais também.

Alguns fatores podem afetar a qualidade da casca dos ovos, como os teores de cálcio e fósforo presentes na mesma, origem do cálcio utilizado durante sua calcificação e níveis dietéticos de eletrólitos, vitamina D, microminerais e aluminosilicatos, que atuam na melhoria da qualidade da casca por aumento na capacidade de troca catiônica (FARMER et al., 1986; DA SILVA, 2005).

RADOVIC et al. (1998) estudando a influência da clinoptilolita-heulandita (0,5%) adicionada à dieta de galinhas poedeiras sobre a produtividade, encontrou diferenças na produção de ovos nos grupos que receberam clinoptilolita-heulandita (88,6%) em relação ao grupo controle (85,2 %). Resultados semelhantes foram

mostrados por OLVER (1997) e RIZZI et al. (2003) quando usaram 5% e 2% de clinoptilolita-heulandita na ração de poedeiras, respectivamente.

DAVID e ROLAND (1989) utilizando zeólitas (0,75%) na alimentação de 1600 poedeiras Hy Line W 36, observaram melhora na gravidade específica dos ovos durante a terceira e quinta semanas experimentais, em relação às aves que não receberam a suplementação.

Experimento de âmbito comercial, realizado em granjas de postura, evidenciou melhora na qualidade da casca dos ovos, quando houve adição de clinoptilolita (0,60% a 1,00%) na dieta das aves (ROLAND et al., 1985).

PROPOSTA DO ESTUDO

Aves em final de primeiro ciclo ou segundo ciclo de produção podem apresentar alterações naturais em seu metabolismo, devido à idade avançada e ao desgaste do organismo, que podem ocasionar diferenças no aproveitamento de nutrientes. Sabe-se também que com o avançar da idade da ave, ocorre produção de ovos de maior tamanho e com qualidade inferior de casca.

Dada a importância do cálcio na formação da casca dos ovos e levando-se em consideração as perdas de importância econômica para o avicultor, que estão relacionadas à qualidade da casca e aos índices de quebras de ovos que se traduzem em prejuízos diretos, pesquisas que visem melhorar a absorção desse mineral tornam-se importantes.

Não menos importante é a capacidade de adsorção de amônia pela clinoptilolita, que pode acarretar efeitos diretos sobre o metabolismo da amônia e do cálcio no organismo animal.

Diante do exposto, surge a proposta do estudo, que tem por objetivo avaliar a utilização de clinoptilolita em dietas para poedeiras em final de primeiro ciclo produtivo, de modo a obter níveis de inclusão desta zeólita que otimizem a absorção de cálcio pelo organismo, melhorando desta forma, a qualidade das cascas dos ovos, o desempenho e a qualidade óssea das aves, obtendo ainda redução da carga de poluentes nas excretas dos animais.

Para tanto, foram realizados dois estudos, representados pelos capítulos 2 e 3, sendo que o capítulo 2, denominado **NÍVEIS DE CLINOPTILOLITA E DE CÁLCIO NA DIETA SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Revista Brasileira de Ciência Avícola / Brazilian Journal of Poultry Science* e teve como objetivo avaliar os efeitos da utilização de concentrações de clinoptilolita e níveis de cálcio, sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, de modo a obter níveis adequados de utilização desta zeólita que otimizem a produtividade.

O capítulo 3, denominado **NÍVEIS DE CLINOPTILOLITA E CÁLCIO NA DIETA SOBRE O PERFIL SANGUÍNEO, QUALIDADE DAS EXCRETAS E DOS OSSOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Revista Brasileira de Ciência Avícola / Brazilian Journal of Poultry Science* e teve como objetivo avaliar os efeitos de concentrações de clinoptilolita e níveis de cálcio sobre o perfil plasmático de ácido úrico e cálcio, qualidade das excretas e dos ossos de poedeiras comerciais, de modo a obter níveis adequados de utilização da zeólita que favoreçam os metabolismos da amônia e do cálcio, melhorando a qualidade óssea das aves e reduzindo a excreção de poluentes no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA PAZ, I. C. L. **Acompanhamento da densidade mineral óssea em matrizes pesadas por meio da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas**. 2006. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
- ARMBRUSTER, T. Clinoptilolite-heulandite: applications and basic research. **Zeolites and Mesoporous Material at the Dawn**, v. 21, p. 127-135, 2001.
- BRYANT, M. P. Nutricional features and ecology of predominat anaerobic bacteria of the intestinal tract. **Animal Journal Clinical Nutricion**, v. 27, p. 1313, 1974.
- DA SILVA, J. M. S. F. **Bioquímica em agropecuária**. Alfenas, MG, Ciência Brasilis, 2005, 225 p.
- DAVID E ROLAND SR, D. A. Beneficial effect of synthetic sodium aluminosilicate on feed efficiency and performance of commercial leghorns. **Poultry Science**, v. 68, n. 9, p. 1241-1245, 1989.
- DESOUZART, O. Os 10 + da carne de frango. **Revista Ave World**, Campinas, n. 15, p. 20-26, 2005.
- DONHAM, K. J. Human health and safety for workers in livestock housing. In: **LASTEST DEVELOPMENTS IN LIVESTOCK HOUSING**, 1997, Illinois, USA. **Proceedings...** Illinois: Commission Internationale du Génie Rural, USA, 1997. p. 86-95.
- DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 1996. 856p.
- FARMER, M.; ROLAND, D. A.; CLARK, A. J. Influence of dietary calcium on bone calcium utilization. **Poultry Science**, v. 65, p. 337-344, 1986.
- FIALHO, E. T. et al. Manejo da dieta para reduzir o impacto ambiental dos dejetos de suínos. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 42, p. 87-102, 2003.
- GIANETTO, G. P. **Zeolitas**: características, propriedades y aplicaciones industriales. Venezuela: IT ed., 1990.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9 ed. 1996.
- HAYHURST, D. T.; WILLARD, J. M. Effects of feeding clinoptilolite to roosters. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE OF ZEOLITE**, 5º, 1980, falta local. **Proceedings...** Falta local, 1980. p. 805-812.
- HUSSEIN, A. S. et al. Effect of dietary aluminium sulfate on calcium and phosphorus metabolism in chicks. **Poultry Science**, v. 69, p. 985-991, 1990.

HUWIG, A. et al. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. **Toxicology Letters**, v.122, p. 179-188, 2001.

KOVAC, G.; VRZGULA, L.; BARTKO, P. The addition of natural zeolite to feed and its effect on the state of health of pigs and the quality of meat products. In: OCCURRENCE, PROPERTIES AND UTILIZATION OF NATURAL ZEOLITES, 2, 1988, Havana. **Abstracts...** Budapeste, 1988. p. 737-745.

LEACH JÚNIOR, R. M.; HEINRICHS, B. S.; BURDETTE, J. Broiler chicks fed low calcium diets. 1: influence of zeolite on growth rate and parameters of bone metabolism. **Poultry Science**, v. 69, p.1535-1539, 1990.

LIMA, A. M. C. et al. Ambiência e bem – estar. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas, SP, FACTA, 2004. p. 37-44.

LUZ, A. B. **Zeólitas: propriedades e usos industriais**. Rio de Janeiro: Cetem, 1995. 35p. (Série tecnologia mineral, n. 68)

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

MANUAL de legislação de segurança e medicina do trabalho. 23. ed. 1992. 223 p.

MELENOVA, L. et al. Ammonia removal from waste air in large scale piggeries. **Ocharana – Ovzdusi**, v. 14, n. 6, p. 18-20, 2002.

MUMPTON, F. A. La roca majica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. **Proceedings...** National Academy of Science of the USA, 1999, v. 96, p. 3463-3470.

NISTIAR, F. et al. Influence of intoxication with organophosphates on rumen bacteria and rumen protozoa and protective effect of clinoptilolite – rich zeolite on bacterial and protozoan concentration in rumen. **Folia Microbiologia**, v. 45, n. 6, p. 567-571, 2000.

OLVER, M. D. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) to three strain of laying hens. **British Poultry Science**, v. 30, p. 115-121, 1989.

OLVER, M. D. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 220-222, 1997.

PENZ JÚNIOR, A. M. A influência da nutrição na preservação do meio ambiente. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2000. p.53-67.

PINTARIC, S.; DOBEIC, M. Possibility to reduce odour emission and ammonia in turkey breeding. **Veterinarske Novice**, v. 27, n. 12, p. 477-485, 2001.

POND, W. G.; YEN, J. T. Effect of supplemental carbadox an antibiotic combination, or clinoptilolite on weight gain and organ weights of growing swine fed maize or rye as the gain source. **Nutr. Rep. Int.**, v. 35, p. 801, 1987.

RADOVIC, V.; RAJIC, I.; RADOVANOVIC, T. Influence of diets containing zeolites for laying hens Isabrown and its influence to egg production. **Zivinarstvo**, v. 33, n. 6, p. 147-153, 1998.

REECE, F. N.; LOTT, B. D.; DEATON, J. W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 59, p. 486, 1980.

RIZZI, L. et al. Aflatoxin B1 and clinoptilolite-heulandite in feed for laying hens: effects on egg quality mycotoxin residues in livers, and hepatic mixed-function oxygenase activities. **Journal of Food Protection**, v. 66, p. 860-865, 2003.

ROLAND SR, D. A. The relationship of dietary phosphorus and sodium aluminosilicate to the performance of commercial leghorns. **Poultry Science**, p.105-112, 1990.

ROLAND SR, D. A. Further studies of effect of phosphorus and aluminosilicate on egg shell quality. **Poultry Science**, v. 67, p. 577-584, 1988.

ROLAND SR, D. A; LAURENT, S. M.; ORLOFF, H. D. Shell quality as influenced by zeolite with high ion-exchange capability. **Poultry Science**, v. 64, n. 6, p. 1177-1187, 1985.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. (Eds.). **Doenças das aves**. Campinas, SP: FACTA, 2000. p.379-387.

SANTURIO, J. M. et al. Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxin. **British Poultry Science**, v. 40, p. 115-119, 1999.

TOPPING, D. L. Short-chain fatty acids produced by intestinal bacteria. **Journal Animal Nutrition**, v.5, p. 15-19, 1996.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2007/2008**. Brasília, 2008. 84p.

WATHES, C. M. et al. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. **British Poultry Science**, v. 38, n. 1, p. 14-28, 1997.

WATKINS, K. L.; SOUTHERN, L. L. Effect of dietary sodium Zeolite A and graded level of calcium and phosphorus on growth, plasma, and tibia characteristics of chicks. **Poultry Science**, v. 71, p. 1048-1058, 1992.

WHYTE, R. T. Aerial pollutants and the health of poultry farmers. **World's Poultry Science Journal**, v. 49, n. 1, p. 139-156, 1993.

ZIGGER, D. Study affirm microbe resistance. **World Poultry**, v. 14 ,n. 9, 1998.

CAPÍTULO 2**NÍVEIS DE CLINOPTILOLITA E DE CÁLCIO NA DIETA SOBRE
O DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS
COMERCIAIS**

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a influência de concentrações de clinoptilolita e de cálcio na dieta, sobre o desempenho e a qualidade dos ovos, foram utilizadas 576 poedeiras Hisex Brown em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3X4 (três níveis de cálcio - 2,5; 3,1 e 3,7% e quatro níveis de clinoptilolita – 0,0; 0,15; 0,25 e 0,50%), com 12 tratamentos, seis repetições e oito aves por gaiola. O experimento compreendeu quatro ciclos de 28 dias. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Houve interação significativa ($p<0,05$) entre os fatores estudados, sendo que os tratamentos contendo 0,0; 0,25 e 0,50% de clinoptilolita com 2,5% de cálcio apresentaram as piores conversões alimentares por dúzia de ovos. A utilização de 2,5% de cálcio com 0,25 ou 0,50% da zeólita diminuiu significativamente a postura e piorou as conversões alimentares por dúzia e por massa de ovos. Efeitos significativos ($p<0,05$) dos níveis de cálcio foram encontrados sobre porcentagem de postura, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos, porcentagens de albúmen e casca, gravidade específica e resistência da casca à quebra, sendo que o nível mais baixo de cálcio usado nas dietas piorou os índices de desempenho e de qualidade de casca dos ovos citados, e proporcionou maior porcentagem de albúmen. Os níveis de clinoptilolita apresentaram efeitos ($p<0,05$) sobre as porcentagens de albúmen e gema, sendo que os teores de gema aumentaram com a utilização da zeólita na dieta. Conclui-se que a utilização de clinoptilolita em dietas de poedeiras em final de primeiro ciclo produtivo não influenciou beneficamente o desempenho e a qualidade de casca dos ovos; e que a utilização de 2,5% de cálcio na ração não é recomendada.

PALAVRAS-CHAVE

desempenho, poedeiras, qualidade de ovos, zeólita

ABSTRACT

The goal of this experiment was to evaluate the influence of several dietary concentrations of clinoptilolite and calcium on the performance and egg quality. Five hundred and seventy six Hisex Brown layers were used in a 3x4 factorial (three calcium concentrations, 2,5; 3,1 and 3,7%; and four clinoptilolite concentrations, 0,0; 0,15; 0,25 and 0,50%) arranged in a fully randomized design with 12 treatments, six replicates and eight birds per cage. The experiment lasted four 28-day cycles. The experimental diets were based on corn and soybean meal. The results were submitted to analysis of variance and the averages were compared through Tukey's test at 5% of significance, using the statistical program SISVAR. There was a significant interaction ($p < 0.05$) between the factors, and the treatments containing 0.0, 0.25 and 0.50% of clinoptilolite with 2.5% of calcium had the worst feed conversion ratios (kg feed / egg dozen). Using 2.5% calcium with 0.25 or 0.50% clinoptilolite significantly worsened laying and feed conversion (kg feed / egg dozen and kg feed / kg eggs). Significant effects ($p < 0.05$) of calcium levels were found for laying percentage, egg mass, feed conversion (kg feed / egg dozen and kg feed / kg eggs), percentages of albumen and shell, specific gravity and shell breaking strength, while the lowest level of calcium worsened the above indices of performance and shell quality and produced a higher percentage of albumen. The levels of clinoptilolite had effects ($p < 0.05$) on the percentages of albumen and yolk, and yolk content increased with the use of clinoptilolite. In conclusion, the use of clinoptilolite in diets for laying hens at the end of the first production cycle does not improve the performance and egg shell quality; furthermore, the use of 2.5% calcium is not recommended.

KEY WORDS

egg quality, laying hens, performance, zeolite

INTRODUÇÃO

A otimização do potencial de produção e qualidade dos ovos das aves está associada a vários fatores, como boas condições de ambiente, sanidade, melhoramento genético e o fornecimento de dietas adequadas, sendo tal fator dependente de adequado conhecimento dos requerimentos nutricionais, das concentrações dos nutrientes nos ingredientes utilizados nas rações e de uma possível utilização de aditivos, que podem desempenhar diversas funções no metabolismo dos animais, otimizando a utilização de nutrientes pelo organismo dos mesmos.

Dentre os diversos materiais utilizados como aditivos em rações de aves e suínos, encontra-se a clinoptilolita, uma zeólita natural classificada como tectosilicato, que apresenta entre outras características, capacidade de troca catiônica (Mumpton, 1999). Tal zeólita é capaz de adsorver em sua estrutura substâncias prejudiciais ao organismo animal, e promover melhor desempenho em aves, podendo incrementar também a qualidade dos ovos. Segundo Hayhurst e Willard (1980), devido ao fato do diâmetro da molécula da zeólita ser menor do que muitas moléculas de hidrocarbonetos e também devido a sua estrutura tetraédrica cristalina, que não permite que a molécula infle na presença de água, é impossível a clinoptilolita se complexar aos nutrientes apolares presentes nas rações, como vitaminas, aminoácidos, enzimas digestivas e anticoccidianos, podendo ser utilizada nas alimentações humana e animal com segurança. Entretanto, opinião contrária é verificada por Santim (2000), onde o emprego de adsorventes do grupo dos aluminosilicatos pode gerar resultados indesejáveis, em razão da possibilidade de adsorção de componentes úteis da dieta, como minerais, vitaminas, promotores de crescimento, entre outros.

Uma das substâncias prejudiciais ao organismo e que é adsorvida pela zeólita, é a amônia (Shurson et al., 1984). A adsorção desta substância é o diferencial desta zeólita, entre os demais aluminosilicatos, sob o ponto de vista nutricional e de sanidade dos animais.

Compostos amoniacais são produzidos através de reações que ocorrem no organismo animal, como o catabolismo da proteína da dieta e a fermentação efetuada pela flora intestinal (Macari et al., 2002). Em níveis inadequados no intestino, tornam-se tóxicos ao organismo (Zigger, 1998), ocasionando efeitos indesejáveis ao bom funcionamento do mesmo.

A mucosa intestinal pode ser afetada pela toxidez de concentrações elevadas de amônia e os processos de reparo dessa mucosa necessitam de grande quantidade de energia e nutrientes para serem realizados (Macari et al., 2002), podendo assim prejudicar a produtividade das aves.

Além dos efeitos deletérios sobre o intestino e, conseqüentemente, sobre a absorção e o aproveitamento de nutrientes da dieta, níveis inadequados de amônia no organismo podem ser prejudiciais também ao metabolismo do cálcio, devido a possível ativação inadequada de vitamina D no fígado e nos rins. Tais órgãos realizam mecanismos regulatórios para diminuir substâncias tóxicas ao organismo (Macari et al., 2002) e podem ser sobrecarregados com a presença de níveis superiores de amônia.

Alterações na absorção de cálcio são extremamente importantes na avicultura, particularmente na área de postura comercial, visto a importância deste mineral para a formação da casca dos ovos, uma vez que perdas de enorme importância econômica estão associadas a problemas de qualidade inferior de casca (Da Silva, 2005).

Levando-se em consideração as características físico-químicas da clinoptilolita, David e Roland (1989) utilizaram zeólitas (0,75%) na alimentação de 1600 poedeiras Hy Line W36, e observaram melhora na gravidade específica dos ovos produzidos nos lotes suplementados, durante a terceira e quinta semanas experimentais, em relação às aves não suplementadas com zeólita.

Radovic et al. (1998) estudando a influência da clinoptilolita (0,5%) adicionada à dieta de galinhas poedeiras, observaram aumento na produção de ovos nos grupos que receberam a zeólita (88,6%) em relação ao grupo controle (85,2%). Resultados semelhantes foram mostrados por Olver (1997) e Rizzi et al. (2003) quando usaram 5% e 2% de clinoptilolita na ração de poedeiras, respectivamente.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da utilização de concentrações de clinoptilolita e níveis de cálcio, sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, de modo a obter níveis adequados de utilização desta zeólita que otimizem a produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura de postura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Campus Botucatu. Foram utilizadas 576

aves, Hisex Brown, com 67 semanas de idade no início do experimento, alojadas em aviário de produção com 25m de comprimento por 3,40m de largura, e 72 gaiolas metálicas, com dimensões de 100 cm de comprimento, 45cm de largura e 40cm de altura. As aves foram dispostas em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3X4 (três níveis de cálcio e quatro níveis de clinoptilolita) com seis repetições de oito aves por gaiola. Os níveis de cálcio utilizados foram 2,5; 3,1 e 3,7% e os níveis de inclusão de clinoptilolita foram 0,0; 0,15; 0,25 e 0,50%.

O experimento teve duração total de 112 dias, compreendendo quatro ciclos de 28 dias. Foi utilizado um programa de luz de 17 horas diárias. Durante todo o período experimental, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar, sendo fornecidas água e ração “ad libitum”. O arraçãoamento foi realizado duas vezes ao dia. As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e os níveis nutricionais seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2005), com exceção do cálcio.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais.

Ingredientes	Tratamentos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Milho	56,34	58,38	60,43	56,52	58,57	60,61	56,65	58,69	60,74	56,95	58,99	61,04
Farelo de Soja	15,21	16,52	17,84	15,33	16,65	17,96	15,41	16,72	18,04	15,60	16,92	18,24
Trigo	20,83	15,90	10,96	20,39	15,46	10,52	20,09	15,16	10,23	19,36	14,42	9,49
Calcário*	5,66	7,19	8,72	5,65	7,17	8,70	5,64	7,17	8,69	5,62	7,15	8,67
Fosfato Bicálcico	1,00	1,07	1,13	1,01	1,07	1,14	1,01	1,08	1,14	1,02	1,09	1,15
Metionina	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Lisina	0,16	0,15	0,13	0,16	0,14	0,13	0,16	0,14	0,12	0,16	0,14	0,12
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sup. Mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sup. Vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Adsorvente	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Clinoptilolita	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional estimada												
Energia Metabolizável. (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78
Cálcio (%)	2,50	3,10	3,70	2,50	3,10	3,70	2,50	3,10	3,70	2,50	3,10	3,70
Fósforo Disponível (%)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Metionina Total (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Metionina + Cistina Total (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Lisina Total (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73

¹ Enriquecimento mineral por kg de ração: Cu: 8 mg; Fe:50 mg; Mn: 70 mg; Zn:50 mg; I: 1,2 mg; Se: 0,2 mg. ² Enriquecimento vitamínico por kg de ração: Vit. A: 7000 UI; vit. D3: 2000 UI; vit. E: 5 mg; vit. K3: 1,6 mg; vit. B2: 3mg; vit. B12: 8 mcg; Niacina: 20 mg; Ácido Pantotênico: 5 mg; Antioxidante: 15 mg. * Calcário calcítico 100% fino.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração, porcentagem de postura, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos produzidos.

Diariamente, foram anotados em formulários próprios, os dados do número de ovos inteiros e quebrados coletados, para posterior cálculo da porcentagem de postura e de ovos íntegros.

O consumo de ração foi determinado, semanalmente, através da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes no final de cada período de sete dias. O resultado foi dividido pelo número médio de aves de cada parcela e expresso em gramas por ave por dia.

A porcentagem de postura foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por gaiola na semana pelo número médio de aves, multiplicado por sete e o resultado multiplicado por 100.

A porcentagem de ovos íntegros foi obtida pelo número total de ovos íntegros produzidos na semana, dividido pelo número médio de aves multiplicado por sete, e o resultado multiplicado por 100.

Os ovos íntegros foram pesados semanalmente. O peso médio foi obtido dividindo-se o peso total dos ovos íntegros das parcelas pelo número de ovos íntegros postos pelas mesmas e o resultado expresso em gramas.

A massa de ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de postura da mesma e o resultado dividido por 100 e expresso em gramas de ovos por ave por dia.

A conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida na parcela (expresso em quilogramas) pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos pela mesma na semana.

A conversão alimentar por quilograma de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelas aves da parcela (expressa em quilogramas) pela massa dos ovos postos no mesmo período, também expressa em quilogramas.

A análise da qualidade dos ovos foi efetuada a cada período de 28 dias por três dias consecutivos. A cada dia, foi coletada uma amostra de dois ovos por repetição,

perfazendo ao final dos quatro períodos, um total de 144 ovos analisados por tratamento.

As características de qualidade avaliadas foram gravidade específica, porcentagens de gema, albúmem e casca, espessura da casca, resistência da casca à quebra e unidade Haugh.

A gravidade específica dos ovos foi calculada segundo metodologia descrita por Stadelman e Cotterill (1990).

A porcentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

A porcentagem de albúmem foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

Para o cálculo da porcentagem de casca foi efetuada, inicialmente, a secagem das cascas em estufa de ventilação forçada a 65°C por três dias. Logo após, aguardou-se o equilíbrio entre a temperatura ambiente e a temperatura das cascas, para que a pesagem das mesmas fosse efetuada. A porcentagem de casca então, foi obtida dividindo-se o peso da casca pelo peso do ovo, e o resultado multiplicado por 100.

Para a obtenção da espessura da casca, foram utilizadas as mesmas cascas trabalhadas no item anterior. Foram realizadas três medidas na região equatorial do ovo, sendo feita a média dessas mensurações posteriormente, e o resultado expresso em milímetros.

A resistência da casca à quebra foi avaliada na região equatorial do ovo, por meio de célula específica acoplada ao equipamento Texture Analyser TA. XT Plus, com a utilização da sonda Cyl Stainless 2 mm para a verificação da resistência, código P/2, velocidade de pré teste de 2 mm/segundo; velocidade do teste 1,0 mm/segundo e velocidade pós teste 40 mm/segundo, a qual registrou a força necessária para romper a casca, em gramas.

Para o cálculo da unidade Haugh, foi determinada inicialmente a altura do albúmen, por meio de paquímetro digital marca Mitutoyo, de resolução 0,01mm e exatidão de +/- 0,03mm, sendo efetuado posteriormente o cálculo empregando-se a fórmula sugerida por Stadelman e Cotterill (1990):

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Em que H = altura do albúmen (mm); W = peso do ovo (g); 7,57 = fator de correção para altura do albúmen; 1,7 = fator de correção para peso do ovo.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR, de acordo com Ferreira (1998). Os dados referentes às características de desempenho e de qualidade dos ovos, dentro dos tratamentos utilizados, foram submetidas à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho

Os dados referentes às características de desempenho são apresentados na Tabela 2. Houve interação significativa entre os fatores estudados (níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio) para a porcentagem de postura e conversões alimentares por dúzia e por quilograma de ovos produzidos, sendo que as médias referentes a estas interações podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 2. Porcentagem de postura (POST), porcentagem de ovos íntegros (OINT), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos produzidos de galinhas poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita (CLINO) e cálcio (CA).

	POST (%)	OINT (%)	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CR (g/ave/dia)	CA/dz	CA/kg
CLINO (%)							
0,00	80,02	98,17	65,58	52,45	117,83	1,78	2,25
0,15	79,52	98,46	64,88	51,61	118,63	1,81	2,32
0,25	78,86	97,77	65,19	51,37	117,98	1,82	2,33
0,50	79,00	96,57	65,69	51,89	119,32	1,84	2,33
CA (%)							
2,5	75,91	96,78	64,77	49,15B	118,46	1,90	2,44
3,1	81,49	98,21	65,79	53,61A	119,50	1,78	2,24
3,7	80,65	98,24	65,44	52,73A	117,35	1,76	2,24
Média	79,35	97,74	65,33	51,83	118,44	1,81	2,31
CV (%)	7,67	3,43	2,28	7,95	4,08	7,29	7,17
PROB*							
CLINO	0,938	0,357	0,344	0,875	0,782	0,686	0,353
CA	0,004	0,234	0,061	0,000	0,310	0,001	0,000
CLINO x CA	0,015	0,941	0,414	0,053	0,135	0,018	0,048

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

* Probabilidade

Analisando-se a Tabela 2, não se observou efeitos significativos ($p>0,05$) isolados dos níveis de clinoptilolita nem dos níveis de cálcio sobre o peso médio dos ovos, o qual obteve média de 65,33g. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores. Frost et al. (1992) não verificaram diferenças no peso dos ovos produzidos por poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de zeólita (0,0 e 0,75%). O mesmo foi observado por Roland et al. (1991), utilizando níveis de suplementação entre 0,00 a 1,5% de aluminosilicato. A ausência de efeitos significativos dos níveis de cálcio sobre o peso dos ovos também foi observada por Roland (1988), que trabalhou com níveis de 2,75 e 3,75% em poedeiras Shaver. Pelícia (2008) também não observou influência dos níveis de cálcio em dietas de poedeiras semi pesadas sobre o peso dos ovos.

Não se verificou influência dos níveis de clinoptilolita ($p>0,05$) sobre a massa de ovos; porém, os níveis de cálcio influenciaram ($p<0,05$) isoladamente esta característica, que obteve média de 51,83g/ave/dia. Aves alimentadas com menor nível de cálcio produziram menor massa de ovos (49,15g/ave/dia) quando comparadas às aves que receberam 3,1 e 3,7% de cálcio na dieta (53,61 e 52,73 g/ave/dia, respectivamente).

O consumo de ração não variou significativamente ($p>0,05$) entre os níveis de zeólita e entre os níveis de cálcio, sendo o consumo médio verificado de 118,44g/ave/dia. Resultados semelhantes ao do presente estudo e também contraditórios podem ser observados na literatura, tanto para a influência isolada de zeólitas quanto para a influência isolada de níveis de cálcio na dieta sobre o consumo de ração de poedeiras comerciais (Nakaue e Koelliker, 1981; Roland, 1988; Roland et al., 1991; Frost et al., 1992; Pelícia, 2008; Shariatmadari, 2008). As contradições existentes na literatura podem ser decorrentes das diferentes linhagens de poedeiras utilizadas nos estudos, dos diferentes níveis e origens de zeólitas empregadas, bem como dos diferentes níveis e fontes de cálcio utilizados nas rações.

Em relação aos resultados contraditórios sobre a influência do uso de zeólitas na dieta sobre o consumo de ração, Shariatmadari (2008) relatou não haver razão explícita que faça as zeólitas possuírem efeitos benéficos sobre a palatabilidade dos alimentos. Entretanto, existem algumas explicações de como as zeólitas podem afetar o consumo de ração. Uma delas é a de que possa ocorrer desbalanceamento da dieta com a adição de zeólitas, uma vez que estas podem adsorver componentes úteis da dieta. Segundo

Shariatmadari (2008), a adição de 10% ou mais de zeólitas nas rações (o que pode ser efetuado com zeólitas naturais), resulta em alterações na concentração nutricional das rações, ocorrendo mudanças nos níveis de energia, proteína e aminoácidos. Outro desbalanceamento que pode ocorrer é o mineral, devido à constituição da zeólita possuir alumínio, silício, sódio, cálcio, entre outros minerais.

Sabe-se que a ave regula o consumo de alimento, principalmente, de acordo com seus requerimentos de energia; podendo ocorrer também a ingestão de alimento de acordo com seus requerimentos de cálcio e outros minerais. Logo, a ocorrência de desbalanceamento na ração pode ocasionar mudanças no consumo, para que a ave consiga suprir ou estabilizar sua demanda por nutrientes. Diante do contexto, o correto balanceamento de minerais, incluindo o balanço cátio-aniônico, é tão essencial como o balanço de energia e proteína da dieta, para assegurar uma avaliação verdadeira das características das zeólitas. Entre as pesquisas consultadas para verificação de resultados de desempenho e qualidade dos ovos, verifica-se que alguns autores efetuaram o balanceamento cátio-aniônico da ração (Roland, 1988), outros autores não realizaram o mesmo balanceamento (Nakaue e Koelliker, 1981; Roland et al., 1991); e outros autores ainda compararam resultados entre rações balanceadas e não balanceadas (Roland, 1988). Diante de tantas condições que favorecem o aparecimento de resultados contraditórios, quanto à influência de zeólitas sobre o consumo de rações, é necessário obter uma padronização dos métodos de pesquisa para se analisar e comparar efetivamente os resultados obtidos. Isto é válido também, para a influência do cálcio, que também possui explicações diversas, contribuindo para que ocorram resultados variados.

Essa padronização dos métodos de pesquisa não é apenas válida para a análise e comparação de resultados de consumo de ração, mas também para todas as características que possam ser avaliadas em uma pesquisa. A padronização é extremamente importante para a teoria, mas sua aplicação na prática é extremamente difícil.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio sobre a porcentagem de postura (POST), conversão alimentar por dúzia (CA/dz) e por quilograma (CA/kg) de ovos.

CÁLCIO(%)	CLINOPTILOLITA (%)			
	0,00	0,15	0,25	0,50
POST (%)				
2,5	79,17	79,71	71,93B	72,83B
3,1	83,80	76,17	82,27A	83,72A
3,7	77,08	82,69	82,38A	80,45AB
CA/dz				
2,5	1,84ab	1,79b	1,98abA	2,00aA
3,1	1,73	1,88	1,78B	1,72B
3,7	1,79	1,76	1,71B	1,80B
CA/kg				
2,5	2,33	2,35	2,54A	2,55A
3,1	2,15	2,38	2,27B	2,17B
3,7	2,26	2,24	2,20B	2,27B

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas diferentes na linha diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme a Tabela 3, e considerando-se a porcentagem de postura de cada nível de clinoptilolita para os níveis de cálcio, constata-se que não houve influência ($p > 0,05$) da utilização do aluminossilicato sobre esta característica. Resultado semelhante foi observado por Roland et al. (1985), que não observaram efeito dos níveis de zeólita sobre a produção de ovos, em rações com concentrações variadas de cálcio. Entretanto em outro experimento, Roland (1988) relatou resultados contraditórios. O autor verificou efeito quadrático dos níveis de clinoptilolita, dentro do nível de 2,75% de cálcio na dieta, para a porcentagem de postura, onde a utilização de 0,75% da zeólita melhorou a produção de ovos.

Constatou-se influência dos níveis de cálcio dentro das concentrações de 0,25 e 0,50% de clinoptilolita. O uso de 0,25% de clinoptilolita e de 2,5% de cálcio piorou a produção de ovos. Com a suplementação de 0,50% da zeólita, pôde-se observar diferença na produção de ovos entre as aves que receberam ração contendo 2,5% e as que receberam 3,1% de cálcio.

As rações contendo 0,0 e 0,15% de clinoptilolita não apresentaram influência do nível de cálcio sobre a porcentagem de postura. O mesmo foi observado por Rodrigues et al. (2005) e Clunies et al. (1992), trabalhando com níveis de cálcio e desempenho de poedeiras. A ausência de efeitos dos níveis de cálcio, especialmente do nível marginal

(2,5%) sobre a porcentagem de postura, contraria o fato de que a deficiência desse nutriente pode ser o primeiro limitante para que a ovulação ocorra. No entanto, tal fenômeno pode ser explicado em decorrência de ajustes que o próprio organismo da ave realiza para manter a oferta plasmática do mineral constante.

De acordo com a Tabela 3, a conversão alimentar por dúzia de ovos sofreu influência significativa dos níveis de clinoptilolita dentro do nível de 2,5% de cálcio, onde a suplementação de 0,50% do aluminossilicato piorou a conversão alimentar em relação ao nível de 0,15%, o qual não diferiu da conversão alimentar das aves alimentadas com 0,0 ou 0,25%. Dentro dos níveis de 3,1 e 3,7% de cálcio, a clinoptilolita não exerceu diferenças significativas na conversão alimentar. Houve influência dos níveis de cálcio, dentro das concentrações de 0,25 e 0,50% de zeólita. Nestes níveis, as piores conversões foram verificadas para 2,5% de cálcio na dieta, evidenciando, a importância do íon cálcio nos processos bioquímicos e fisiológicos que ocorrem no organismo animal.

Considerando-se a conversão alimentar por massa de ovos de cada nível de clinoptilolita para os níveis de cálcio, observa-se que não houve influência ($p > 0,05$) dos níveis desta zeólita sobre essa característica. Esta ausência de efeitos e os resultados observados para a conversão alimentar por dúzia de ovos, indicam que a utilização da clinoptilolita não exerceu efeitos benéficos no desempenho das aves, quando as mesmas foram alimentadas com baixo nível de cálcio, o que contraria os dados relatados por Leach Júnior et al. (1990), em que a zeólita é mais efetiva quando utilizada em dietas contendo baixos níveis de cálcio ou outros minerais.

Constatou-se diferença significativa ($p < 0,05$) dos níveis de cálcio dentro das suplementações de 0,25 e 0,50% de clinoptilolita. Novamente, para estas duas concentrações, as piores conversões foram verificadas para 2,5% de cálcio. As piores conversões por dúzia e por massa observadas ao nível de 2,5% de cálcio estão aliadas à menor taxa de produção de ovos, também verificada ao nível de 2,5% de cálcio; uma vez que o fornecimento deste nível do mineral aliado aos níveis de 0,25 e 0,50% de clinoptilolita, provavelmente, não foi suficiente para que as aves apresentassem uma boa produção de ovos, o que rebate novamente os resultados observados por Leach Júnior et al. (1990) e citados anteriormente. Analisando as conversões alimentares por dúzia e por massa das aves que receberam tratamentos contendo suplementação de

0,15% de clinoptilolita, bem como das aves que não foram suplementadas, verifica-se que as mesmas não sofreram influência dos níveis de cálcio. O mesmo ocorreu, como já citado anteriormente com a porcentagem de postura. Talvez isso tenha ocorrido em função, mais uma vez, dos ajustes que o organismo da ave pode realizar para manter o nível de cálcio circulante constante. Entretanto, pode ser observado na Tabela 3, que com o aumento do nível de clinoptilolita nas rações, ocorreu influência do nível de cálcio nas mesmas. Levando-se em consideração o exposto, presume-se que os maiores níveis de adição do aluminosilicato sejam prejudiciais à porcentagem de postura, bem como às conversões alimentares por dúzia e massa de ovos produzidos em rações contendo baixos níveis de cálcio. O fato pode ser explicado, possivelmente, pela adsorção de minerais ou outros nutrientes da ração pela clinoptilolita, o que reafirma as suposições de Santim (2000) e contraria a hipótese de que a zeólita possa exercer efeitos benéficos sobre a absorção intestinal do cálcio.

Qualidade interna dos ovos

Os dados referentes à qualidade interna dos ovos estão apresentados na Tabela 4. Não houve interação entre os fatores estudados (níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio) para nenhuma das características avaliadas.

De acordo com a Tabela 4, observam-se efeitos significativos ($p < 0,05$) isolados dos níveis de clinoptilolita sobre as porcentagens de albúmen e de gema; e efeitos significativos ($p < 0,05$) dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de albúmen. As porcentagens médias gerais verificadas foram 65,39% e 25,36%, respectivamente, para albúmen e gema.

Tabela 4. Qualidade interna dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e de cálcio.

	ALBÚMEN (%)	GEMA (%)	UNIDADE HAUGH
CLINOPTILOLITA (%)			
0,00	65,87A	24,96B	80,78
0,15	64,89B	25,76A	80,28
0,25	65,21AB	25,49AB	80,74
0,50	65,57AB	25,21AB	81,52
CÁLCIO (%)			
2,5	65,65A	25,47	81,60
3,1	65,43AB	25,19	80,48
3,7	65,08B	25,40	80,40
Média	65,39	25,36	80,83
CV (%)	1,22	3,01	2,51
PROBABILIDADE			
CLINOPTILOLITA	0,003	0,016	0,333
CÁLCIO	0,051	0,424	0,079
CLINO x CÁLCIO	0,898	0,932	0,146

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A menor porcentagem de albúmen e a conseqüente maior porcentagem de gema observada ocorreram com a suplementação de 0,15% de clinoptilolita na dieta. Em contrapartida, a maior porcentagem de albúmen e a conseqüente menor porcentagem de gema verificada ocorreram de dietas que não receberam a zeólita. Os níveis de 0,25 e 0,50% de clinoptilolita apresentaram porcentagens de albúmen e de gema equivalentes às porcentagens obtidas com os outros níveis de suplementação, não diferindo estatisticamente dos mesmos.

Os níveis de cálcio não influenciaram a porcentagem de gema, porém apresentaram efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre a porcentagem de albúmen, sendo que o menor valor foi obtido com o uso de 3,7% de cálcio na ração e a maior porcentagem com 2,5%. O nível intermediário de cálcio não diferiu estatisticamente dos demais níveis utilizados nas dietas. Os resultados obtidos no presente estudo concordam, em parte, com os dados apresentados por Ito et al. (2006) e Pelícia (2008), onde diferentes níveis de cálcio na dieta não proporcionaram efeitos significativos sobre a porcentagem de gema e também de albúmen. Oliveira et al. (2002) também não observaram efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de gema.

As médias referentes às porcentagens de albúmen e de gema são numericamente muito próximas, e podem ter diferido estatisticamente devido ao baixo coeficiente de variação.

Ainda de acordo com a Tabela 4, verifica-se não haver influência dos níveis de clinoptilolita e dos níveis de cálcio sobre as unidades Haugh dos ovos. A ausência de efeitos dos níveis de cálcio sobre a unidade Haugh confirma os dados verificados por outros autores (Oliveira et al., 2002; Rodrigues et al., 2005; Geraldo et al., 2006).

Os resultados de qualidade interna dos ovos são semelhantes em diversos trabalhos, porque o aumento da disponibilidade de cálcio tanto pela elevação de cálcio na dieta, como pela presença de aditivos que melhorem a absorção e utilização deste nutriente pelo organismo, se reflete primeiramente na qualidade externa dos ovos, ou seja, na qualidade de casca, sendo menos sensível sua atuação na qualidade interna do ovo.

Qualidade externa dos ovos

Os dados referentes à qualidade externa dos ovos estão apresentados na Tabela 5. Não houve interação entre os fatores estudados (níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio) para nenhuma das características avaliadas.

Tabela 5. Porcentagem de casca (CASCA %), espessura de casca (ESPC), gravidade específica (GE) e resistência da casca a quebra (RESIS) dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e de cálcio.

	CASCA (%)	ESPC (mm)	GE (g/L H²O)	RESIS (g)
CLINOPTILOLITA (%)				
0,00	9,17	0,38	1,087	2.653,24
0,15	9,35	0,41	1,089	2.682,46
0,25	9,30	0,38	1,089	2.686,71
0,50	9,22	0,38	1,088	2.648,71
CÁLCIO (%)				
2,5	8,88B	0,39	1,085B	2.534,96B
3,1	9,38A	0,39	1,090A	2.677,63A
3,7	9,52A	0,39	1,090A	2.790,74A
Média	9,26	0,39	1,088	2.667,78
CV (%)	3,14	15,09	0,25	6,80
PROBABILIDADE				
CLINOPTILOLITA	0,253	0,312	0,102	0,889
CÁLCIO	0,000	0,964	0,000	0,000
CLINO x CÁLCIO	0,838	0,513	0,059	0,642

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não foram verificados efeitos significativos isolados ($p > 0,05$) dos níveis de clinoptilolita, sobre a porcentagem de casca, a espessura de casca, a gravidade específica dos ovos e a resistência da casca à quebra, sendo que as médias gerais para estas características foram, respectivamente, 9,26%, 0,39mm, 1,088g/mL H₂O e 2.667,78g. Resultados contraditórios são observados na literatura para gravidade específica dos ovos (Roland, 1988; Roland et al., 1991; Frost et al., 1992). Estes autores trabalharam com níveis diferenciados de zeólita na dieta (variando entre 0,0 e 1,5%) e observaram melhorias significativas nas gravidades específicas dos ovos com a utilização do aluminosilicato na dieta.

Levando-se em consideração a hipótese de que a clinoptilolita pode beneficiar a absorção e utilização de nutrientes da dieta, incluindo neste contexto o cálcio, melhorias nos índices de qualidade externa dos ovos, com a utilização da zeólita na ração, são esperadas. A hipótese acima pode explicar a melhoria nos índices de gravidade específica verificada nos trabalhos dos autores citados acima. Porém, ela não se concretizou no presente estudo, pois nenhuma das variáveis analisadas e que envolvem

a qualidade externa dos ovos foram influenciadas significativamente pela utilização do aluminosilicato na dieta.

Analisando-se os efeitos isolados dos níveis de cálcio sobre as mesmas características de qualidade externa dos ovos, verifica-se que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a porcentagem de casca, para a gravidade específica dos ovos e para a resistência da casca a quebra. O menor nível de cálcio utilizado piorou significativamente essas características, o que é perfeitamente justificável, pois o consumo de quantidades inadequadas de cálcio pode provocar qualidade de casca inferior, além de anormalidades esqueléticas, aumento da mortalidade, redução no tamanho e na produção de ovos (Rodrigues et al., 2005).

Efeitos positivos e significativos para a porcentagem de casca foram verificados também por Rodrigues et al. (2005), aumentando os níveis de cálcio de 2,5 para 3,5% na dieta; e por Clunies et al. (1992), aumentando o cálcio dietético de 3,5 para 4,5%. Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo discordam dos obtidos por Oliveira et al. (2002) e Nunes et al. (2006), os quais não verificaram efeito do teor de cálcio para porcentagem de casca.

Os resultados de gravidade específica concordam com os resultados observados por Roland e Bryant (1994), que relataram melhoria linear nesta característica com o aumento dos níveis de cálcio de 2,5 para 4,5%. Os dados relatados por Oliveira (1995) não demonstraram diferenças significativas dos níveis de cálcio (2,8 a 4,4%) sobre a gravidade específica dos ovos, discordando dos efeitos observados neste estudo.

A resistência da casca a quebra foi avaliada por ser uma característica intimamente ligada à qualidade externa dos ovos, possuindo relação diretamente proporcional à porcentagem de casca, à gravidade específica da casca dos ovos, e em alguns casos, com a espessura da casca. Informações sobre esta característica são relativamente novas na literatura, sendo necessários mais estudos para que uma comparação efetiva seja efetuada.

Possivelmente os dados contraditórios observados na literatura, para a influência dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de casca e gravidade específica dos ovos, sejam em função das diferenças entre linhagens utilizadas, idade das aves, amplitude dos níveis de cálcio avaliados e até da solubilidade do calcário utilizado na fabricação das rações.

Mais estudos sobre a interação de diferentes níveis de clinoptilolita e diferentes níveis de cálcio são necessários, devido ao grande número de informações contrastantes encontrados na literatura; considerando principalmente, que os resultados podem ser influenciados pelos níveis e origens das zeólitas utilizadas, bem como os níveis, origens e solubilidade do calcário, além do balanço cátio-aniônico das rações.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente estudo, o aluminosilicato não melhora o desempenho e a qualidade dos ovos.

O nível de 2,5% de cálcio na dieta de poedeiras em final de primeiro ciclo de produção não é recomendado, pois proporciona pior desempenho e qualidade de casca dos ovos. Entretanto, a utilização de 3,1% de cálcio é viável, pois não prejudica o desempenho e a qualidade dos ovos, quando comparada ao nível preconizado de 3,7%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clunies M, Parks D, Leeson S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell tickeness in laying hens producing thick or thin shells. *Poultry Science* 1992; 71(3):490-498.

Da Silva JMSF. Bioquímica em agropecuária. 1 ed. Alfenas (MG): Editora Ciência Brasilis; 2005.

David e Roland DA. Beneficial effect of synthetic sodium aluminosilicate on feed efficiency and performance of commercial leghorns. *Poltry Science* 1989; 68(9): 1241-1245.

Ferreira DF. Programa Sisvar.exe. Sistema de Análises de Variância. Versão 3.04, 1998.

Frost TJ, Roland SR DA, Barnes DG, Laurent SM. The effect of sodium and cholecalciferol on plasma levels of 1,25 dihydroxycholecalciferol, calcium, and phosphorus in commercial leghorns. *Poultry Science* 1992; 71:886-893.

Geraldo A. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas e seus efeitos sobre a produção e qualidade dos ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2006; 35(4):1720-1727. Suplemento.

Hayhurst DT, Willard JM. Effects of feeding clinoptilolite to roosters. In: 5^a International Conference of Zeolite, Falta local. Proceedings... p. 805-812, 1980.

Ito DT, Faria DE, Kuwano EA, Junqueira OM, Araújo LF. Efeitos do fracionamento do cálcio dietário e granulometria do calcário sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 2006; 28(2):187-195.

Leach Júnior RM, Heinrichs BS, Burdette J. Broiler chicks fed low calcium diets. 1: influence of zeolite on growth rate and parameters of bone metabolism. *Poultry Science* 1990, 69: 1535-1539.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 1 ed. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP, 2002.

Mumpton FA. La roca majica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings... National Academy of Science of the USA*, 1999; 96:3463-3470.

Nakaue HS, Koelliker JK. Studies with clinoptilolite in poultrly. I. effect of feeding varying levels of clinoptilolite (zeolite) to dwarf single comb with leghorn pullets and ammonia production. *Poultry Science* 1981; 60:944-949.

Nunes RV, Pozza PC, Scherer C, Campestrini E, Rocha LD, Nunes CGV, Costa FGP. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2006; 35(5):2007-2012.

Oliveira JR, Bertechini AG, Fassani EJ, Albino LFT, Freitas RTF, Fialho ET. Níveis de cálcio em dietas para poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção. *Ciência Agrotécnica*, 2002; 26(5):1060-1067.

Oliveira JEF. Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e a qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. [Dissertação]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 1995.

Olver MD. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. *British Poultry Science* 1997; 38:220-222.

Pelícia K. Efeito dos níveis de cálcio, fósforo e granulometria de calcário na dieta de poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. [Tese]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista; 2008.

Radovic V, Rajic I, Radovanovic T. Influence of diets containing zeolites for laying hens Isabrown and its influence to egg production. *Zivinarstvo* 1998; 33(6):147-153.

Rizzi L, Simioli M, Roncada P, Zagluni A. Afaltoxin B1 and clinoptilolite-heulandite in feed for laying hens: effects on egg quality mycotoxin residues in livers, and hepatic mixed-function oxygenase activities. *Journal of Food Protection* 2003; 66:860-865.

Rodrigues EA, Junqueira OM, Valério M, Andreotti MO, Cancherini LC, Faria DE, Filardi RS. Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 2005; 27(1):49-54.

Roland SR DA, Bryant M. Influence of calcium on energy consumption and egg weight of commercial leghorns. *Journal Applied Poultry Research*, Savoy, 1994; 3(2):184-189.

Roland SR DA, Barnes DG, Laurent SM. Influence of sodium aluminosilicate, hydroxyl-sodalite, carnegicite, aluminium sulfate and aluminium phosphate on performance of commercial leghorns. *Poultry Science* 1991; 70:805-811.

Roland SR DA. Further studies of effect of phosphorus and aluminosilicate on egg shell quality. *Poultry Science* 1988; 67:577-584.

Roland SR DA, Laurent SM, Orloff HD. Shell quality as influenced by zeolite with high ion-exchange capability. *Poultry Science* 1985; 64(6): 1177-87.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed, Viçosa (MG): UFV; 2005.

Santin, E. Micotoxícoses. In: Berchieri Júnior A, Macari M. (Editores). Doenças das aves. Campinas (SP): FACTA; 2000, p. 379-387.

Shariatmadari F. The application of zeolite in poultry production. *World's Poultry Science Journal* 2008; 64:76-84.

Shurson GC, Ku PK, Miller ER, Yokoyama MT. Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets of growing swine. *Journal Animal Science* 1984; 59(6):1536-1545.

Stadelman WJ, Cotterill OJ. Egg science and technology. Food Products Press, 3 ed. New York (NY): 1990.

Zigler D. Study affirm microbe resistance. *World Poultry* 1998; 14(9).

CAPÍTULO 3

**NÍVEIS DE CLINOPTILOLITA E CÁLCIO NA DIETA
SOBRE O PERFIL SANGUÍNEO, QUALIDADE DAS EXCRETAS E
DOS OSSOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS**

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a influência de níveis de clinoptilolita e cálcio na dieta sobre o perfil plasmático de cálcio e ácido úrico, qualidade das excretas e dos ossos de poedeiras comerciais, foram utilizadas 576 aves Hisex Brown em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3X4 (três níveis de cálcio - 2,5; 3,1 e 3,7% e quatro níveis de clinoptilolita – 0,0; 0,15; 0,25 e 0,50%), com 12 tratamentos, seis repetições e oito aves por gaiola. O experimento teve duração de 112 dias. As aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar durante este período. As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores estudados sobre ácido úrico plasmático e teor de nitrogênio nas excretas. Efeitos significativos ($p < 0,05$) dos níveis de clinoptilolita foram observados para as porcentagens de cálcio plasmático, sendo que os maiores níveis de cálcio foram observados em aves alimentadas com 0,0 e 0,25% de clinoptilolita. Efeitos significativos dos níveis de cálcio ($p < 0,05$) foram verificados. O aumento do nível de cálcio da dieta propiciou aumento linear das porcentagens de matéria seca e cálcio nas excretas. Conclui-se que uso de clinoptilolita nas rações, de forma geral, não proporcionou efeitos benéficos sobre as concentrações de ácido úrico e cálcio plasmático; não alterou a qualidade óssea das aves e não propiciou melhorias diretas sobre a carga de poluentes nas excretas. A utilização de 3,1% de cálcio nas rações de poedeiras em final de primeiro ciclo de produção é viável, pois não alterou o perfil plasmático de cálcio e a qualidade óssea dessas aves, e ainda diminuiu a carga de cálcio nas excretas, quando comparado ao nível recomendado de 3,7%, contribuindo para um menor impacto ambiental das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE

ácido úrico, aluminossilicato, amônia, poedeiras, qualidade óssea

ABSTRACT

The goal of this experiment was to evaluate the influence of dietary levels of calcium and clinoptilolite on the plasma calcium and uric acid, excreta and bone quality of commercial laying hens. Five hundred and seventy six Hisex Brown layers were used in a 3x4 factorial (three calcium concentrations, 2,5; 3,1 and 3,7%; and four clinoptilolite concentrations, 0,0; 0,15; 0,25 and 0,50%) arranged in a fully randomized design with 12 treatments, six replicates and eight birds per cage. The experiment lasted 112 days. The birds were subjected to similar feeding management during this period. The experimental diets were formulated based on corn and soybean meal. The results were submitted to analysis of variance and the averages compared through Tukey's test at 5% level of significance, using the statistical program SISVAR. There was a significant interaction ($p < 0.05$) between the factors for plasma uric acid and nitrogen content of excreta. Significant effects ($p < 0.05$) of clinoptilolite were observed for the percentage of plasma calcium, and the highest levels of calcium were observed in the birds fed 0.0 and 0.25% clinoptilolite. Isolated significant effects of calcium ($p < 0.05$) were observed. Increasing calcium levels produced a linear increase in the percentages of dry matter and calcium in the excreta. In conclusion, the use of clinoptilolite, in general, did not provide beneficial effects on the concentrations of uric acid and plasma calcium, did not alter bone quality and did not reduce the concentration of pollutants in the excreta. The use of 3.1% of calcium in diets for laying hens at the end of the first production cycle of production is feasible, since it did not change plasma calcium or bone quality, and also reduced the calcium excretion, as compared to recommended level of 3.7%, thus contributing to a lower environmental impact.

KEY WORDS

aluminosilicate, ammonia, bone quality, hens, uric acid

INTRODUÇÃO

A otimização do potencial produtivo das aves está associada a vários fatores, como boas condições de ambiente, de sanidade, melhoramento genético e boa nutrição. Na literatura é possível observar grande variedade de trabalhos, que visam estabelecer resultados ótimos, dentro de cada fator. Essas pesquisas tornam-se cada vez mais elaboradas e complexas, visto o rápido desenvolvimento de tecnologias que ocorre na atualidade.

Entre as pesquisas de nutrição, existem nutrientes que são extensivamente estudados. Dentre os nutrientes mais avaliados para aves, encontra-se o cálcio, mineral de maior prevalência no corpo desses animais e que compreende aproximadamente 1,5% do seu peso (Underwood, 1981; Larbier & Leclercq, 1992; Highfill, 1998), constituindo-se ainda, em mais de um terço dos minerais totais de uma ave adulta (Klasing, 1998), e representando 98% dos constituintes da casca do ovo.

Os estudos sobre cálcio geralmente envolvem níveis de utilização na ração, as fontes de origem, as granulometrias e solubilidades do calcário (Bronner, 1987; Albano Júnior et al., 2000; Pelícia, 2008), as interações que podem ocorrer com outros minerais (Keshavarz, 1986; Junqueira e Rodrigues, 2004) e o uso de aditivos que melhoram a absorção e o aproveitamento do mesmo (Roland et al., 1985; Rabon et al., 1991; Frost et al., 1992).

Entre os aditivos que podem beneficiar a absorção do cálcio e, conseqüentemente, melhorar o desempenho e a qualidade dos produtos finais, encontram-se os aluminosilicatos.

As zeólitas são aluminosilicatos hidratados de metais alcalino, ou alcalino-terrosos, principalmente sódio, potássio, magnésio e cálcio (Luz, 1995). Dentre as zeólitas naturais, a mais abundante é a clinoptilolita, classificada como um tectosilicato (Santúrio et al., 1999; Armbruster, 2001). Sua estrutura é formada por sólidos cristalinos, através da combinação tridimensional de tetraedros à base de óxido de silício (SiO_3) e óxido de alumínio (Al_2O_3) e por uma rede de canais interconectados (Luz, 1995). Devido a esta estrutura, a clinoptilolita possui características singulares, como alta capacidade de troca catiônica e capacidade de adsorver substâncias prejudiciais ao organismo animal, bem como gases e vapores (Mumpton, 1999). Em

decorrência disto, pode promover melhor desempenho em aves, suínos, e outros animais.

Uma das substâncias prejudiciais ao organismo e que é adsorvida pela zeólita, é a amônia (Shurson et al., 1984). A adsorção de amônia é o diferencial desta zeólita, entre os demais aluminosilicatos, sob o ponto de vista nutricional e de sanidade dos animais.

Compostos amoniacais são produzidos através de determinadas reações que ocorrem no organismo animal, entre elas o catabolismo da proteína da dieta e a fermentação efetuada pela flora intestinal (Macari et al., 2002). Em níveis inadequados no intestino, tornam-se tóxicos ao organismo (Zigger, 1998), ocasionando efeitos indesejáveis ao bom funcionamento do mesmo.

Entre estes efeitos, pode-se citar prejuízos à absorção de nutrientes, devido a danos ocasionados na mucosa intestinal; bem como o direcionamento da energia e nutrientes da dieta para reparar tais danos, o que resultaria em prejuízos no desenvolvimento corporal, na produção e na qualidade de produtos finais (Zigger, 1998). Outro efeito seria sobre a absorção de cálcio, devido a possível ativação inadequada de vitamina D no fígado e nos rins. Tais órgãos realizam mecanismos regulatórios para diminuir substâncias tóxicas ao organismo (Macari et al., 2002) e podem ser sobrecarregados com a presença de níveis superiores de amônia.

A absorção alterada de cálcio pode ocasionar efeitos sobre a qualidade óssea das aves. Cálcio e fósforo são elementos cruciais na formação do tecido ósseo, e o balanço entre a mobilização e a deposição desses minerais no osso pode levar a um aumento ou diminuição na sua massa (Pizauro Jr, 2002).

Sob o aspecto ambiental, a formação da amônia pode ocorrer através da decomposição microbiana do nitrogênio existente nos dejetos dos animais, e é emitida na sua forma volátil para o ar (Lima et al., 2004), sendo tóxica para o organismo animal, quando presente em níveis elevados nas instalações, podendo contribuir de forma negativa também na questão da poluição ambiental.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de concentrações de clinoptilolita e níveis de cálcio, sobre o perfil plasmático de ácido úrico e cálcio, qualidade óssea e das excretas de poedeiras comerciais, de modo a obter níveis adequados de utilização da zeólita que favoreçam os metabolismos da amônia e

do cálcio, melhorando a qualidade óssea das aves e reduzindo a excreção de poluentes no meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura de postura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Campus Botucatu. Foram utilizadas 576 aves, Hisex Brown, com 67 semanas de idade no início do experimento, alojadas em aviário de produção com 25m de comprimento por 3,40m de largura, e 72 gaiolas metálicas, com dimensões de 100 cm de comprimento, 45 cm de largura e 40 cm de altura. As aves foram dispostas em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3X4 (três níveis de cálcio e quatro níveis de clinoptilolita) com seis repetições de oito aves por gaiola. Os níveis de cálcio utilizados foram 2,5; 3,1 e 3,7% e os níveis de inclusão de clinoptilolita foram 0,0; 0,15; 0,25 e 0,50%.

O experimento teve duração total de 112 dias. Foi utilizado um programa de luz de 17 horas diárias. Durante todo o período experimental, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar, sendo fornecidas água e ração “ad libitum”. O arraçãoamento foi realizado duas vezes ao dia, sendo a ração nos comedouros homogeneizada. As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e os níveis nutricionais seguiram recomendações de Rostagno et al. (2005), com exceção do cálcio.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais.

Ingredientes	Tratamentos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Milho	56,34	58,38	60,43	56,52	58,57	60,61	56,65	58,69	60,74	56,95	58,99	61,04
Farelo de Soja	15,21	16,52	17,84	15,33	16,65	17,96	15,41	16,72	18,04	15,60	16,92	18,24
Trigo	20,83	15,90	10,96	20,39	15,46	10,52	20,09	15,16	10,23	19,36	14,42	9,49
Calcário*	5,66	7,19	8,72	5,65	7,17	8,70	5,64	7,17	8,69	5,62	7,15	8,67
Fosfato Bicálcico	1,00	1,07	1,13	1,01	1,07	1,14	1,01	1,08	1,14	1,02	1,09	1,15
Metionina	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Lisina	0,16	0,15	0,13	0,16	0,14	0,13	0,16	0,14	0,12	0,16	0,14	0,12
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sup. Mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sup. Vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Adsorvente	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Clinoptilolita	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional estimada												
Energia Metabolizável. (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78	14,78
Cálcio (%)	2,50	3,10	3,70	2,50	3,10	3,70	2,50	3,10	3,70	2,50	3,10	3,70
Fósforo Disponível (%)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Metionina Total (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Metionina + Cistina Total (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Lisina Total (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73

¹ Enriquecimento mineral por kg de ração: Cu: 8 mg; Fe:50 mg; Mn: 70 mg; Zn:50 mg; I: 1,2 mg; Se: 0,2 mg. ² Enriquecimento vitamínico por kg de ração: Vit. A: 7000 UI; vit. D3: 2000 UI; vit. E: 5 mg; vit. K3: 1,6 mg; vit. B2: 3mg; vit. B12: 8 mcg; Niacina: 20 mg; Ácido Pantotênico: 5 mg; Antioxidante: 15 mg. * Calcário calcítico 100% fino.

Ao final de 112 dias, foram avaliados o perfil de ácido úrico e cálcio plasmático; qualidade das excretas, através das porcentagens de matéria seca, nitrogênio e cálcio; e qualidade óssea, através da densidade mineral óssea, resistência à quebra e porcentagem de cinzas, das tíbias das aves.

Para análise do perfil de ácido úrico e cálcio no plasma, foram coletados três mililitros de sangue de seis aves por tratamento, por intermédio da veia braquial, com auxílio de seringas (5 mL) e agulhas 0,55X20mm. O material coletado foi imediatamente transferido da seringa para “vacutainers” contendo anticoagulante (heparina sódica), e estes foram depositados em caixas térmicas com gelo.

Todas as coletas foram efetuadas pela manhã, imediatamente antes do momento da postura dos ovos, para minimizar possíveis interferências nos níveis de cálcio plasmático.

Após a coleta, as amostras foram centrifugadas a uma rotação de 5000 rpm por 10 minutos, sendo posteriormente pipetadas para retirada do plasma. Este material foi transferido para “ependorfs” que foram congelados em freezer até a leitura dos níveis das substâncias a serem avaliadas.

As concentrações de ácido úrico e cálcio plasmático foram determinadas com a utilização de kits comerciais, e o aparelho espectrofotômetro CELM - modelo SB-190, no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus Botucatu.

Para análise das excretas, duas amostras por tratamento foram coletadas a cada 24 horas, por três dias consecutivos, em bandejas protegidas por revestimento plástico colocadas debaixo das gaiolas. Cada amostra foi homogeneizada e pesada para posterior realização de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas. Após a secagem, as amostras foram colocadas em dessecadores para que atingissem temperatura ambiente evitando, desta forma, umidade do ambiente, e novamente foram pesadas para obtenção do cálculo da matéria seca (Embrapa, 2005).

O teor de nitrogênio das excretas foi determinado segundo metodologia da Embrapa (2005). Para a concentração de cálcio foi efetuada, primeiramente, a digestão nitro-perclórica das amostras segundo metodologia da Embrapa (2005), sendo as soluções resultantes desse processo analisadas por espectrofotometria de absorção

atômica, no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, UNESP, campus Botucatu.

Para o estudo da qualidade óssea, foram abatidas seis aves por tratamento (uma por repetição), sendo retiradas as tíbias esquerdas dessas aves, as quais foram analisadas, inicialmente, quanto a suas densidades minerais, por meio da densitometria óptica de suas imagens radiografadas, expressa em milímetros de alumínio (mm de Al), segundo Louzada (1994). Nesta análise, os ossos encontravam-se em estado natural, apenas descarnados manualmente (Figura 1).



Figura 1. Amostras de tíbias utilizadas nas análises de qualidade óssea.

Os ossos foram radiografados com o auxílio de um aparelho de raios-X, marca Siemens, modelo Tridoro 812, calibrado e com distância foco-filme de 1 metro. Os filmes radiográficos utilizados foram de marca P-MATG/RA Kodak, de base preta e chassi de 24x30cm. Paralelamente, foi colocada na região central do chassi uma escada de alumínio (penetrômetro), que foi utilizada como referencial densitométrico, constituída de 12 degraus, sendo que o primeiro possuía 0,5 milímetros de espessura, variando a seguir de 0,5 em 0,5 milímetros até o décimo degrau; o décimo primeiro possuía 6,0 milímetros de espessura e o décimo segundo 8,0 milímetros. Cada degrau

possuía 5 por 25 milímetros² de área. A técnica radiográfica utilizada nas coletas foi de 37 kV, 200 mA e 4 mAs.

As leituras das densidades minerais ósseas foram feitas após a digitalização das radiografias (Figura 2) por meio de um scanner A3 scaníon. As imagens escaneadas foram submetidas ao programa computacional Image-Pro Plus, Media Cybernetics, versão 4.1, onde foi realizada a calibração da densidade do penetrômetro, e em seguida foram auferidas as medidas de densidade.

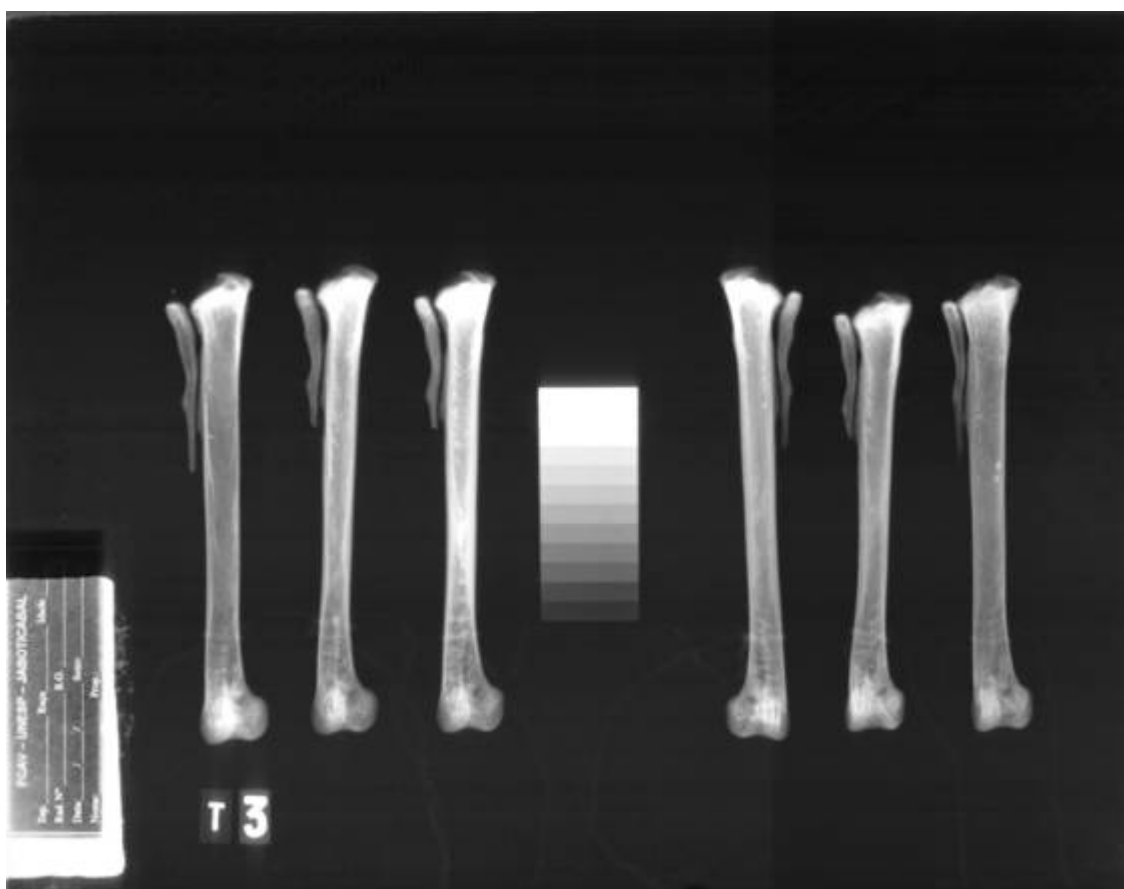


Figura 2. Imagem digitalizada da radiografia efetuada em tíbias de aves alimentadas com níveis de clinoptilolita e de cálcio.

Após as análises de densidade mineral óssea, a resistência dos ossos à quebra foi efetuada. Os ossos utilizados nesta etapa, ainda se encontravam em estado natural, apenas descarnados manualmente. Esta análise foi efetuada por meio de uma célula específica acoplada ao equipamento Texture Analyser TA. XT Plus, com a utilização da sonda Blade Set HDP/BS (Figura 3), velocidade de pré teste de 2 mm/segundo;

velocidade do teste 1,0 mm/segundo e velocidade pós teste 40 mm/segundo. As tíbias foram acomodadas e centralizadas em suporte com vão livre de 6cm. Somente com a fixação de um vão livre para a realização das avaliações de resistência, pode-se comparar os valores (gramas força) encontrados. Na Figura 4 pode-se verificar a posição dos ossos no aparelho utilizado nos ensaios de resistência óssea. Um programa computacional registrou a força necessária para que ocorresse a quebra total dos ossos e os valores foram expressos em grama força.



Figura 3. Equipamento Texture Analyser TA. XT Plus e sonda Blade Set HDP/BS utilizados nas análises de resistência óssea.



Figura 4. Posição da peça óssea durante as avaliações de resistência óssea.

Posteriormente à análise de resistência à quebra, os ossos foram pesados em balança analítica digital, tendo seu peso anotado. O material ósseo pesado foi distribuído em cadinhos identificados e previamente pesados, os quais foram levados a uma mufla a 800°C por 3 horas. Logo após, as amostras foram colocadas em dessecadores para que atingissem temperatura ambiente evitando, desta forma, umidade do ambiente, e novamente foram pesadas para obtenção do cálculo da porcentagem de cinzas ósseas.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SISVAR, de acordo com Ferreira (1998). Os valores obtidos para todas as características, dentro dos tratamentos, foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Análises de regressão foram utilizadas quando cabíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil de ácido úrico e cálcio plasmático

Os dados referentes ao perfil de ácido úrico e cálcio plasmático são apresentados na Tabela 2. Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores estudados para a concentração de ácido úrico no plasma. As médias dessas interações podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 2. Concentrações plasmáticas de cálcio e ácido úrico de aves suplementadas com clinoptilolita em rações com níveis de cálcio.

	CÁLCIO (mg/dL)	ÁCIDO ÚRICO (mg/dL)
CLINOPTILOLITA (%)		
0,00	16,67A	10,82
0,15	15,72B	6,81
0,25	16,73A	7,15
0,50	10,87C	10,91
CÁLCIO (%)		
2,5	15,22	9,59
3,1	14,88	9,32
3,7	14,90	7,86
Média	15,00	8,92
CV (%)	7,08	34,02
PROBABILIDADE		
CLINOPTILOLITA	0,000	0,000
CÁLCIO	0,466	0,112
CLINO x CÁLCIO	0,991	0,000

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com a Tabela 2, as médias para as concentrações de cálcio e de ácido úrico plasmático foram, respectivamente, 15,00 e 8,92 mg/dL.

Constatou-se efeitos significativos ($p < 0,05$) isolados dos níveis de clinoptilolita sobre a concentração de cálcio plasmático. Os maiores níveis de cálcio no plasma foram observados em aves que receberam suplementação de 0,25% de clinoptilolita na dieta e em aves que foram arraçadas sem a suplementação da mesma na ração. Com o nível de 0,15% observou-se uma concentração intermediária de cálcio plasmático e com o nível de 0,50% da zeólita, constatou-se o menor nível do mineral. Logo, de acordo com os dados obtidos, a zeólita influenciou a concentração do mineral no plasma, porém não

trouxe efeitos benéficos, uma vez que as aves que não receberam o aluminosilicato na dieta apresentaram níveis de cálcio plasmático estatisticamente semelhantes ($p>0,05$) às aves suplementadas com 0,25% de clinoptilolita, não sendo viável, portanto, o uso do aditivo para este fim. Tais resultados confirmam os dados verificados por Frost et al. (1992), os quais não verificaram efeitos benéficos da utilização de zeólitas (0,75%) na ração sobre a concentração de cálcio plasmático total de galinhas poedeiras. O mesmo foi observado também por Roland et al. (1985), trabalhando com níveis variando entre 0,0 a 1,5% de zeólita na dieta de poedeiras. Entretanto, Leach Júnior et al. (1990) verificaram efeitos significativos ($p<0,05$) do uso de zeólitas na dieta sobre os níveis de cálcio sanguíneo. Os autores observaram que ocorreu aumento na concentração deste mineral no sangue com o aumento dos níveis de zeólita na dieta (0,0; 0,75 e 1,5%) de frangos de corte. Os resultados contraditórios acima citados ocorreram, provavelmente, devido a diversos fatores, entre eles, aos distintos tipos de zeólitas utilizados nos tratamentos, originando diferenças quanto às suas características físico-químicas e, conseqüentemente, quanto à capacidade de troca catiônica e de adsorção de cada uma; diferentes linhagens e idade das aves avaliadas e níveis de utilização do aluminosilicato.

Não foram verificadas diferenças significativas ($p>0,05$) dos níveis de cálcio sobre as concentrações de cálcio e ácido úrico plasmático. Outros autores também observaram a ausência de efeitos significativos dos níveis de cálcio sobre a concentração do mesmo no sangue. Pelícia (2008) trabalhando com quatro níveis de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%) na dieta de poedeiras semipesadas em final de primeiro ciclo produtivo não observou diferenças significativas nos níveis sanguíneos deste mineral. Roland et al. (1985) não verificaram alterações significativas nas concentrações de cálcio sanguíneo, trabalhando com dois níveis de cálcio (2,75 e 4,00%) para poedeiras. No entanto, dados adversos aos observados neste estudo foram relatados também por outros autores. Pelícia (2008) em continuação à pesquisa citada anteriormente, trabalhou com os mesmos níveis de cálcio do primeiro experimento, porém desta vez, para poedeiras em segundo ciclo produtivo, e verificou aumento linear do nível de cálcio plasmático à medida que se aumentava o nível de cálcio dietético. Leach Júnior et al. (1990) também observaram alterações crescentes nos níveis do mineral no soro de frangos de corte, conforme a concentração de cálcio da dieta aumentava.

Os dados citados acima são contraditórios, e novamente, o motivo para isto pode ser o fato de que as pesquisas possuem metodologias diversificadas, uso de diferentes linhagens e espécie de aves, diferentes períodos de produção, e principalmente, diferentes níveis de cálcio dietético avaliados, o que segundo Macari et al. (2002) pode contribuir para a taxa de absorção desse mineral nas aves.

A homeostase do cálcio mantém os níveis deste mineral nos fluidos extracelulares constantes (Macari et al., 2002). No presente estudo, as aves que receberam níveis marginais de cálcio na dieta (2,5 e 3,1%) apresentaram concentrações do mesmo mineral constantes no plasma. A falta deste nutriente via alimentação foi, provavelmente, compensada pela reabsorção de cálcio nos rins e nos ossos.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio para a concentração plasmática de ácido úrico.

CÁLCIO (%)	CLINOPTILOLITA (%)			
	0,00	0,15	0,25	0,50
	Ácido Úrico (mg/dL)			
2,5	18,54aA	6,09b	7,82b	5,90bB
3,1	7,77bB	7,38b	4,85b	17,30aA
3,7	6,15B	6,96	8,79	9,53B

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas diferentes na linha diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Analisando-se a Tabela 3, verifica-se que houve influência dos níveis de clinoptilolita ($p < 0,05$) sobre a concentração de ácido úrico nas aves alimentadas com dietas contendo 2,5 e 3,1% de cálcio. As aves que receberam rações contendo 2,5% de cálcio apresentaram as menores concentrações de ácido úrico plasmático quando em combinação com a zeólita na dieta, independentemente do nível usado. Para as aves que foram alimentadas com dietas contendo 3,1% de cálcio, os menores níveis de ácido úrico foram observados nas aves que não receberam suplementação da zeólita e nos animais que receberam a suplementação em até 0,25%. O nível máximo de utilização do aluminossilicato em dietas com 3,1% de cálcio, proporcionou o pior nível de ácido úrico no plasma das aves. Poedeiras arraçadas com 3,7% de cálcio não sofreram influência da clinoptilolita sobre a concentração de ácido úrico no plasma.

Diante desses resultados, parece que a zeólita foi mais efetiva dentro da dieta com nível marginal de cálcio. Leach Júnior et al. (1990) também observaram maior

efetividade da zeólita quando utilizada em dietas com níveis marginais de minerais. Entretanto, são escassos os trabalhos na literatura que avaliam a concentração de ácido úrico no sangue em decorrência da utilização da clinoptilolita (ou qualquer outro aluminosilicato) na dieta, o que não permite comparação ampla de resultados.

As pesquisas existentes sobre o uso de zeólitas na alimentação de aves, geralmente avaliam a influência destas sobre a concentração de cálcio sanguíneo (Roland et al., 1985; Frost et al., 1992).

Analisando-se ainda a Tabela 3, constata-se que as aves que receberam tratamentos sem suplementação do aluminosilicato e aves alimentadas com rações contendo 0,50% do mesmo, sofreram influência ($p < 0,05$) dos níveis de cálcio.

Os valores de ácido úrico no plasma das aves arraçadas sem suplementação de clinoptilolita diminuíram significativamente com o aumento do nível de cálcio na dieta, sendo obtido um nível de 18,54 mg/dL no plasma de aves que receberam 2,5% de cálcio nas rações e uma concentração de 6,15 mg/dL em aves alimentadas com 3,7% do mineral. Já no grupo das aves que se alimentaram de dietas contendo 0,50% de clinoptilolita, o maior nível de ácido úrico verificado foi com o uso de 3,1% de cálcio na ração.

Os níveis mais elevados de ácido úrico, verificados em aves não suplementadas com zeólita e que receberam 2,5% de cálcio na dieta, podem ser explicados por um possível consumo superior de alimento por estas, na tentativa de regular a quantidade de cálcio ingerido pelo organismo. No primeiro experimento, pode-se observar que não houve diferença estatística para o consumo de ração entre as aves que receberam níveis diferenciados de cálcio na dieta. Porém, constatou-se tendência de aumento no consumo, quando os níveis de cálcio foram diminuídos. Por sua vez, a conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos produzidos foi pior significativamente ($p < 0,05$) para aves alimentadas com o menor nível de cálcio.

Um maior consumo de ração ocasiona diferenças na quantidade de alimento que chega no trato gastrointestinal para ser digerido e absorvido. Diante disso, pode haver maior produção de compostos amoniacais decorrentes do processo de digestão da proteína da dieta, bem como maior quantidade de nutrientes presentes na luz intestinal e que podem servir como substrato para a fermentação microbiana intestinal, ocasionando produção de amônia. A amônia pode sofrer transformações para sua forma menos

tóxica, pelo fígado, e ser liberada na corrente sanguínea em níveis maiores. Porém, esta explicação, não pode ser atribuída às aves que foram suplementadas com 0,50% de clinoptilolita na dieta, pois o maior nível de ácido úrico ocorreu em aves alimentadas com 3,1% de cálcio na ração, sendo que os níveis de 2,5 e 3,7% de cálcio apresentaram concentrações semelhantes da substância no organismo, ocorrendo uma desuniformidade nesses dados se comparados aos resultados anteriormente citados. Não foi encontrado um motivo aparente, dentro dos mecanismos fisiológicos, para que isso ocorresse.

Teores de cálcio e nitrogênio das excretas

A porcentagem de matéria seca e os teores de nitrogênio e cálcio (expressos na matéria seca) das excretas podem ser observados na Tabela 4. Houve interação significativa entre os níveis de cálcio e clinoptilolita apenas sobre a porcentagem de nitrogênio das fezes, e as médias referentes a essa interação são apresentadas na Tabela 5. Efeitos significativos ($p < 0,05$) isolados dos níveis de cálcio foram verificados sobre as porcentagens de matéria seca e de cálcio.

Tabela 4. Porcentagem de matéria seca (MS) e teores de nitrogênio (N) e cálcio (Ca), expressos na matéria seca, das excretas de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e cálcio.

	MS (%)	N (%)	Ca (%)
CLINOPTILOLITA (%)			
0,00	27,60	5,09	5,62
0,15	28,69	5,04	6,00
0,25	28,27	5,23	5,76
0,50	27,70	4,97	5,53
CÁLCIO (%)			
2,5	27,43B	5,13	3,79C
3,1	28,03AB	5,08	5,69B
3,7	28,73A	5,04	7,70A
Média	28,06	5,08	5,73
CV (%)	6,15	5,10	17,04
PROBABILIDADE			
CLINOPTILOLITA	0,206	0,000	0,496
CÁLCIO	0,041	0,190	0,000
CLINO x CÁLCIO	0,135	0,000	0,158

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme a Tabela 4, a média para matéria seca das excretas foi de 28,06%. Não houve influência ($p>0,05$) da utilização de clinoptilolita sobre as porcentagens de matéria seca e de cálcio nas fezes, porém ocorreram efeitos significativos dos níveis de cálcio avaliados sobre essas características.

A ausência de efeitos da clinoptilolita sobre a porcentagem de matéria seca das excretas não confirma os dados verificados por Nakaue e Koelliker (1981). Esses autores observaram aumento no teor de matéria seca das excretas de poedeiras conforme se aumentava o nível de clinoptilolita na ração (0,0; 2,5; 5,0 e 10,0%). A contradição existente entre os dados do presente trabalho e os resultados relatados por Nakaue e Koelliker (1981) podem decorrer da diferença dos níveis de suplementação utilizados. Estes autores usaram níveis muito superiores aos utilizados nesta pesquisa. O aumento verificado nos teores de matéria seca pelos autores é benéfico para o ambiente de criação, uma vez que o odor de amônia no mesmo é reduzido quando as fezes encontram-se mais secas.

Também não ocorreram efeitos significativos ($p>0,05$) dos níveis de clinoptilolita sobre a porcentagem de cálcio nas fezes; porém, a presença da zeólita nas rações deveria ocasionar diminuição nos níveis de excreção desse mineral, levando-se em consideração a hipótese de que o aluminossilicato favorece a absorção e o aproveitamento do cálcio pelo organismo da ave. Entretanto, parece que a hipótese formulada não foi efetiva no presente trabalho, uma vez que o uso da clinoptilolita não influenciou beneficamente os níveis plasmáticos e de excreção do cálcio.

Houve aumento no teor de matéria seca das dejeções com a elevação do nível de cálcio dietético. Na Figura 5 encontram-se a representação gráfica e a equação de regressão linear.

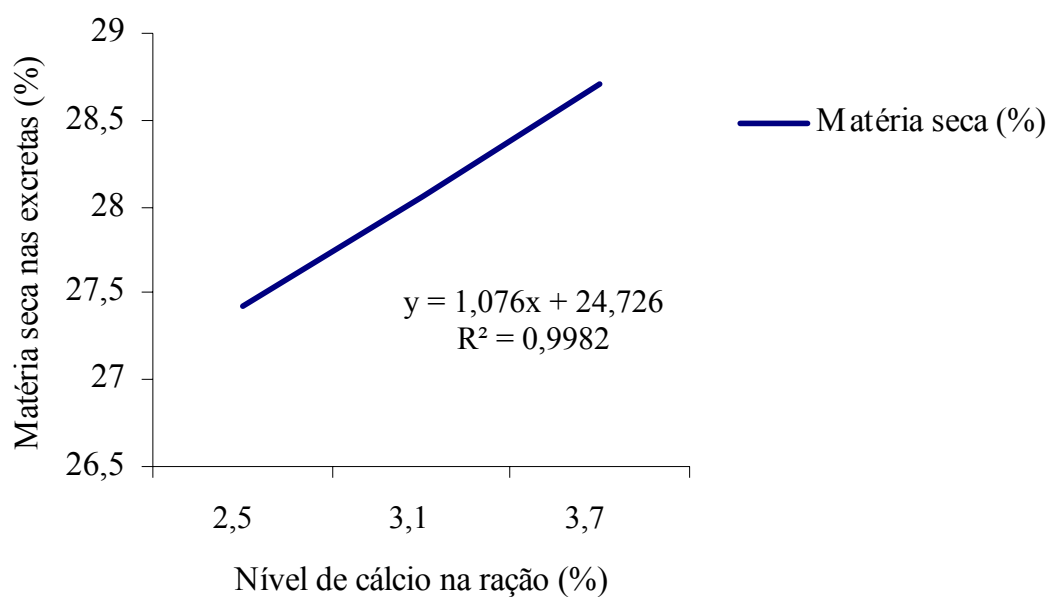


Figura 5. Porcentagem de matéria seca nas excretas de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis crescentes de cálcio.

Houve também aumento da porcentagem de cálcio nas excretas com a elevação do nível de cálcio dietético, sendo o teor médio deste mineral nas fezes de 5,73%. A representação gráfica e a equação de regressão linear são apresentadas na Figura 6.

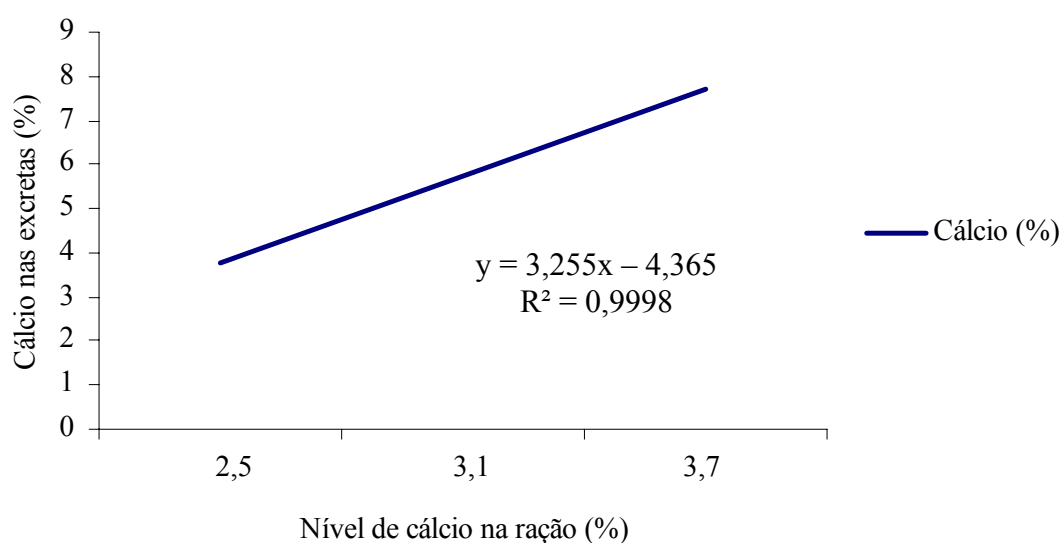


Figura 6. Teor de cálcio, expresso na matéria seca, das excretas de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis crescentes de cálcio.

Resultados semelhantes foram relatados por Pelícia (2008). O autor trabalhou com níveis crescentes de cálcio na dieta e observou aumento linear ($p<0,01$) nas concentrações deste mineral nas fezes quando se elevaram os níveis de cálcio nos tratamentos. Chowdhry & Smith (2002) também observaram efeito linear crescente do aumento dos níveis de cálcio na dieta sobre as perdas deste mineral nas fezes e redução na retenção do mesmo. Os resultados encontrados, no presente estudo, para os níveis de cálcio excretados podem ser explicados pelo fato de que aves submetidas a níveis mais altos de cálcio dietético possuem a taxa de absorção desse mineral diminuída em relação a aves submetidas a dietas com níveis menores de cálcio (Keshavarz & Nakajima, 1993; Macari et al., 2002), na tentativa de suprir a real demanda do organismo pelo mineral.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio sobre a porcentagem de nitrogênio, expressa na matéria seca, das excretas.

CÁLCIO (%)	CLINOPTILOLITA (%)			
	0,00	0,15	0,25	0,50
	Nitrogênio (%)			
2,5%	5,27aA	4,88bB	5,32a	5,06abA
3,1%	5,00B	5,10A	5,13	5,09A
3,7%	5,00abB	5,14aA	5,23a	4,78bB

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas diferentes na linha diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p\leq 0,05$).

Analisando-se a Tabela 5 verifica-se que houve influência dos níveis de clinoptilolita ($p<0,05$) dentro dos níveis de 2,5 e 3,7% de cálcio. Aves alimentadas com 2,5% de cálcio apresentaram os menores valores de nitrogênio nas excretas, quando receberam 0,15% de suplementação de clinoptilolita. A ausência de suplementação ou a adição de 0,25% de zeólita proporcionaram maiores níveis de nitrogênio excretados. A adição de 0,50% do aluminossilicato propiciou porcentagens intermediárias de nitrogênio nas fezes. Entretanto, os mesmos resultados não foram verificados para as fezes de aves alimentadas com dietas que continham 3,7% de cálcio. Nestes tratamentos, a menor porcentagem de nitrogênio nas excretas foi obtida em poedeiras que receberam a adição de 0,50% de clinoptilolita na ração. Os tratamentos com níveis de 0,15 e 0,25% de suplementação da zeólita proporcionaram os maiores índices de excreção de nitrogênio, e as dietas que não receberam o aluminossilicato propiciaram um nível intermediário de excreção de nitrogênio.

Os dados relatados acima são inconsistentes, não se enquadrando dentro dos esperados para este estudo, que seriam relativos a diminuição linear na concentração de nitrogênio nas fezes com o aumento da suplementação de zeólita; ou talvez a proposta de um nível ótimo de utilização do aditivo, que proporcionasse um menor nível de nitrogênio excretado, diminuindo assim a quantidade de substrato para formação de amônia volátil nas fezes, acarretando benefícios para a saúde animal, para a saúde dos trabalhadores rurais e para o meio ambiente.

Dados inconsistentes sobre o teor de nitrogênio nas fezes de poedeiras alimentadas com níveis de clinoptilolita foram observados também por Nakaue e Koelliker (1981).

Avaliando-se novamente a Tabela 5, observa-se que os níveis de cálcio influenciaram ($p < 0,05$) a porcentagem de nitrogênio nas excretas de aves alimentadas sem suplementação da zeólita e com adição da mesma em 0,15 e 0,50%. Dentro dos tratamentos sem a adição do aluminosilicato, o nível de 2,5% de cálcio proporcionou um aumento significativo ($p < 0,05$) na excreção do nitrogênio. Já entre as dietas que receberam 0,15% de clinoptilolita, os maiores índices de nitrogênio nas fezes foram observados quando a suplementação foi associada a dietas possuindo 3,1 e 3,7% de cálcio. Finalmente, a suplementação de 0,50% do aditivo proporcionou maiores níveis de nitrogênio nas excretas quando associada aos níveis de 2,5 e 3,1% de cálcio.

Qualidade óssea

Os dados referentes à qualidade óssea são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Densidade mineral óssea total e nas regiões da epífise proximal (EP), diáfise (DF) e epífise distal (ED) em tíbias de poedeiras comerciais alimentadas com níveis de clinoptilolita e cálcio.

	TOTAL (mm de Al)	EP (mm de Al)	DF (mm de Al)	ED (mm de Al)
CLINOPTILOLITA				
(%)				
0,00	9,07	3,39	2,37	3,31
0,15	9,86	3,81	2,49	3,56
0,25	8,94	3,44	2,36	3,14
0,50	9,40	3,54	2,44	3,42
CÁLCIO (%)				
2,5	9,12	3,40	2,28	3,44
3,1	9,38	3,50	2,42	3,46
3,7	9,44	3,73	2,54	3,17
Média	9,32	3,54	2,41	3,36
CV (%)	18,55	21,23	23,74	23,34
PROBABILIDADE				
CLINOPTILOLITA	0,398	0,348	0,906	0,431
CÁLCIO	0,786	0,311	0,281	0,366
CLINO x CÁLCIO	0,150	0,060	0,336	0,334

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Analisando-se a característica de densidade mineral óssea, não se constatou interação significativa entre os fatores estudados. Não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) isolados dos níveis de clinoptilolita e de cálcio sobre esta característica, nas três regiões padronizadas para a realização da leitura dos dados e sobre a totalidade das mesmas. As médias verificadas para esta característica, foram 3,54, 2,41 e 3,36 milímetros de alumínio para epífise proximal, diáfise e epífise distal, respectivamente; e 9,32 milímetros de alumínio para a densidade mineral óssea total.

A ausência de efeitos ($p > 0,05$) dos níveis de clinoptilolita sobre a densidade mineral das tíbias indica que a utilização da zeólita não interferiu nos processos de mobilização e deposição de cálcio nos ossos. Entretanto, houve tendência de maiores valores para a utilização de 0,15% da zeólita.

Pesquisas que envolvam níveis de clinoptilolita (ou outro aluminossilicato) e densidade mineral óssea de aves são escassas na literatura, sendo necessária a realização de mais trabalhos na área, para que possa ocorrer uma comparação ampla de resultados e a determinação da real influência das zeólitas sobre a densidade óssea.

A falta de resultados significativos ($p > 0,05$) dos níveis de cálcio sobre a densidade mineral óssea, no presente estudo, concorda com os dados verificados por Araújo et al. (2006), que trabalharam com níveis de cálcio para frangos de corte (0,8 e 0,6%) e não detectaram diferenças na densidade mineral das tíbias. Entretanto, em estudo realizado por Schreiweis et al. (2003), diferenças na densidade mineral óssea de poedeiras foram verificadas com a utilização de dietas contendo níveis de cálcio (5,4; 3,6 e 1,8%, respectivamente), concluindo-se que a densidade mineral seguiu uma tendência linear negativa com a diminuição do cálcio da dieta. Almeida Paz et al. (2008) também verificaram alterações na densidade mineral das tíbias de poedeiras alimentadas com 3,8 e 1,8% de cálcio, sendo que a utilização do menor nível deste mineral proporcionou densidades estatisticamente inferiores.

Embora, no presente estudo, não tenham ocorrido efeitos significativos ($p > 0,05$) dos níveis de cálcio sobre a densidade das tíbias, houve tendência de maiores valores conforme a porcentagem de cálcio na ração aumentava.

Tabela 7. Resistência à quebra e porcentagem de cinzas de tíbias de poedeiras alimentadas com rações contendo níveis de clinoptilolita e cálcio.

	RESISTÊNCIA (grama força)	CINZAS (%)
CLINOPTILOLITA (%)		
0,00	7.320,24	53,84
0,15	6.813,31	55,33
0,25	6.556,36	55,01
0,50	7.714,89	53,71
CÁLCIO (%)		
2,5	7.157,17	55,11
3,1	7.334,88	54,52
3,7	6.811,55	53,78
Média	7.101,20	54,47
CV (%)	24,35	7,85
PROBABILIDADE		
CLINOPTILOLITA	0,195	0,578
CÁLCIO	0,569	0,562
CLINO x CÁLCIO	0,462	0,516

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Considerando-se resistência dos ossos à quebra e porcentagem de cinzas ósseas, os resultados demonstram não haver interação significativa entre os fatores estudados e

nem efeitos significativos ($P>0,05$) isolados dos níveis de clinoptilolita e cálcio sobre tais características. A média geral obtida para resistência à quebra foi de 7.101,20 gramas força e para o teor de cinzas ósseas foi 54,47%.

A ausência de interação entre os fatores estudados discorda dos dados verificados por Leach Júnior et al. (1990). Os autores trabalharam com três níveis de inclusão de zeólita sintética (0,0; 0,75 e 1,5%) e cinco níveis de cálcio (0,31; 0,39; 0,47; 0,59 e 1,01%) na dieta de frangos de corte e observaram que a adição da zeólita à dieta aumentou o teor de cinzas ósseas em aves alimentadas com dietas contendo baixos níveis de cálcio e diminuiu a porcentagem de cinzas nos ossos de aves que receberam cálcio em proporções adequadas.

Ausência de efeitos significativos ($p>0,05$) de níveis de cálcio na dieta (3,8 e 1,8%) para poedeiras, sobre a resistência de tíbias à quebra também foi verificada por Almeida Paz et al. (2008), concordando com os dados do presente estudo.

Os resultados observados para porcentagem de cinzas ósseas discordam dos observados por Leach Júnior et al. (1990). Os autores verificaram que com o aumento do teor de cálcio na dieta, aumentava-se a calcificação óssea, o que não ocorreu neste estudo.

A ausência de efeitos significativos dos níveis de clinoptilolita e dos níveis de cálcio nesta pesquisa demonstra que o organismo das aves, provavelmente, realizou efetivamente mecanismos regulatórios para manter o nível extracelular de cálcio constante; não havendo necessidade de mobilizar este mineral dos ossos, mantendo a qualidade do mesmo.

Os resultados contraditórios relatados tanto para densidade mineral óssea quanto para resistência das tíbias à quebra e para teor de cinzas ósseas podem decorrer do fato de que as pesquisas possuem metodologias diversificadas, uso de diferentes linhagens e espécie de aves, diferentes períodos de produção, diferentes origens e níveis de zeólitas suplementadas, diferentes solubilidades do calcário utilizado na fabricação das rações e amplitudes dos níveis de cálcio dietético avaliados, o que segundo Macari et al. (2002) pode contribuir para a taxa de absorção desse mineral nas aves.

Mais estudos sobre os efeitos de diferentes níveis de clinoptilolita e níveis de cálcio sobre a qualidade óssea de aves são necessários, devido aos resultados contraditórios encontrados nos trabalhos de pesquisa existentes na área.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente estudo, o uso de clinoptilolita nas rações não proporciona efeitos benéficos sobre as concentrações de ácido úrico e cálcio plasmático; não altera a qualidade óssea das aves e não propicia melhorias diretas sobre a carga de poluentes nas excretas.

A utilização de 3,1% de cálcio nas rações de poedeiras em final de primeiro ciclo de produção é viável, pois não altera o perfil plasmático de cálcio e a qualidade óssea dessas aves, e ainda diminui o nível de cálcio nas excretas, quando comparada ao nível recomendado de 3,7%, contribuindo para um menor impacto ambiental das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albano Júnior M, Albuquerque R, Lima CG, Ghion E, Lima FR, Morais CSD. Desempenho e qualidade dos ovos de diferentes linhagens de poedeiras comerciais pós-muda forçada recebendo rações com níveis variáveis de cálcio. *Brazilian Journal Veterinary Research Aniamal Science*, 2000; 37(4).
- Almeida Paz ICL, Mendes AA, Balog A, Komiyama CM, Takahashi SE, Almeida ICL, Garcia EA, Vulcano LC, Ballarin AW, Martins MRFB, Bueno LGF. Qualidade óssea, produção e qualidade de ovos de poedeiras semi-pesadas em primeiro ciclo de produção. *Pubvet*, 2(23), Junho, 2008. Disponível em <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=249>
- Araújo CSS, Artoni SMB, Araújo LF, Junqueira OM, Louzada MJQ, Oliveira D. Densidade óssea de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante a fase final de criação. *Acta Scientarium Animal Science* 2006; 28(2):203-208.
- Armbruster T. Clinoptilolite-heulandite: applications and basic research. *Zeolites and Mesoporous Material at the Dawn* 2001; 21:127-135.
- Bronner F. Intestinal calcium absorption: mechanisms and applications. *Journal Nutrition* 1987; 117:1347-1352.
- Chowdhry SR, Smith TK. Dietary interaction of 1,4-diaminobutane (putrscine) and calcium on eggshell quality and performance in layng hens. *Poultry Science* 2002; 81:84-91.
- Embrapa Pecuária Sudeste. Manual de laboratórios: solo, água, nutrição animal e alimentos. São Carlos (SP): ICT, 2005.
- Ferreira DF. Programa Sisvar.exe. Sistema de Análises de Variância. Versão 3.04, 1998.

Frost TJ, Roland SR DA, Barnes DG, Laurent SM. The effect of sodium and cholecalciferol on plasma levels of 1,25 dihydroxycholecalciferol, calcium, and phosphorus in commercial leghorns. *Poultry Science* 1992; 71:886-893.

Highfill C. Calcium, phosphorus and vitamin D3 in your birds diet. *Winged Wiston Pet Bird Magazine*. April Magazine, 1998.

Junqueira OM, Rodrigues EA. Balanço de cálcio e fósforo em poedeiras comerciais. In: Berchieri Júnior A. Atualização em avicultura para poedeiras comerciais. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2004.

Keshavarz K. The effect of dietary levels of calcium and phosphorus on performance and retention of these nutrients by laying hens. *Poultry Science* 1986; 65(1):114-121.

Keshavarz K, Nakajima S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Science* 1993; 72(1):144-153.

Klasing KC. Comparative avian nutrition. Wallingford (UK): CABI Publishing; 1998.

Larbier M, Leclercq B. Nutrition and feeding of poultry. In: Wiseman J (Editor), Nottingham: England, 1992.

Leach Júnior RM, Heinrichs BS, Burdette J. Broiler chicks fed low calcium diets. 1: influence of zeolite on growth rate and parameters of bone metabolism. *Poultry Science* 1990; 69:1535-1539.

Lima AMC, Nääs IA, Baracho MS, Miragliotta MY. Ambiente e bem-estar. In: Mendes, AA.; Nääs, IA.; Macari, M. Produção de frangos de corte. Campinas (SP): FACTA; 2004.

Louzada MJQ. Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas: estudos "in vitro". [Tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 1994.

Luz AB. Zeólitas: propriedades e usos industriais. Rio de Janeiro (RJ), Cetem; 1995. (Série Tecnologia Mineral, n.68)

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 1 ed. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2002.

Mumpton FA. La roca majica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings... National Academy of Science of the USA* 1999; 96:3463-3470.

Nakaue HS, Koelliker JK. Studies with clinoptilolite in poultry. I. effect of feeding varying levels of clinoptilolite (zeolite) to dwarf single comb with leghorn pullets and ammonia production. *Poultry Science* 1981; 60:944-949.

Pelícia K. Efeito dos níveis de cálcio, fósforo e granulometria de calcário na dieta de poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. [Tese]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista; 2008.

Pizauro Júnior JM. Hormônios e regulação do tecido ósseo. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2002.

Rabon HW, Roland SR DA, Bryant M, Barnes DG, Laurent SM. Influence of sodium zeolite A with and without pullet-sized limestone or oyster shell on eggshell quality. Poultry Science 1991; 70:1943-1947.

Roland SR DA, Laurent SM, Orloff HD. Shell quality is influenced by zeolite with high ion-exchange capability. Poultry Science 1985; 64:1177-1187.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed. Viçosa (MG): UFV; 2005.

Santurio JM, Mallmann CA, Rosa AP, Appel G, Heer A, Dageforde S, Bottcher M. Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens in intoxicated with aflatoxin. British Poultry Science 1999; 40:115-119.

Schreiweis MA, Orban JI, Ledur MC, Hester PY. The use densitometry to detect differences in bone mineral density and content of live white Leghorns fed varying levels of dietary calcium. Poultry Science 2003; 82:1292-1301.

Shurson GC, Ku PK, Miller ER, Yokoyama MT. Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets of growing swine. Journal Animal Science 1984; 59(6):1536-1545.

Underwood EJU. The mineral nutrition of livestock. 2 ed. London: Commonwealth Agricultural Bureau; 1981.

Zigler D. Study affirm microbe resistance. World Poultry 1998; 14(9).

CAPÍTULO 4**IMPLICAÇÕES**

A otimização do potencial produtivo das aves está associada a vários fatores, como boas condições de ambiente, de sanidade, melhoramento genético e boa nutrição. Na literatura é possível observar grande variedade de trabalhos, que visam estabelecer resultados ótimos, dentro de cada fator.

Entre as pesquisas de nutrição, existem nutrientes que são extensivamente estudados, sendo que para aves de postura o cálcio possui grande destaque. Estudos que visem melhorar a absorção e o aproveitamento deste mineral pelas poedeiras são importantes e a utilização de aditivos destinados a este fim tem sido avaliada.

Entre os aditivos que podem beneficiar a absorção do cálcio e, conseqüentemente, melhorar o desempenho e a qualidade dos produtos finais, encontram-se os aluminosilicatos, sendo a clinoptilolita um deles. Esta zeólita possui capacidade de troca catiônica e de adsorver substâncias prejudiciais ao organismo animal, entre elas a amônia.

A adsorção de um possível excesso de amônia produzido através dos processos de digestão da proteína da dieta e pela fermentação efetuada pela flora intestinal pode proporcionar benefícios na absorção de nutrientes, na ativação da vitamina D e, conseqüentemente, na absorção intestinal de cálcio, favorecendo o desempenho, a qualidade dos ovos, a qualidade óssea das aves e ainda a carga de poluentes nas excretas.

Entretanto, no presente estudo os resultados verificados não foram concisos com a teoria apresentada, e não se enquadram dentro das alterações benéficas esperadas e propostas pelo uso do aluminosilicato, tanto para as características de desempenho e qualidade dos ovos, como para os parâmetros fisiológicos avaliados. Portanto, nas condições em que foi realizado o estudo, não se recomenda o uso de clinoptilolita para poedeiras comerciais em final de primeiro ciclo produtivo.

Os resultados obtidos para os níveis de cálcio, permitem supor que o organismo das aves realizou mecanismos regulatórios na tentativa de manter o equilíbrio mineral do mesmo, não deixando ocorrer alterações nas concentrações de cálcio plasmático e na qualidade dos ossos, mesmo quando níveis baixos deste mineral foram ofertados via alimentação. A excreção de maiores teores de cálcio pelas aves alimentadas com maiores concentrações de cálcio dietético era esperada, sendo um dos mecanismos que regulam a quantidade do mineral no organismo dos animais.

Se por um lado o equilíbrio mineral do organismo foi mantido em condições de baixo fornecimento dietético de cálcio, a produção e a qualidade dos ovos foram prejudicadas. A utilização de 2,5% de cálcio nas dietas piorou os índices de postura, de conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos, de massa de ovos e os índices de qualidade de casca. Entretanto, o nível de 3,1% de cálcio não alterou o desempenho e qualidade dos ovos, sendo viável a utilização deste nível do mineral nas dietas de poedeiras em final de primeiro ciclo produtivo.