

**BALANÇO CÁTIO-ANIÔNICO DAS RAÇÕES
E MANEJO ALIMENTAR PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS DE SEGUNDO CICLO**

MÔNICA PATRÍCIA MACIEL JUDICE

2000



MÔNICA PATRÍCIA MACIEL JUDICE

**BALANÇO CÁTIO-ANIÔNICO DAS RAÇÕES E MANEJO
ALIMENTAR PARA POEDEIRAS COMERCIAIS DE
SEGUNDO CICLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Antônio Gilberto Bertechini

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2000



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Judice, Mônica Patrícia Maciel

Balanço cátió-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras comerciais de segundo ciclo / Mônica patrícia Maciel Judice. -- Lavras : UFLA, 2000.
73 p. : il.

Orientador: Antônio Gilberto Bertechini.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Poedeira de segundo ciclo. 2. Balanço cátió-aniônico. 3. Ovo. 4. Qualidade.
5. Equilíbrio ácido-básico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.50852

MÔNICA PATRÍCIA MACIEL JUDICE

**BALANÇO CÁTIO-ANIÔNICO DAS RAÇÕES E MANEJO
ALIMENTAR PARA POEDEIRAS COMERCIAIS DE
SEGUNDO CICLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 12 de Maio de 2000

Prof. Antônio Soares Teixeira

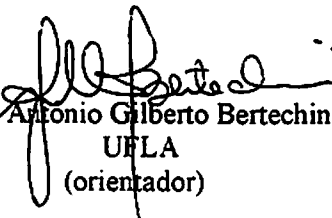
UFLA

Prof. Paulo Borges Rodrigues

UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz

UFLA


Prof. Antonio Gilberto Bertechini
UFLA
(orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus por sempre iluminar meu caminho,

A meus pais, Paulo e Ana, pelo amor, apoio e incentivo constantes,

A meu marido Marcelo pelo amor, paciência e por estar sempre a meu lado,

DEDICO

A meus irmãos Miriam, Paulo Roberto e Márcio,

Aos meus sobrinhos, Pedro Henrique e Sabrina,

À minha querida tia Mirtes,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

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

Ao professor Antônio Gilberto Bertechini pela orientação e ensinamentos oferecidos durante o curso e aos professores Paulo Borges Rodrigues, Joel Augusto Muniz e Antônio Soares Teixeira pelas sugestões e ensinamentos oferecidos durante a realização deste trabalho.

Ao aviário Santo Antônio por fornecer as aves e o transporte das mesmas para utilização no experimento.

Ao Comércio e Indústria Uniquímica Ltda pela doação dos premix vitamínico e mineral.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Luís Carlos de Oliveira, Geraldo Alves, José Onofre da Silva, e ao funcionário do Departamento de Zootecnia José Geraldo Vilas Boas, pela amizade e colaboração durante a condução do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Eliana Maria Santos, Márcio dos Santos Nogueira, Suelba Ferreira de Souza e José Geraldo Virgílio, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos amigos e acadêmicos do curso de Zootecnia, Adriano Kaneo, Adriano Geraldo, Ezequiel, Fabiana, e aos colegas de pós-graduação Reinaldo Kanji Kato, Bonifácio Benício de Souza e Eduardo Luís Alves pelo auxílio durante a condução do experimento. Em especial a Édison José Fassani pelas sugestões e preciosa ajuda antes, durante e depois da realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas de pós-graduação do Departamento de Ciências Exatas, Janáina Ribeiro Costa e Paulo José Pereira, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos funcionários da Pós-graduação do Departamento de Zootecnia, Carlos Henrique, Keila Cristina de Oliveira e Pedro Adão Pereira, pela ajuda prestada.

Aos funcionários do Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química, Wilson de Carvalho Júnior e Marcelo de Souza Andrade; ao funcionário Antônio Claret Matos, do Laboratório de Celulose e papel do Departamento de Engenharia Florestal, e ao aluno de pós-graduação Ronaldo Caixeta, do mesmo departamento, pelo auxílio em análises laboratoriais.

A todos os companheiros do curso de mestrado em Zootecnia, Denise, Érika, Yasmin, Elaine, Gisele, Wilson, Leonardo, Cristiano, Marco Aurélio, Omer, Romero, Victor, José Antônio e Paulo, pela amizade e agradável convívio.

Às colegas de república Andrea e Monica pela amizade e companheirismo compartilhados durante estes dois anos de convivência.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

| | |
|--|----|
| RESUMO | i |
| ABSTRACT | ii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 3 |
| 2.1 O papel dos eletrólitos no desempenho e parâmetros sanguíneos de poedeiras | 3 |
| 2.2 O efeito do balanço cátio-aniônico sobre a fisiologia de formação do ovo | 4 |
| 2.3 O efeito do manejo da ração..... | 9 |
| 2.3.1 Fisiologia de formação do ovo | 9 |
| 2.3.2 Metabolismo do cálcio | 10 |
| 2.3.3 O uso de rações aniônicas | 12 |
| 3 MATERIAL E METODOS | 14 |
| 3.1 Localização e duração do experimento..... | 14 |
| 3.2 Instalações e equipamentos | 14 |
| 3.3 Aves e manejo experimental | 14 |
| 3.4 Tratamentos e rações experimentais | 16 |
| 3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas | 21 |
| 3.6 Características avaliadas | 25 |
| 3.6.1 Desempenho | 25 |
| • Produção média de ovos | 25 |
| • Peso médio dos ovos..... | 25 |
| • Consumo de ração | 25 |
| • Conversão alimentar | 26 |

| | |
|--|-----------|
| • Perdas de ovos | 26 |
| 3.6.2 Qualidade dos ovos | 26 |
| • Unidade Haugh | 26 |
| • Espessura de casca | 27 |
| • Peso específico | 27 |
| • Porcentagem de casca | 28 |
| • Peso de casca por unidade de superfície de área | 28 |
| 3.6.3 Teores de cinza, cálcio e fósforo na tibia | 28 |
| 3.6.4 Resistência da tibia | 29 |
| 3.6.5 Cálcio, fósforo, eletrólitos e pH do sangue | 30 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 31 |
| 4.1 Desempenho | 31 |
| • Produção média de ovos | 31 |
| • Peso médio dos ovos | 33 |
| • Consumo de ração | 35 |
| • Conversão alimentar | 39 |
| • Perdas de ovos | 41 |
| 4.2 Qualidade dos ovos | 43 |
| • Unidade Haugh | 43 |
| • Espessura de casca | 45 |
| • Peso específico | 46 |
| • Porcentagem de casca | 48 |
| • Peso de casca por unidade de superfície de área | 50 |
| 4.3 Teores de cinza, cálcio e fósforo e resistência da tibia | 52 |
| 4.4 Resistência da tibia | 54 |
| 4.5 Teores de cálcio, fósforo, eletrólitos e pH do sangue | 55 |

| | |
|--|-----------|
| 5 CONCLUSÕES | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 60 |
| ANEXOS | 68 |

RESUMO

JUDICE, Mônica Patricia Maciel. **Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras comerciais de segundo ciclo.** Lavras: UFLA, 2000. 73p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)*

O experimento foi realizado com o objetivo de estudar a influência do balanço cátio-aniônico das rações, do manejo através do uso de rações catiônicas e aniônicas em diferentes horários do dia e de diferentes níveis de cálcio, sobre o desempenho, qualidade dos ovos e componentes ósseos e sanguíneos de poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. Foram utilizadas 480 poedeiras leves da linhagem HY-Line W36 no início do segundo ciclo de postura. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por parcela, no esquema de parcelas subdivididas constituído pelos tratamentos nas parcelas e os 3 períodos nas subparcelas (28, 56 e 84 dias). Foram constituídos 8 tratamentos utilizando quatro tipos de rações (aniônica com 3,2 e 3,8% de cálcio e catiônica com 3,2 e 3,8% de cálcio) e dois tipos de manejo alimentar (fornecimento contínuo – a mesma ração o dia inteiro e fornecimento alternado – rações diferentes na parte da manhã e à tarde). As medidas de desempenho foram avaliadas semanalmente, enquanto a qualidade dos ovos foi avaliada nos três últimos dias de cada período. Ao final do experimento, foram abatidas duas aves por parcela experimental a fim de se analisar o conteúdo de fósforo, cálcio e cinzas na tibia e a resistência da tibia. Realizou-se também a coleta de sangue de três aves por tratamento para posterior análise do conteúdo em cálcio, fósforo, sódio, cloro e potássio e o pH sanguíneo. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que a diferença cátio-aniônica de 174,5 mEq/kg (rações catiônicas com 3,8% de cálcio) melhorou a produção, a qualidade da casca, a concentração de cálcio na tibia e reduziu as perdas de ovos. O manejo ração aniônica de manhã e catiônica à tarde foi o mais adequado para melhorar o peso específico e diminuir o pH sanguíneo.

*Comitê Orientador: Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador),
Antônio Soares Teixeira - (UFLA) e Paulo Borges Rodrigues - (UFLA).

ABSTRACT

JUDICE, Mônica Patricia Maciel. **Catio-anionic balance of the rations and feeding management for commercial layers of second cycle.** Lavras: UFLA, 2000. 73 p. (Dissertation - Master in animal science)*

The experiment was conducted with the objective of studying the influence of the cation-anionic balance of the rations and to feeding management by using rations at different times of the day as well as different calcium levels on the performance , egg quality and bone and blood components of commercial layers in second cycle of production . A total of 480 light layers from second cycle of the HY-Line line at the start of laying were utilized . A completely randomized design with five replications and 12 layers per plot , in the split plot scheme made up of the treatments in the plots and in the subplots in three periods (28, 56 and 84 days). Eight treatments were made up by utilizing four types of rations (anionic with 3,2 and 3,8 % of calcium and cationic with 3,2 and 3,8 % of calcium) and two types of feeding management (uninterrupted feeding – the same ration throughout the day and alternate feeding – different rations during the morning and in the afternoon). The performance measures were evaluated weekly while egg quality was evaluated on the last three days of each period. At the end of the experiment , two layers per experimental plot were slaughtered in order to analyse the content of calcium , phosphorus and ashes in the tibia and tibia strength . Also , the collection of blood of three layers per treatment was accomlishecd for subsequent analysis of the content in calcium, phosphorus , sodium , chloride and potassium and blood pH . According to the results obtained , it conclude that the catio- anionic difference of 174,5 mEq/kg (cationic rations with 3,85 of calcium) improved yield, shell quality, concentration of calcium in the tibia and reduced egg losses. The management anionic ration in the morning and cationic in the afternoon was most favorable to improve the specific weight and decrease blood pH .

*Guidance Committee : Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Antônio Soares Teixeira – UFLA e Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

INTRODUÇÃO

A qualidade da casca do ovo, embora intensamente estudada pelos pesquisadores, ainda é um problema econômico grave que afeta produtores de ovos, seus custos de produção e acaba, indiretamente, atingindo o consumidor. Como a baixa qualidade da casca é responsável por grandes perdas de ovos, muitos nutricionistas vêm buscando diminuir estas perdas através da manipulação dos nutrientes das dietas das poedeiras comerciais.

Um dos fatores que interferem na qualidade do ovo é a maior ou menor absorção do cálcio, já que ele é um mineral de extrema importância para a constituição da casca, atingindo cerca de 39% de seu peso. Vários são os fatores nutricionais que podem interferir na absorção do cálcio, como níveis de proteína e energia, pH intestinal, vitamina D, fósforo, entre outros. Mongin (1968) foi um dos primeiros a afirmar que o balanço cátio-aniônico da dieta é um importante fator que também influencia a qualidade da casca do ovo. Normalmente, ele é calculado como a soma de sódio e potássio subtraída do cloro da dieta ($Na + K - Cl$). Vários pesquisadores sugerem que existem interações destes minerais nas rações normalmente utilizadas e que elas exercem influência na absorção do cálcio pelas poedeiras.

Muitos ingredientes têm sido adicionados nas rações de poedeiras comerciais a fim de corrigir o desequilíbrio ácido-básico sanguíneo e melhorar a absorção do cálcio, como bicarbonato de sódio, cloreto de cálcio, cloreto de potássio, entre outros. Alguns destes compostos, dependendo da quantidade em que são adicionados na ração, podem levar a uma acidose ou a uma alcalose, favorecendo ou não a absorção do cálcio. Na nutrição de vacas leiteiras, o uso de rações ácidas (aniônicas) tem proporcionado bons resultados quanto ao aproveitamento do cálcio na medida em que diminuem o pH do sangue,

favorecendo a absorção intestinal. Na nutrição de poedeiras, o resultado esperado seria o mesmo, refletindo numa melhor qualidade da casca dos ovos.

O manejo dos nutrientes das rações também seria um fator que exerce influência sobre a produção e a qualidade da casca dos ovos. Algumas das pesquisas feitas nesta área têm tentado melhorar a qualidade dos ovos partindo da hipótese de que as poedeiras devem receber maiores quantidades de determinados nutrientes somente nas horas de maior necessidade fisiológica. Este procedimento não tem dado certo em determinados casos; porém, mais pesquisas precisam ser feitas para avaliar a verdadeira eficiência desse tipo de manejo.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do balanço cátio-aniônico das rações, do manejo através do fornecimento de rações catiônicas (normalmente utilizadas para poedeiras) e aniônicas em diferentes horários do dia e de diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho, qualidade dos ovos e componentes ósseos e sanguíneos de poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O papel dos eletrólitos no desempenho e parâmetros sanguíneos de poedeiras

Estudos de Mongin (1968), Wolford e Tanaka (1970), Odom, Harrison e Bottze (1986) e Austic e Keshavarz (1988) indicaram que os íons minerais monovalentes, bicarbonato de sódio e a tensão de dióxido de carbono exercem efeito sobre a qualidade da casca. Estes autores descreveram que em geral, em termos nutricionais, o sódio (Na), o potássio (K) e o cloro (Cl) são fornecidos na dieta a fim de manter a composição iônica dos fluidos, e que estão relacionados ao balanço ácido básico do animal.

Cohen e Hurwitz (1974) encontraram uma correlação negativa entre o nível de cloro no alimento e as variáveis sanguíneas em poedeiras. Eles encontraram uma diminuição significativa no pH e no teor de bicarbonato no sangue quando fizeram uso de maiores quantidades de cloro e menores quantidades de Na e K. Sauveur e Mongin (1978) mostraram que a deficiência de Na (0,05%) foi agravada pela restrição do Cl dietético (0,08%), mas foi parcialmente compensada pela suplementação de K à dieta das galinhas. Christmas e Harms (1982) forneceram rações para poedeiras com 3 níveis de Na (0,14; 0,17 e 0,28%) e 3 níveis de Cl (0,08; 0,14 e 0,28%) e observaram que altos níveis de Na com baixos níveis de Cl reduziram a produção de ovos, a eficiência alimentar e o peso dos ovos, especialmente quando o Cl esteve no nível mais baixo. Austic (1984) e Austic e Keshavarz (1988) concluíram que o excesso de Cl na dieta diminui o pH sanguíneo e a concentração de ions bicarbonato para a formação da casca, a menos que o Cl seja balanceado por concentrações equivalentes de Na e K.

Miles (1980), em estudo com galinhas poedeiras, destacou a influência do Na sobre a quantidade de fósforo plasmático, relatando que este elemento, ao ser absorvido da dieta, se combina com o fósforo formando o fosfato de sódio e, como consequência, facilitando sua eliminação pelos rins. Desta forma, a diminuição do fósforo plasmático traz benefícios sobre a incorporação do cálcio ao íon carbonato, com consequente elevação da síntese de carbonato de cálcio para formação da casca.

Com relação ao K, este é necessário para a manutenção dos processos metabólicos normais em várias espécies, inclusive nas aves. Um nível de K equivalente a 0,2% da dieta para poedeiras foi recomendado para condições ambientes dentro da zona de equilíbrio térmico (Duke, 1970). Entretanto, em condições de estresse térmico, Deetz e Ringrose (1976) sugeriram o uso de 0,4% de K para manter um bom nível deste elemento no plasma.

2.2 O efeito do balanço cátio-aniônico sobre a fisiologia de formação do ovo

Mongin (1968) afirmou que o balanço cátio-aniônico é um importante fator que influencia a resistência da casca do ovo. Durante a formação da casca, há uma diminuição do pH do fluido uterino. Esta acidose resultante é agravada pela formação de carbonato pela glândula da casca e pode ser parcialmente compensada pela hiperventilação (eliminação de dióxido de carbono) e pela formação de urina ácida.

Vários aditivos são usados para prevenir ou reduzir a acidose que ocorre em galinhas poedeiras a fim de melhorar a resistência da casca do ovo (Houwes, 1966). O bicarbonato de sódio tem sido comumente utilizado para reduzir a acidose, mas em termos de resistência de casca, os resultados não são consistentes (Wolford e Tanaka, 1970; Hamilton e Thompson, 1980; Grizzle, 1992). Ciperia (1980) observou que a adição de bicarbonato nas rações não pode

melhorar diretamente a qualidade da casca porque o CO₂ procedente deste ingrediente não é o principal precursor do íon bicarbonato utilizado na formação da casca.

Mongin (1980) sugeriu que, na prática, só a diferença cátio-aniônica (DCA) entre a soma de sódio e potássio subtraída do cloro ($Na + K - Cl$) é importante para a manutenção da qualidade da casca. Os minerais Na, K e Cl, em particular, são escolhidos devido à importância que desempenham no metabolismo, pela participação no balanço-osmótico, no balanço ácido-base e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. O balanço destes minerais age diretamente no equilíbrio ácido-base das aves, podendo influenciar o seu desempenho, o metabolismo do cálcio e a utilização do fósforo e manipular outras funções fisiológicas. Em rações normais, a DCA mantém um valor, expresso em miliequivalentes/kg de peso entre 160 e 200. Valores inferiores ou superiores indicam uma acidose ou alcalose metabólica potencial, respectivamente, influenciando a formação e resistência da casca do ovo.

A tentativa de alguns pesquisadores de utilizar estes conceitos com o objetivo de melhorar a qualidade da casca e o desempenho de poedeiras comerciais tem produzido resultados contraditórios.

Cohen e Hurwitz (1974) estudaram a DCA em rações para galinhas poedeiras utilizando baixos valores, os quais variaram entre -8,73 e 21,74 mEq/kg. Os autores registraram uma maior diminuição no pH sanguíneo quando utilizaram as DCA de -8,73 e 4,16 mEq/kg e um maior pH com a DCA de 17,12 mEq/kg. Hamilton e Thompson (1980) relataram que os resultados obtidos por Cohen e Hurwitz (1974) podem explicar a variação que ocorre nos resultados de diferentes pesquisas que incorporam o bicarbonato de sódio nas rações de poedeiras, pois algumas puderam ter taxas de DCA que preveniam alterações no pH sanguíneo, enquanto outras tiveram taxas que poderiam permitir alterações

de pH durante a formação da casca. No experimento de Hamilton e Thompson (1980), poedeiras comerciais receberam rações com as DCA de -32,98; 14,09; 14,86; 11,87; 61,79 e 23,66 mEq/kg. Foi verificado que, embora o balanço iônico das poedeiras fosse influenciado pela DCA da ração não houve relação entre o balanço ácido-base e a resistência da casca do ovo.

Vogt e Hamisch (1983), citados por Hughes (1988), observaram uma diminuição na espessura da casca em baixas (68 mEq/kg) e altas (296 mEq/kg) DCA, mas nenhum efeito sobre a taxa de postura ou consumo de ração foi encontrado. Já Stevenson (1983) não encontrou nenhum efeito sobre o desempenho ou qualidade dos ovos das galinhas em DCA encontradas entre 137 e 245 mEq/kg. Hughes (1985) conduziu dois experimentos para avaliar valores baixos (8 a 33 mEq/kg) e altos (319 a 418 mEq/kg) da DCA em rações. No primeiro experimento, utilizando galinhas velhas (86 semanas de idade), o autor não encontrou nenhum efeito da DCA sobre a espessura da casca, mas observou um aumento linear no pH e HCO_3^- (ion bicarbonato) quando DCA mais altas foram usadas. No segundo experimento, utilizando galinhas novas (32 semanas de idade), ele observou um aumento na espessura da casca quando a DCA foi de 150 mEq/kg.

Hughes (1988) chama a atenção para os cuidados que devemos ter ao elaborar rações com o intuito de atingir determinadas diferenças cátio-aniónicas. Ele afirma que muitos estudos foram feitos adicionando-se quantidades inadequadas de Na, K e Cl nas rações e, portanto, poderiam ter afetado negativamente o desempenho das aves. Devem ser observadas, também, as diferenças entre raças, idade e saúde das aves, e ainda as condições ambientais, principalmente aquelas que podem favorecer o estresse calórico.

Em um estudo mais recente, Camargo Filho (1994) utilizando tratamentos com DCA de 187; 265; 300; 378 e 491 mEq/kg, não observou influência significativa sobre a produção de ovos, massa de ovos, peso

específico e espessura da casca dos ovos. O nível de cálcio plasmático não foi afetado significativamente pelos tratamentos, mas as aves que consumiram a ração contendo uma DCA de 378 mEq/kg foram as que apresentaram o mais alto nível de fósforo plasmático. Com relação ao pH sanguíneo, os menores valores foram aqueles obtidos pelas aves que receberam as rações com as DCA iguais a 182 e 265 mEq/kg.

São poucos os relatos na literatura que tratam da DCA através da adição de CaCl_2 (cloreto de cálcio) em rações para poedeiras comerciais.

Hunt e Aitken (1962) conduziram experimento no qual as galinhas receberam 3 diferentes níveis de cloreto de amônia (0,5; 1,0 ou 2%) e um nível de CaCl_2 (1%). Os autores verificaram que a adição de CaCl_2 não afetou os parâmetros sanguíneos ou de desempenho. Entretanto, Austic (1984) verificou uma diminuição na espessura da casca dos ovos e na sua resistência à quebra quando utilizou CaCl_2 na dieta, não havendo diferença nos valores destes parâmetros para diferentes idades das aves.

A relação entre cálcio, sódio e cloro foi estudada por Austic e Keshavarz (1988), que utilizaram cloreto de cálcio e bicarbonato de sódio em rações para poedeiras. Os autores concluíram que nem o cálcio nem o cloro afetaram a produção e o peso dos ovos, mas o consumo de ração e o ganho de peso foram diminuídos quando se utilizaram altos níveis de cloro e baixos níveis de cálcio, respectivamente. Houve interações significativas entre cálcio e cloro com relação à espessura e resistência da casca do ovo. O cloro diminuiu estas medidas de qualidade de casca somente para as aves que receberam o menor nível de cálcio (2%) e o cálcio melhorou ambas as medidas somente para aves recebendo altos níveis de cloro (0,86%). Quanto à DCA, os autores observaram que a resistência e a espessura da casca tenderam a aumentar com o aumento desta diferença quando as poedeiras foram alimentadas com rações deficientes em cálcio. O pH do sangue não foi afetado pelos tratamentos, mas a

concentração de bicarbonato e excesso de bases foram significativamente reduzidos pela presença do cloro. Observou-se, ainda, que o aumento da proporção do sódio relativamente ao cloro diminuiu o consumo de ração, mas aumentou a resistência e espessura da casca e o pH do sangue, bicarbonato e excesso de bases.

O balanço eletrolítico da dieta (principalmente cálcio, fósforo e cloro) também pode afetar o desenvolvimento ósseo das aves, como, por exemplo, na discondroplasia tibial (Edwards e Veltman, 1983). Esta enfermidade é caracterizada pela falta de calcificação da cartilagem na região adjacente à epífise. O nível dietético de cálcio e fósforo pode influenciar a incidência da doença em frangos de corte. É sabido, também, que aves alimentadas com altos níveis de cloro são mais propensas a adquirir discondroplasia tibial. Um meio para diminuir a incidência da doença seria a suplementação com bicarbonato, no caso de dietas altas em cloro.

Com base na literatura citada, podemos verificar que as concentrações de Na, K e Cl não devem ser determinadas de maneira independente, pois existem interações entre estes minerais que podem afetar a qualidade da casca dos ovos. Portanto, são necessários mais estudos a cerca do balanço cátio-aniônico e sua relação com o cálcio e a formação da casca.

2.3 O efeito do manejo da ração

2.3.1 Fisiologia de formação do ovo

Leeson e Summers (1978) afirmaram que a frequência de postura das atuais linhagens comerciais de galinhas poedeiras é maior durante a manhã (aproximadamente 90%). Aproximadamente 30 minutos após a ovoposição, uma nova ovulação recomeça. São necessárias aproximadamente 4 horas para o óvulo se mover do infundíbulo para o útero (câmara da casca), com a maioria deste tempo (3-3,5 horas) gasto no magno, onde a clara é formada e excretada. Logo após, o óvulo permanece por aproximadamente 18 a 20 horas no útero para a deposição da casca. O período de deposição da casca coincide principalmente com o período da tarde e da noite. Baseadas nestes fatos, as necessidades por cálcio deveriam ser maiores durante a tarde e a noite, quando a calcificação da casca é feita, do que durante a manhã. De fato, várias pesquisas reportam que a galinha pode regular seu consumo diário de cálcio de acordo com suas necessidades para formação da casca (Wood-gush e Home, 1971; Leeson e Summers, 1997). Mongin e Sauveur (1974) demonstraram que quando galinhas são alimentadas com uma dieta contendo 3,15% de cálcio, a frequência de consumo durante a tarde é maior, quando a calcificação do ovo se realiza, o que mais tarde também foi observado por Clunies, Parks e Leeson (1992 a, b).

Baseado nestes fatos, Keshavarz (1998ab) conduziu dois experimentos para determinar se a exigência de galinhas poedeiras por cálcio (Ca) pode ser reduzida, fornecendo às aves níveis adequados deste nutriente somente durante aquelas horas de maior necessidade fisiológica para formação da casca do ovo. No primeiro experimento, o autor utilizou 3,8% de Ca o dia inteiro (T1-controle); 2% de Ca de manhã e 5% à tarde (T2); 5% de Ca de manhã e 3% à tarde (T3); 2% de Ca de manhã e 3,8% à tarde (T4) e 3,08% de Ca o dia inteiro (T5). No segundo experimento, o autor utilizou o mesmo esquema anterior,

variando somente os níveis de Ca utilizados (1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5%). Em ambos os experimentos, as conclusões não foram muito satisfatórias. Os resultados indicaram que a exigência diária de Ca não pode ser reduzida se fornecermos níveis adequados deste elemento somente na parte da tarde. Apesar do consumo de Ca ter aumentado durante a tarde pelas galinhas que receberam quantidades maiores deste elemento neste período, isto não proporcionou efeito benéfico sobre a qualidade da casca, se comparado com as aves que receberam níveis adequados de Ca o dia inteiro (controle). Por outro lado, inadequados níveis de Ca durante a tarde afetaram adversamente a qualidade da casca, se comparados com o grupo controle. Portanto, os resultados encontrados em ambos os experimentos não sustentaram a hipótese de que a qualidade da casca dos ovos pode ser melhorada fornecendo maiores níveis de Ca somente durante aquelas horas de maior necessidade fisiológica para formação da casca.

2.3.2 Metabolismo do cálcio

Segundo Macari, Furlan e Gonzales (1994), o cálcio (Ca) se encontra no sangue em 3 formas: Ca complexado com ácidos orgânicos; Ca ligado à proteína (Ca não difusível) e Ca na forma livre ou ionizado (difusível), sendo este último a forma utilizada pelas poedeiras para ser efetivamente depositada na casca do ovo. Assim, a câmara calcífera das aves remove o Ca difusível do sangue para formar a casca, e este pode ser rapidamente repostado pela dissociação do Ca ligado à proteína. O equilíbrio entre a forma difusível e não difusível é altamente influenciado pelo pH (Taylor e Hertelendy, 1961; Combs, Parsons e Ross, 1979). Uma diminuição no pH resultaria em um aumento no nível do cálcio difusível devido ao deslocamento dos íons Ca^{++} das proteínas pelos íons H^+ , e um aumento no pH teria um efeito oposto. Além disso, a descarga de ácidos

orgânicos no sangue, embora possa ser importante para a compensação da alcalose, é prejudicial à manutenção do nível de cálcio difusível. Isto se deve ao fato de que os ácidos orgânicos (como láctico e pirúvico) têm a capacidade de complexar cálcio, o que restringe ainda mais a disponibilidade do cálcio para a formação da casca (Odom, Harrison e Bottze, 1986).

Mongin e Sauveur (1974), citados por Mongin (1976), afirmam que o cloro parece estar ligado intimamente com o metabolismo do cálcio, afetando a deposição do carbonato de cálcio no útero. Estes autores acreditam que a variação cíclica do conteúdo do cloro intracelular é um dos principais fatores que influenciam o mecanismo de translocação do cálcio através da mucosa uterina. A secreção de ácido clorídrico pelas células principais do proventrículo aumenta durante a formação da casca do ovo, aumentando a solubilidade do cálcio e facilitando a sua absorção na mucosa intestinal. Mongin (1976) afirma que são necessários mais estudos sobre a atuação da influência do cloro durante o processo de absorção do cálcio para formação da casca do ovo.

De acordo com Elaroussi et al. (1994), a taxa de retenção do cálcio varia de acordo com a idade. Aves jovens apresentam uma taxa de retenção de aproximadamente 60% , enquanto aves velhas retêm apenas 40% do cálcio absorvido. As aves idosas possuem menor capacidade de absorção e de mobilização do cálcio ósseo, e a capacidade de adaptação às dietas pobres neste mineral cai com o avançar da idade.

2.3.3 O uso de rações aniônicas

Uma ração é tida como aniônica quando a DCA da dieta atingir um valor igual ou menor que 160 mEq/kg (Mongin,1968), sendo nela adicionado algum composto acidogênico (cloreto de cálcio, cloreto de amônio, cloreto de magnésio, sulfato de amônio, sulfato de cálcio, etc), ou seja, que reduz o pH do sangue, favorecendo a liberação do cálcio dos ossos e aumentando a sua absorção intestinal. As dietas aniônicas, enriquecidas com ânions fortes, são capazes de alterar o pH sanguíneo, criando uma leve acidose (Quando...,1997).

Existem poucos trabalhos referentes ao uso de rações aniônicas para aves com o intuito de melhorar a absorção do cálcio. Entretanto, para vacas leiteiras, várias pesquisas têm obtido resultados satisfatórios para a prevenção da “febre do leite”, que é uma doença que ocorre no início da lactação, quando há uma queda acentuada na disponibilidade de ions cálcio no sangue devido ao seu direcionamento para a síntese do colostro. Lomba et al (1978) e Block (1984) utilizaram rações aniônicas e concluíram que elas previnem o declínio do cálcio sanguíneo no início da lactação por um ou mais dos seguintes mecanismos: aumentam diretamente a mobilização óssea do cálcio; aumentam indiretamente a mobilização óssea do cálcio via aumento da excreção (redução da retenção) do cálcio; ou aumentam a absorção do cálcio pelo intestino.

Admitindo-se que as necessidades que envolvem a absorção do cálcio em vacas e poedeiras são praticamente as mesmas, poderia-se conseguir bons resultados com relação à qualidade de casca através do uso de rações aniônicas.

Como já foi dito anteriormente, para a melhor absorção do cálcio para a formação da casca do ovo, é necessário um ambiente ácido (baixo pH), ou seja, a mesma condição necessária para as vacas no pré-parto como prevenção para a febre do leite. Então, o uso de rações aniônicas no período da tarde, que é o

período em que inicia a maior necessidade de cálcio para a formação da casca do ovo, poderia melhorar a absorção deste elemento.

Como os resultados de experimentos utilizando maiores quantidades de cálcio à tarde e menores quantidades de manhã não foram favoráveis (como aqueles desenvolvidos por Keshavarz (1998 a, b), talvez o uso de rações com níveis adequados de cálcio o dia inteiro, mas que favoreçam a sua absorção (aniônica), sendo ministradas somente na parte da tarde e à noite, poderia aumentar esta absorção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração do experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), município de Lavras, localizado na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude média de 910 metros.

O período experimental foi de 17 de junho a 9 de setembro de 1999, correspondendo a 12 semanas, divididas em 3 períodos de 28 dias.

3.2 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em galpão convencional de postura, com comedouros tipo calha e bebedouros tipo “nipple”, sendo um para cada duas gaiolas. A densidade utilizada foi de 3 aves por gaiola (30 x 40 x 40 cm). Foi instalado, no centro do galpão, um termômetro de máxima e mínima para que fosse registrada a temperatura ambiente e a iluminação foi feita através de lâmpadas fluorescentes.

3.3 Aves e manejo experimental

Foram utilizadas 480 poedeiras leves da linhagem Hy-Line W36, provenientes de um plantel comercial, submetidas à muda forçada no final do primeiro ciclo (72ª semana de idade), após a vacinação contra Bronquite Infecciosa e New Castle. A muda e a alimentação foram realizadas conforme Oliveira (1981).

As rações foram preparadas a cada 15 dias, sendo mantidas em ambiente fresco e arejado. Os tratamentos foram sorteados para cada unidade experimental e as rações fornecidas à vontade. Nas parcelas em que o fornecimento era alternado, as aves recebiam um tipo de ração pela manhã e outro tipo à tarde, sendo feita as trocas de rações nos horários de 7 às 8:00 e de 16 às 17:00. A água ficou disponível durante todo o período experimental.

Diariamente foram anotadas, em fichas apropriadas, por parcela, o número de ovos íntegros, quebrados, sem casca e com casca mole. A coleta de ovos era realizada duas vezes ao dia, às 10 e às 16 horas. Ao final de cada semana foram pesados todos os ovos íntegros de cada parcela. Os parâmetros de qualidade interna e externa foram medidos nos ovos colhidos nos três últimos dias de cada período de 28 dias.

Ao final do experimento, duas aves por parcela foram sacrificadas e retiradas as tíbias direita e esquerda para posterior análise dos teores de cinzas, cálcio e fósforo e da resistência das tíbias. Também foram feitas coletas de sangue de 3 aves por tratamento para posterior análise do seu conteúdo em eletrólitos (cálcio, fósforo, sódio, potássio e cloro) e o pH sanguíneo.

3.4 Tratamentos e rações experimentais

Foram constituídos 8 tratamentos utilizando quatro tipos de rações (aniônica com 3,2 e 3,8% de cálcio e catiônica com 3,2 e 3,8% de cálcio) e dois tipos de manejo alimentar (fornecimento contínuo – a mesma ração o dia inteiro e fornecimento alternado – rações diferentes na parte da manhã e à tarde).

Os tratamentos foram assim esquematizados:

1 = Ração aniônica fornecida o dia inteiro com 3,2% de cálcio (A-3,2);

2 = Ração aniônica fornecida o dia inteiro com 3,8% de cálcio (A-3,8);

3 = Ração catiônica fornecida o dia inteiro com 3,2% de cálcio (C-3,2);

4 = Ração catiônica fornecida o dia inteiro com 3,8% de cálcio (C-3,8);

5 = Ração aniônica fornecida pela manhã com 3,2% de cálcio;

Ração catiônica fornecida à tarde com 3,2% de cálcio (A:C-3,2);

6 = Ração aniônica fornecida pela manhã com 3,8% de cálcio;

Ração catiônica fornecida à tarde com 3,8% de cálcio (A:C-3,8);

7 = Ração catiônica fornecida pela manhã com 3,2% de cálcio;

Ração aniônica fornecida à tarde com 3,2% de cálcio (C:A-3,2);

8 = Ração catiônica fornecida pela manhã com 3,8% de cálcio;

Ração aniônica fornecida à tarde com 3,8% de cálcio (C:A-3,8);

As rações foram isonutrientes (exceto para cálcio, cloro e potássio) e formuladas à base de milho e farelo de soja, obedecendo os níveis nutricionais estabelecidos para poedeiras de segundo ciclo (Rodrigues, 1995).

A composição química dos ingredientes das rações experimentais, os minerais e vitaminas suplementados por kg de ração e a composição das rações experimentais estão mostradas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente. Na Tabela 4 estão mostradas a composição calculada em sódio (Na), potássio (K) e cloro (Cl) e suas respectivas diferenças cátio-aniônicas (DCA). Segundo Mongin

(1980), o cálculo da DCA em mEq/100 g de matéria seca é feito dividindo-se a quantidade total de cada elemento (em porcentagem), contida nos alimentos utilizados na ração, pelo seu respectivo peso atômico em miliequivalente observando que os elementos Na, K e Cl têm uma única valência. Resumidamente, o cálculo é feito através da seguinte fórmula:

$$DCA = [(\% \text{ Na} / 0,023) + (\% \text{ K} / 0,039)] - (\% \text{ Cl} / 0,0355)$$

TABELA 1. Composição dos ingredientes das rações experimentais.

| INGREDIENTE | PB ¹ (%) | EM (Kcal/kg) | Ca ¹ (%) | Pd ¹ (%) | Na ² (%) | K ² (%) | Cl ⁴ (%) | MET + CIS ³ (%) | LIS ³ (%) |
|--------------------|------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Milho | 8,5 | 3416 ³ | 0,02 | 0,08 ⁵ | 0,03 | 0,27 | 0,04 | 0,35 | 0,23 |
| Farelo de soja | 46,0 | 2283 ³ | 0,29 | 0,23 ⁵ | 0,01 | 2,18 | 0,04 | 1,34 | 2,87 |
| Farelo de trigo | 14,6 | 1740 ⁶ | 0,12 | 0,29 ⁵ | 0,06 | 1,24 | 0,05 | 0,52 | 0,57 |
| Fosfato bicálcico | - | - | 27,0 | 17,0 | - | - | - | - | - |
| Calcário calcítico | - | - | 38,4 | - | - | - | - | - | - |
| Sal comum | - | - | - | - | 39,3 | - | 60,6 | - | - |
| Óleo de soja | - | 8786 ³ | - | - | - | - | - | - | - |
| DL-metionina | - | - | - | - | - | - | - | 99,0 | - |
| Cloreto de cálcio | - | - | 28,8 | - | - | - | 50,2 | - | - |

¹Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA.

²Análises realizadas no Laboratório de Análise Foliar do DQI/UFLA.

³Rostagno *et al.* (1992).

⁴Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZ-EV/UFMG.

⁵Considerou-se 1/3 do fósforo total como disponível.

⁶Médias do farelo e farelinho de trigo.

TABELA 2. Minerais e vitaminas suplementados por kg de ração.

| INGREDIENTE | QUANTIDADE |
|-------------------------------|-------------------|
| Manganês (mg) | 75 |
| Zinco (mg) | 50 |
| Ferro (mg) | 20 |
| Cobre (mg) | 4 |
| Iodo (mg) | 1,5 |
| Cobalto (mg) | 0,2 |
| Vitamina A (UI) | 8.000 |
| Vitamina D ₃ (UI) | 3.000 |
| Vitamina E (UI) | 15 |
| Vitamina K ₃ (mg) | 2 |
| Vitamina B ₂ (mg) | 4 |
| Vitamina B ₆ (mg) | 1 |
| Vitamina B ₁₂ (µg) | 10 |
| Nicotinamida (mg) | 19,9 |
| Ácido fólico (mg) | 0,2 |
| Ácido pantotênico (mg) | 5,35 |
| Biotina (µg) | 40 |
| Selênio (mg) | 0,172 |
| Enzimas (mg) | 0,25 |
| Antioxidante (BHT) (g) | 0,03 |

TABELA 3. Composição das rações experimentais.

| INGREDIENTE | RAÇÃO | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | ANIÔNICA (3,2% Ca) | ANIÔNICA (3,8% Ca) | CATIÔNICA (3,2% Ca) |
| Milho moído | 61,44 | 62,70 | 61,43 |
| Farelo de soja | 20,50 | 21,74 | 20,51 |
| Farelo de trigo | 7,50 | 3,40 | 7,50 |
| Cloreto de cálcio | 1,20 | 1,20 | - |
| Fosfato bicálcico | 1,28 | 1,32 | 1,27 |
| Calcário | 6,62 | 8,18 | 7,40 |
| Óleo | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| Suplemento vitamínico | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Suplemento mineral | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| DL-metionina (99%) | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Sal | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Caulim | 0,27 | 0,27 | 0,70 |
| TOTAL (Kg) | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| COMPOSIÇÃO CALCULADA | | | |
| Energia Metabolizável (Kcal/kg) | 2750,00 | 2750,00 | 2750,00 |
| Proteína bruta (%) | 15,80 | 15,80 | 15,80 |
| Mctionina (%) | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| Mctionina + cistina (%) | 0,59 | 0,59 | 0,59 |
| Lisina (%) | 0,78 | 0,79 | 0,78 |
| Cálcio (%) | 3,20 | 3,8 | 3,2 |
| Fósforo disponível (%) | 0,35 | 0,35 | 0,35 |

TABELA 4. Composição calculada das rações experimentais (com base na matéria seca) em Na, K e Cl e diferenças cátio-aniônicas (DCA).

| RAÇÕES | Na (%) | K (%) | Cl (%) | DCA (mEq/kg) |
|-----------------------------|--------|-------|--------|--------------|
| Aniônica (3,2% de cálcio) | 0,152 | 0,706 | 0,837 | 11,3 |
| Aniônica (3,8% de cálcio) | 0,152 | 0,681 | 0,837 | 4,9 |
| Catiônica (3,2% de cálcio) | 0,153 | 0,709 | 0,235 | 182,1 |
| Catiônica (3,8% de cálcio) | 0,152 | 0,681 | 0,235 | 174,5 |

3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 repetições, totalizando 40 parcelas de 12 aves. Cada parcela constituiu-se de quatro gaiolas, contendo 3 aves cada. Foi utilizado um esquema de parcelas subdivididas constituído pelos 8 tratamentos nas parcelas e os 3 períodos nas subparcelas (28, 56 e 84 dias).

Ao final de cada período experimental, comparou-se o desempenho (consumo de ração, produção, conversão alimentar, peso e perda de ovos) e a qualidade do ovo (peso específico, espessura de casca, porcentagem de casca, peso da casca por unidade de superfície de área e Unidade Haugh),⁷ de acordo com o modelo estatístico I:


$$(I) Y_{ijk} = \mu + T_i + D_{(i)k} + P_j + (TP)_{ij} + e_{(ij)k}$$

sendo:

Y_{ijk} = valor observado no desempenho e qualidade dos ovos das poedeiras que receberam o tratamento i , no período j , na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ e 8 ;


 $D_{(i)k}$ = erro experimental associado a cada observação da parcela, sendo as repetições $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 .

P_j = efeito do período j ;

$(TP)_{ij}$ = efeito da interação do tratamento i e do período j ;

e_{ijk} = erro experimental associado a cada observação da subparcela.

Por hipótese, os erros experimentais $D_{(i)k}$ e e_{ijk} são independentes e têm distribuição normal com médias zero e variâncias σ^2_D e σ^2 , respectivamente.

Ao final do ensaio, foram abatidas 80 aves, correspondendo a duas aves por parcela, para se determinar o conteúdo de cinzas, cálcio e fósforo e a resistência das tibias das poedeiras. Os dados foram analisados de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 5 repetições, seguindo o modelo estatístico II:

$$(II) Y_{ik} = \mu + T_i + e_{(i)k};$$

sendo:

Y_{ik} = concentração de cálcio, fósforo e cinzas e resistência da tibia da poedeira que recebeu o tratamento i na repetição k ,

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ e 8 ;

$e_{(i)k}$ = erro associado a cada observação, sendo $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 .

Por hipótese, o erro experimental $e_{(i)k}$ é independente e tem distribuição normal, com média zero e variância σ^2 .

Na 13ª semana do experimento, foram feitas coletas de sangue de 3 aves por tratamento para se determinar a concentração de cálcio, fósforo, sódio, potássio e cloro no plasma e o pH sanguíneo. Os dados foram analisados de

acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 3 repetições, seguindo o modelo estatístico III:

$$(III) Y_{ik} = \mu + T_i + e_{(i)k};$$

sendo:

Y_{ik} = concentração de cálcio, fósforo, sódio, potássio e cloro no plasma e pH sanguíneo da poedeira que recebeu o tratamento i na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do tratamento i , sendo $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ e 8 ;

$e_{(i)k}$ = erro associado a cada observação, sendo $k = 1, 2$ e 3 ;

Por hipótese, o erro experimental $e_{(i)k}$ é independente e tem distribuição normal, com média zero e variância σ^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando-se o pacote computacional SISVAR¹ (Sistema de Análise Estatística de Variância para Dados Balanceados). Apesar dos oito tratamentos constituírem uma estrutura fatorial $2 \times 2 \times 2$ em que se comparam dois tipos de ração (aniônica e catiônica), com dois níveis de cálcio (3,2 e 3,8%), em duas formas de fornecimento (aniônica de manhã/catiônica à tarde e catiônica de manhã/aniônica à tarde), optou-se por estudar os tratamentos sem considerar a estrutura, avaliando os efeitos por meio da técnica dos contrastes ortogonais, tendo em vista a natureza complexa das interações de primeira e segunda ordem envolvidas.

¹ FERREIRA, D.F. (Software não publicado)

Foram estabelecidos os seguintes contrastes para responder as seguintes perguntas:

A. Usando ração aniônica o dia inteiro, qual o melhor nível de cálcio?

$$\hat{Y}_1 = 1 - 2$$

B. Usando ração catiônica o dia inteiro, qual o melhor nível de cálcio?

$$\hat{Y}_2 = 3 - 4$$

C. É melhor utilizar a ração aniônica ou a catiônica o dia inteiro?

$$\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$$

D. Qual o melhor nível de cálcio com estes tipos de fornecimento: ração aniônica pela manhã e catiônica à tarde, ambas com 3,2% de cálcio, ou ração aniônica pela manhã e catiônica à tarde, ambas com 3,8% de cálcio?

$$\hat{Y}_4 = 5 - 6$$

E. Qual o melhor nível de cálcio com estes tipos de fornecimento: ração catiônica pela manhã e aniônica à tarde, ambas com 3,2% de cálcio, ou ração catiônica pela manhã e aniônica à tarde, ambas com 3,8% de cálcio?

$$\hat{Y}_5 = 7 - 8$$

F. Qual o melhor tipo de fornecimento alternado: aniônica pela manhã e catiônica à tarde ou catiônica pela manhã e aniônica à tarde?

$$\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$$

G. É melhor usar a mesma ração o dia inteiro ou alterná-las?

$$\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$$

3.6 Características avaliadas

3.6.1 Desempenho

- **Produção média de ovos**

A produção média de ovos a cada período de 28 dias, expressa em % ovos/ave/dia, foi obtida tomando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os trincados, quebrados, sem casca e de casca mole.

- **Peso médio dos ovos**

No último dia de cada semana experimental, foram pesados todos os ovos íntegros produzidos e foi obtido o peso médio de cada parcela . Ao final de cada período de 28 dias, foi calculada uma média das pesagens para se obter o peso médio dos ovos produzidos no período.

- **Consumo de ração**

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras dos comedouros e dos baldes eram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave, por dia. Ao final de cada período, foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período.

- **Conversão alimentar**

A conversão alimentar foi calculada através da divisão do consumo médio de ração (g) pela massa média de ovos íntegros produzidos (g), sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido.

- **Perdas de ovos**

Diariamente foram anotadas as quantidades de ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca, e ao final de cada semana foi calculada a porcentagem de ovos perdidos em relação ao total produzido. Após quatro semanas de cada período, foram calculadas as porcentagens médias de perdas por período de 28 dias.

3.6.2 Qualidade dos ovos

Ao final de cada período, foram coletados três ovos por parcela, pesados individualmente, e tomadas as medidas para se determinar a qualidade interna e externa do ovo, com exceção do peso específico em que foram feitas avaliações diárias, durante os três últimos dias dos períodos, com todos os ovos íntegros produzidos.

- **Unidade Haugh**

Os três ovos amostrados por parcela, ao final de cada período, devidamente identificados, foram pesados e quebrados sobre uma superfície

plana de vidro para a obtenção da altura de albúmen, medida pelo aparelho Technical Services and Supplies – QCM digital, com precisão de 0,1mm. Os valores de Unidade Haugh foram calculados utilizando-se a fórmula apresentada por Card e Nesheim (1968):

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

sendo:

H = altura de albúmen (mm);

PO = peso do ovo (g).

- **Espessura de casca**

Após a secagem em estufa a 65°C por 72 horas, as cascas foram pesadas e, em seguida, tomadas as medidas de sua espessura em três pontos da região equatorial do ovo, através de um micrômetro da marca Mitutoyo, com precisão de 0,001mm (0,001 – 25,000 mm). Os valores obtidos nos três ovos de cada parcela foram transformados em valores médios por parcela.

- **Peso específico**

Todos os ovos íntegros produzidos nos últimos três dias de cada período foram avaliados em 10 soluções de NaCl, com densidade variando de 1,066 a 1,102 g/cm³ e com gradiente de 0,004 entre elas determinado com auxílio de um densímetro. Os resultados dos três dias foram reduzidos a uma média de densidade dos ovos da parcela no período.

- **Porcentagem de casca**

Os três ovos amostrados em cada parcela ao final de cada período, após quebrados para avaliação de Unidade Haugh, tiveram suas cascas lavadas em água e secas em estufas a 65°C por 72 horas. As cascas foram então pesadas, obtendo-se o percentual através da relação peso de casca/peso do ovo.

- **Peso de casca por unidade de superfície de área**

O peso médio da casca dos ovos por unidade de superfície de área (PCSA), expresso em mg/cm², foi calculado pela equação, segundo Abdallah, Harms e El-Husseiny (1993):

$$PCSA = [PC/3,9782 \times (PO^{0,7056})] \times 1000$$

sendo:

PC = peso da casca (g);

PO = peso do ovo (g).

3.6.3 Teores de cinzas, cálcio e fósforo na tibia

No final do experimento, duas aves por parcela foram sacrificadas e retiradas suas tibias direita e esquerda. As tibias esquerdas foram então colocadas em uma panela de alumínio e fervidas com o intuito de amolecer os

resíduos de carne. Em seguida, as tíbias foram lavadas em água fria e então procedeu-se a retirada dos resíduos de carne e cartilagens.

Para proceder-se a análise dos teores de cinzas, cálcio e fósforo, as tíbias foram secas em estufa a 100°C, por aproximadamente 3 horas. Em seguida, foram colocadas em um frasco de vidro de boca larga e tampa hermética, junto com éter etílico, para serem desengorduradas. Durante 3 dias foram feitas lavagens das tíbias com o éter, sendo este trocado por um novo a cada 24 horas. As tíbias foram então encineradas a 500°C em forno tipo mufla, e em seguida foi feita a solubilização com 40 ml de HCl e 5 gotas de ácido nítrico para se obter a solução mineral. Desta foi retirada uma alíquota para determinar o teor de fósforo usando um espectrofotômetro da marca Varian, modelo Cary 50 (UV-visível). Outra alíquota foi retirada para posterior análise de cálcio, utilizando-se o método de titulometria com permanganato de potássio. Os resultados foram expressos na base da matéria seca desengordurada.

3.6.4 Resistência da tíbia

Para a análise da resistência da tíbia foram utilizadas as tíbias direitas frescas, ou seja, sem passar pelo processo de secagem. A leitura da resistência foi feita segundo Orban, Roland e Bryant (1993), em uma máquina universal de testes da marca Emic, modelo DL-30000. Os resultados foram expressos em quilograma força (kgf).

3.6.5 Cálcio, fósforo, eletrólitos e pH do sangue

Na 13^a semana de experimento, amostras de sangue de 3 aves por tratamento foram coletadas da veia braquial para análise do pH, cálcio, fósforo e dos eletrólitos (sódio, potássio e cloro), tendo como critério de coleta uma hora após a realização da postura. O sangue para análise de cálcio, fósforo e eletrólitos foi centrifugado para se obter o plasma. O pH sanguíneo foi analisado através do aparelho Corning blood pH/gas analyser, conforme Teeter et al. (1986); o sódio e o potássio foram determinados por espectrofotometria de chama e o fósforo, cálcio e cloro por colorimetria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho

• Produção média de ovos

A produção média de ovos foi influenciada pelos tratamentos ($P < 0,01$), não havendo interação significativa entre tratamentos e períodos ($P > 0,05$). Os dados estão apresentados na Tabela 5 e sua análise de variância se encontra na Tabela 1A.

De acordo com as estimativas dos contrastes apresentados na Tabela 6, verifica-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações catiônicas. Foi observado que utilizando rações catiônicas o dia inteiro, o melhor nível de cálcio a ser utilizado é 3,8% (DCA= 174,5 mEq/kg). Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Rodrigues (1995), que utilizando rações catiônicas com DCA=170,3 mEq/kg (calculada conforme Mongin, 1980), observou maior produção de ovos com o nível de 3,8% de cálcio.

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações aniônicas (DCA de 4,9 e 11,3 mEq/kg) e catiônicas (DCA de 174,5 e 182,1 mEq/kg), sendo que estas últimas apresentaram maior produção de ovos. As rações aniônicas, neste caso, influenciaram negativamente a produção de ovos, possivelmente pelo excesso de cloro. Estes resultados, porém, não estão de acordo com aqueles encontrados por Hamilton e Thompson (1980), que observaram diminuição na produção somente quando utilizaram rações aniônicas com níveis excessivos de cloro (2,13% - DCA de -32,98 mEq/kg).

Keshavarz (1994) afirma que galinhas poedeiras podem suportar até 1,31% de cloro na ração (DCA= -14,51 mEq/kg) sem que isso interfira na produção de ovos.

TABELA 5. Produção média de ovos por ave, por dia, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | PRODUÇÃO DE OVOS (%) | | | MÉDIA |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | PERÍODOS | | | |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 81,56 (1,48) ¹ | 81,44 (1,74) | 80,95 (1,52) | 81,32 (1,47) |
| 2 (A-3,8) | 81,48 (2,85) | 81,85 (1,39) | 82,27 (2,24) | 81,87 (1,22) |
| 3 (C-3,2) | 81,72 (2,50) | 81,71 (2,02) | 81,67 (1,12) | 81,70 (1,89) |
| 4 (C-3,8) | 85,68 (0,76) | 83,81 (1,14) | 84,19 (1,30) | 84,56 (1,93) |
| 5 (A:C-3,2) | 84,68 (1,27) | 84,78 (1,11) | 82,48 (1,25) | 83,98 (1,25) |
| 6 (A:C-3,8) | 83,85 (0,87) | 83,95 (2,00) | 81,53 (1,74) | 83,11 (1,25) |
| 7 (C:A-3,2) | 81,56 (1,77) | 81,76 (2,34) | 83,06 (1,14) | 82,13 (1,72) |
| 8 (C:A-3,8) | 82,49 (1,51) | 82,59 (1,31) | 79,62 (2,60) | 81,57 (1,91) |
| MÉDIA | 82,88 (1,63) | 82,74 (1,63) | 81,97 (1,61) | 82,53 (1,42) |

¹ Erro padrão da média

TABELA 6. Estimativas dos contrastes para a variável produção de ovos.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|-------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -0,5525 |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -2,8600* |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | -3,0755* |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | 0,8700 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | 0,5648 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | 3,3956 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | -2,4569 |

*Significativo ao nível de 5% pelo Teste F.

• **Peso médio dos ovos**

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o peso médio dos ovos e nem interação dos tratamentos com os períodos ($P > 0,05$). Os dados são apresentados na Tabela 7 e a análise de variância se encontra na Tabela 1A.

As DCA utilizadas nas rações do presente experimento (4,9; 11,3; 174,5 182,1 mEq/kg) não afetaram o peso dos ovos. Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Austic (1984), que utilizando DCA de -33 a 293 mEq/kg, e Austic e Keshavarz (1988), utilizando DCA de -91 a 340 mEq/kg, não encontraram diferença significativa no peso dos ovos.

De acordo com Card e Nesheim (1972), o peso do ovo, além da genética, é influenciado também pelo peso corporal da poedeira, temperatura ambiente, proteína, metionina e ácido linoléico. Como estes fatores foram homogêneos durante todo o experimento, não houve interferência nos resultados obtidos. Com relação à temperatura ambiente (Tabela 8), esta não interferiu

negativamente no peso dos ovos, já que o seu principal efeito é verificado em temperaturas elevadas (verão), nas quais o consumo de ração é menor, afetando indiretamente o peso dos ovos.

TABELA 7. Peso médio dos ovos, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | PESO MÉDIO DOS OVOS (g) | | | |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | PERÍODOS | | | MÉDIA |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 67,20 (0,58) ¹ | 66,52 (1,02) | 66,82 (0,87) | 66,85 (0,79) |
| 2 (A-3,8) | 66,83 (0,88) | 66,87 (0,60) | 66,54 (0,81) | 66,75 (0,72) |
| 3 (C-3,2) | 67,06 (0,97) | 68,62 (0,64) | 68,01 (0,55) | 67,90 (0,75) |
| 4 (C-3,8) | 67,81 (1,08) | 68,01 (0,80) | 67,76 (0,75) | 67,86 (0,82) |
| 5 (A:C-3,2) | 66,75 (0,78) | 67,73 (0,19) | 66,95 (0,48) | 67,14 (0,54) |
| 6 (A:C-3,8) | 66,91 (1,01) | 67,61 (0,39) | 67,23 (1,04) | 67,25 (0,81) |
| 7 (C:A-3,2) | 66,54 (0,59) | 68,19 (0,91) | 67,36 (0,73) | 67,36 (0,77) |
| 8 (C:A-3,8) | 67,29 (0,79) | 67,69 (0,82) | 66,75 (0,76) | 67,11 (0,75) |
| MÉDIA | 67,05 (0,84) | 67,66 (0,67) | 67,18 (0,75) | 67,28 (0,74) |

¹Erro padrão da média

TABELA 8. Médias das temperaturas mínima e máxima dentro do galpão, por período experimental.

| PERÍODO | TEMPERATURA (°C) | | |
|--------------------|------------------|--------|-------|
| | MÍNIMA | MÁXIMA | MÉDIA |
| 1º 17/06 a 14/07 | 10,8 | 26,0 | 18,4 |
| 2º 15/07 a 11/08 | 11,0 | 26,8 | 18,9 |
| 3º 12/08 a 09/09 | 11,2 | 29,2 | 20,2 |
| MÉDIA GERAL | 10,9 | 27,7 | 19,3 |

• Consumo de ração

Observou-se influência significativa dos tratamentos ($P < 0,05$) e interação entre tratamentos e períodos ($P < 0,01$) no consumo de ração. Os resultados encontram-se na Tabela 9 e sua análise de variância está na Tabela 2A.

Conforme as estimativas dos contrastes apresentados na Tabela 10, verifica-se que houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os efeitos das rações catiônicas somente no segundo e terceiro períodos. Foi verificado que, utilizando-se a ração catiônica o dia inteiro, o maior consumo é observado quando esta ração é suplementada com 3,2% de cálcio. A explicação para o maior consumo é, provavelmente, o nível inadequado de cálcio utilizado na ração (3,2%), fazendo com que as poedeiras consumissem mais ração para atender às suas necessidades fisiológicas por cálcio.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre as rações catiônicas e aniônicas, independente do nível de cálcio utilizado. Foi observado um maior consumo das rações catiônicas no segundo e terceiro períodos. Neste caso, as rações aniônicas podem ter inibido o consumo devido ao alto conteúdo de cloro na ração (0,84%). Austic e Keshavarz (1988) encontraram diminuição no consumo somente quando utilizaram altos níveis de cloro (0,86%) com baixos níveis de cálcio (2%), não observando diferença quando da utilização de 2,8 ou 3,6% de cálcio. Keshavarz (1994) não encontrou diferenças significativas no consumo utilizando até 1,3% de cloro e 3,5% de cálcio na ração.

Através dos dados da Tabela 11, verifica-se que houve efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo de ração nas parcelas que foram submetidas ao manejo alternado na parte da manhã ($P < 0,05$) e à tarde ($P < 0,01$). A análise de variância encontra-se na Tabela 3A. Pode-se observar que, tanto de manhã quanto à tarde, as rações catiônicas proporcionaram maior consumo e

que este é maior na parte da tarde (Tabela 12). Este resultado está de acordo com aqueles encontrados por Keshavarz (1998a), que também observou um maior consumo de rações catiônicas na parte da tarde, utilizando níveis de 3,1 e 3,8% de cálcio. A explicação para isto seria a maior demanda por cálcio na parte da tarde e à noite, quando a casca do ovo é formada, sendo este fato confirmado por vários autores (Wood-Gush e Home, 1971; Mongin e Sauveur, 1974; Leeson e Summers, 1997).

TABELA 9. Consumo médio de ração, por ave dia, segundo os tratamentos e períodos¹.

| TRATAMENTOS | CONSUMO MÉDIO DIÁRIO (g) | | | |
|--------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | PERÍODOS | | | MÉDIA |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 109,95 (1,12) ² | 111,61 (1,99) | 107,21 (0,93) | 109,59 (1,57) |
| 2 (A-3,8) | 115,64 (1,66) | 117,22 (3,40) | 114,67 (4,13) | 115,84 (4,58) |
| 3 (C-3,2) | 110,08 (1,26) | 126,64 (0,81) | 125,27 (1,55) | 120,66 (1,25) |
| 4 (C-3,8) | 114,06 (1,13) | 116,72 (1,52) | 112,83 (2,09) | 114,54 (1,69) |
| 5 (A:C-3,2) | 113,51 (1,67) | 115,80 (0,89) | 115,29 (3,48) | 114,87 (2,17) |
| 6 (A:C-3,8) | 116,29 (1,61) | 119,11 (3,08) | 112,92 (1,53) | 116,11 (2,36) |
| 7 (C:A-3,2) | 113,52 (1,28) | 112,49 (0,86) | 111,28 (1,58) | 112,43 (1,25) |
| 8 (C:A-3,8) | 112,91 (1,38) | 118,13 (3,62) | 113,32 (7,33) | 114,79 (4,57) |
| MÉDIA | 113,25 (1,39) | 117,22 (2,02) | 114,10 (2,83) | 114,86 (2,08) |

¹Interação significativa (P<0,01%).

²Erro padrão da média

TABELA 10. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável consumo médio diário de ração.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS | | |
|---|-------------|------------|------------|
| | PERÍODOS | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -5,6910 | -5,6110 | -7,4650 |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -3,9800 | 9,9200** | 12,4410** |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | 1,4550 | -14,5310** | -16,2260** |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | -2,7780 | 3,2340 | 2,3720 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | 0,6260 | -5,6460 | -2,360 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | 3,3440 | 4,2040 | 3,5960 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | -6,4760 | 6,7900 | 7,1500 |

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

TABELA 11 . Consumo médio diário de ração de manhã e à tarde (g), segundo os períodos, para as aves que receberam os tratamentos referentes ao manejo alternado.

| TRATAMENTOS | CONSUMO MÉDIO DIÁRIO (g) | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| | PERÍODOS | | | | | | MÉDIA | | |
| | 1 | | 2 | | 3 | | Manhã | Tarde | Tarde |
| | Manhã | Tarde | Manhã | tarde | Manhã | Tarde | Manhã | Tarde | Tarde |
| 5 (A:C-3,2) | 54,41 (1,17) ¹ | 59,14 (0,57) | 49,96 (1,03) | 65,84 (1,44) | 50,82 (2,02) | 65,56 (1,80) | 51,73 (1,63) | 63,51 (1,91) | |
| 6 (A:C-3,8) | 50,82 (2,76) | 65,55 (3,18) | 52,12 (1,00) | 66,99 (3,78) | 48,33 (2,08) | 66,50 (1,83) | 50,42 (2,06) | 66,35 (2,83) | |
| 7 (C:A-3,2) | 56,49 (0,20) | 57,02 (1,37) | 55,03 (1,25) | 57,46 (0,74) | 54,18 (1,79) | 57,35 (0,89) | 55,23 (1,25) | 57,28 (0,96) | |
| 8 (C:A-3,8) | 59,48 (2,14) | 53,42 (1,64) | 61,01 (4,07) | 57,12 (0,76) | 57,63 (4,86) | 57,31 (2,04) | 59,37 (3,64) | 55,95 (1,68) | |
| MÉDIA | 55,30 (1,57) | 58,78 (1,69) | 54,53 (1,84) | 61,85 (1,68) | 52,74 (2,69) | 61,68 (1,64) | 54,19 (2,15) | 60,77 (1,85) | |

¹Erro padrão da média

TABELA 12. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável consumo médio diário de ração para as aves que receberam os tratamentos referentes ao manejo alternado.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS | |
|---------------------------------|-------------|-----------|
| | Manhã | Tarde |
| $\hat{Y}_1 = 5 - 6$ | 1.3080 | -2,8080 |
| $\hat{Y}_2 = 7 - 8$ | -4.1380 | 1.3227 |
| $\hat{Y}_3 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | -12,4527** | 16,6080** |

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

• Conversão alimentar

Foi observada interação significativa entre tratamentos e períodos ($P < 0,01$) na conversão alimentar. Os resultados encontram-se na Tabela 13 e sua análise de variância está na Tabela 4 A.

Constatou-se diferença significativa ($P < 0,01$) entre os efeitos das rações catiônicas somente no segundo e terceiro períodos, sendo que a ração catiônica com 3,2% de cálcio (DCA= 182,1 mEq/kg) foi a que apresentou pior conversão alimentar (Tabela 14). Este resultado pode estar associado ao consumo desta ração, que foi mais alto em comparação à mesma ração, com 3,8% de cálcio (DCA= 174,5 mEq/kg). Estes valores estão de acordo com aqueles obtidos por Oliveira (1995), que verificou melhor conversão alimentar utilizando uma ração catiônica com uma DCA=170,6 mEq/kg (calculada conforme Mongin, 1980) com 3,88% de cálcio.

As rações catiônicas foram significativamente inferiores ($P < 0,01$) às rações aniônicas (independente do nível de cálcio utilizado) no segundo e terceiro períodos, proporcionando a pior conversão alimentar. Esta resposta pode

estar associada ao maior consumo das dietas catiônicas. Austic (1984) não encontrou diferença significativa na conversão alimentar com o uso de dietas com DCA variando de 220 a 293 mEq/kg e de -66,0 a 132 mEq/kg (rações aniônicas).

TABELA 13. Conversão alimentar por massa de ovos, segundo os tratamentos e períodos¹.

| TRATAMENTOS | CONVERSÃO ALIMENTAR (g/g) | | | |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | PERÍODOS | | | MÉDIA |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 2.01 (0,028) ² | 2.07 (0,032) | 2.00 (0,047) | 2.03 (0,116) |
| 2 (A-3,8) | 2.03 (0,049) | 2.04 (0,033) | 2.07 (0,118) | 2.05 (0,089) |
| 3 (C-3,2) | 2.04 (0,059) | 2.18 (0,064) | 2.31 (0,029) | 2.18 (0,123) |
| 4 (C-3,8) | 2.10 (0,069) | 2.04 (0,030) | 2.00 (0,026) | 2.05 (0,125) |
| 5 (A:C-3,2) | 2.01 (0,045) | 2.01 (0,020) | 2.05 (0,054) | 2.02 (0,103) |
| 6 (A:C-3,8) | 2.08 (0,022) | 2.16 (0,029) | 2.04 (0,036) | 2.09 (0,125) |
| 7 (C:A-3,2) | 2.10 (0,040) | 2.03 (0,023) | 2.00 (0,026) | 2.04 (0,121) |
| 8 (C:A-3,8) | 2.04 (0,043) | 2.09 (0,023) | 2.13 (0,111) | 2.09 (0,112) |
| MÉDIA | 2.05 (0,044) | 2.08 (0,032) | 2.08 (0,125) | 2.07 (0,114) |

¹Interação significativa (P<0,01%)

²Erro padrão da média

TABELA 14. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável conversão alimentar.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS | | |
|---|-------------|-----------|-----------|
| | PERÍODOS | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -0,02283 | 0,0364 | -0,0753 |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -0,0620 | 0,1465** | 0,3116** |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | -0,1544 | -0,1143** | -0,2454** |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | -0,0665 | -0,1527 | 0,0061 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | 0,0539 | -0,0563 | -0,0973 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | -0,0517 | 0,0490 | -0,0187 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | -0,0472 | -0,3613 | 0,1173 |

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

• Perdas de ovos

A porcentagem de perdas de ovos foi influenciada pelos tratamentos ($P < 0,01$), sendo os dados apresentados na Tabela 15 e a análise de variância na Tabela 1A do anexo.

Conforme as estimativas do contrastes apresentados na Tabela 16, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações catiônicas fornecidas o dia inteiro. A ração catiônica com 3,2% de cálcio ($DCA = 182,1mEq/kg$) apresentou as maiores porcentagens de perdas quando comparadas com a mesma ração com 3,8% de cálcio ($DCA = 174,5mEq/kg$). Ambas as rações são as normalmente utilizadas para poedeiras (catiônicas), variando somente o nível de cálcio, sendo este o fator que provavelmente influenciou a menor perda de ovos

para a ração com 3,8% , visto que este é o nível mais adequado do mineral para as poedeiras (Rodrigues, 1995).

Houve também diferença significativa ($P < 0,01$) entre os efeitos dos diferentes manejos alternados utilizados. Foi observado-se que é preferível utilizar a ração catiônica de manhã (DCA= 174,5 mEq/kg) e a aniônica à tarde (DCA= 4,9 mEq/kg), ambas com 3,8% de cálcio, do que utilizar a ração catiônica de manhã e a aniônica à tarde, ambas com 3,2% de cálcio. Com este resultado, pode-se concluir que o manejo proposto, catiônica de manhã e aniônica à tarde, é benéfico, diminuindo a porcentagem de perdas dos ovos, desde que as rações utilizadas tenham níveis adequados de cálcio (3,8%).

TABELA 15. Porcentagem de perdas de ovos, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | % MÉDIA DE PERDAS | | | |
|--------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | PERÍODOS | | | MÉDIA |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 5,91 (0,85) ¹ | 8,15 (0,74) | 10,69 (1,31) | 8,25 (1,29) |
| 2 (A-3,8) | 7,67 (1,51) | 9,18 (1,26) | 10,96 (0,88) | 9,27 (1,31) |
| 3 (C-3,2) | 7,09 (1,17) | 10,34 (1,29) | 11,49 (1,62) | 9,64 (1,53) |
| 4 (C-3,8) | 5,52 (1,61) | 4,93 (0,82) | 6,18 (0,73) | 5,54 (1,07) |
| 5 (A:C-3,2) | 7,96 (1,31) | 7,40 (1,41) | 9,75 (1,89) | 8,37 (1,51) |
| 6 (A:C-3,8) | 6,39 (1,05) | 8,88 (1,24) | 10,56 (0,94) | 8,61 (1,28) |
| 7 (C:A-3,2) | 9,76 (1,53) | 12,42(1,59) | 13,57 (2,03) | 11,92 (1,77) |
| 8 (C:A-3,8) | 5,22 (0,76) | 5,97(2,03) | 6,03 (1,61) | 5,74 (1,46) |
| MÉDIA | 6,94 (1,22) | 8,41 (1,30) | 9,90 (1,38) | 8,42 (1,40) |

¹Erro padrão da média

TABELA 16. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável porcentagem de perdas de ovos.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|-------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -1,02309 |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | 4,09601* |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | 2,33578 |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | -0,23623 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | 6,17607** |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | -0,68418 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | -1,94046 |

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

*Significativo ao nível de 5% pelo Teste F.

4.2 Qualidade dos ovos

• Unidade Haugh

Os resultados de Unidade Haugh apresentados na Tabela 17 mostram que não houve efeito significativo dos tratamentos e nem interação dos períodos com os tratamentos ($P > 0,05$). A análise de variância encontra-se na Tabela 5A.

No presente experimento, os altos índices de cloro das rações aniônicas (0,84%) não afetaram a qualidade interna dos ovos. Hamilton e Thompson (1980) encontraram um aumento na altura do albúmen e na Unidade Haugh com rações aniônicas (DCA= -32,98 mEq/kg) contendo níveis excessivos de cloro (2,13%), mas com prejuízo para os outros parâmetros referentes à qualidade dos ovos.

As DCA das rações deste experimento (4,9; 11,3; 174,5 e 182,1mEq/kg) não exerceram influência sobre a qualidade interna dos ovos, sendo os resultados semelhantes àqueles encontrados por Stevenson (1983) que utilizou DCA variando de 137 a 245 mEq/kg (catiônicas) e Austic (1984) utilizando DCA entre -3,3 e 29,30 mEq/kg (aniônicas).

Williams (1992) afirma que a qualidade interna dos ovos é influenciada principalmente por doenças e pela idade da galinha. Quanto aos minerais, o autor não faz nenhuma referência ao sódio, potássio e cloro. Ele afirma que somente o cromo, cobre, ferro, manganês, selênio e zinco poderiam trazer algum benefício, e o vanádio traria prejuízo à qualidade interna dos ovos.

TABELA 17. Unidade Haugh média dos ovos, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | UNIDADE HAUGH | | | MÉDIA |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | PERÍODOS | | | |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 95,76 (1,31) ¹ | 83,97 (1,14) | 84,14 (0,99) | 87,96 (2,74) |
| 2 (A-3,8) | 94,16 (1,69) | 83,98 (0,93) | 85,90 (1,58) | 88,01 (2,44) |
| 3 (C-3,2) | 93,29 (1,61) | 85,57 (0,76) | 87,31 (0,65) | 88,72 (1,83) |
| 4 (C-3,8) | 95,10 (1,27) | 84,45 (1,00) | 84,93 (1,29) | 88,16 (2,53) |
| 5 (A:C-3,2) | 92,13 (2,32) | 83,10 (1,54) | 87,32 (1,04) | 87,52 (2,33) |
| 6 (A:C-3,8) | 93,91 (1,59) | 85,63 (1,07) | 86,97 (0,64) | 88,84 (1,99) |
| 7 (C:A-3,2) | 93,32 (1,61) | 83,37 (1,64) | 85,51 (1,65) | 87,51 (2,49) |
| 8 (C:A-3,8) | 94,20 (0,93) | 82,85 (1,10) | 85,30 (1,27) | 87,45 (2,48) |
| MÉDIA | 93,98 (1,54) | 84,12 (1,15) | 85,92 (1,14) | 88,02 (2,35) |

¹ Erro padrão da média

• Espessura de casca

A espessura de casca não foi influenciada pelos tratamentos, não havendo também interação entre os tratamentos e períodos ($P > 0,05$). Os dados são apresentados na Tabela 18 e a análise de variância se encontra na Tabela 5A.

Os resultados estão de acordo com os encontrados por Cohen e Hurwitz (1974), que não encontraram nenhum efeito de DCA entre $-8,73$ e $33,89$ mEq/kg sobre a espessura de casca. Resultados semelhantes foram encontrados por Hughes (1985), que testou os efeitos de DCA entre 8 e 418 mEq/kg em galinhas velhas.

TABELA 18. Espessura média de casca, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | ESPESSURA DE CASCA (mm) | | | MÉDIA |
|--------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | PERÍODOS | | | |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 0,317 (0,007) ¹ | 0,339 (0,011) | 0,308 (0,008) | 0,321 (0,010) |
| 2 (A-3,8) | 0,330 (0,006) | 0,342 (0,007) | 0,317 (0,008) | 0,330 (0,008) |
| 3 (C-3,2) | 0,330 (0,010) | 0,327 (0,009) | 0,321 (0,005) | 0,326 (0,008) |
| 4 (C-3,8) | 0,338 (0,007) | 0,339 (0,003) | 0,325 (0,005) | 0,334 (0,006) |
| 5 (A:C-3,2) | 0,335 (0,007) | 0,352 (0,003) | 0,316 (0,009) | 0,334 (0,009) |
| 6 (A:C-3,8) | 0,338 (0,005) | 0,347 (0,011) | 0,311 (0,005) | 0,332 (0,010) |
| 7 (C:A-3,2) | 0,328 (0,006) | 0,334 (0,012) | 0,309 (0,009) | 0,324 (0,010) |
| 8 (C:A-3,8) | 0,329 (0,006) | 0,315 (0,005) | 0,315 (0,008) | 0,320 (0,006) |
| MÉDIA | 0,331 (0,007) | 0,337 (0,008) | 0,315 (0,007) | 0,328 (0,008) |

¹ Erro padrão da média

• Peso específico

De acordo com a análise de variância da Tabela 5A, houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) sobre o peso específico dos ovos. Os dados encontram-se na Tabela 19.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações catiônicas fornecidas o dia inteiro. A ração catiônica com 3,8% de cálcio apresentou maiores pesos específicos (Tabela 20), quando comparada com a mesma ração com 3,2% de cálcio. Este resultado foi coerente com aquele encontrado para a porcentagem de perdas de ovos, que diminuiu com o uso da ração catiônica com 3,8% de cálcio.

De acordo com os contrastes estudados, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) entre as rações aniônicas e catiônicas, independente do nível de cálcio utilizado. As rações catiônicas (DCA de 174,5 e 182,1 mEq/kg) apresentaram maiores pesos específicos quando comparadas com as aniônicas (DCA de 4,9 e 11,3 mEq/kg), quando ambas foram fornecidas o dia inteiro.

As rações aniônicas proporcionaram menores pesos específicos provavelmente pelo seu alto conteúdo em cloro (0,84%). Resultados semelhantes foram obtidos por Austic (1984), que observou que altos níveis de cloro na ração (0,75 a 0,90%) diminuíram o peso específico dos ovos (DCA de -33,0 e -66,0 mEq/kg, respectivamente). No entanto, Austic e Keshavarz (1988), trabalhando com até 0,94% de cloro na ração (DCA = -91 mEq/kg) de poedeiras, não encontraram interferência no peso específico dos ovos. Keshavarz (1994) afirma que as poedeiras podem suportar até 0,95% de cloro na dieta (DCA = -4,51 mEq/kg) sem que isso interfira no peso específico.

Constataram-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os efeitos dos diferentes manejos utilizados. O fornecimento de rações aniônica de manhã e catiônica à tarde, independente do nível de cálcio utilizado, proporcionaram

maiores pesos específicos do que as rações catiônica de manhã e aniônica à tarde. Estes resultados sugerem que a hipótese de utilizar rações aniônicas à tarde com o intuito de melhorar a qualidade dos ovos não é válida para o parâmetro peso específico dos ovos.

TABELA 19. Peso específico médio dos ovos, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | PESO ESPECÍFICO | | | MÉDIA |
|--------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | PERÍODOS | | | |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 1,078 (0,0006) ¹ | 1,071 (0,0004) | 1,062 (0,0093) | 1,070 (0,0059) |
| 2 (A-3,8) | 1,080 (0,0007) | 1,055 (0,0109) | 1,073 (0,0007) | 1,069 (0,0076) |
| 3 (C-3,2) | 1,078 (0,0009) | 1,072 (0,0008) | 1,072 (0,0007) | 1,074 (0,0015) |
| 4 (C-3,8) | 1,091 (0,0102) | 1,092 (0,0189) | 1,074 (0,0003) | 1,086 (0,0121) |
| 5 (A:C-3,2) | 1,079 (0,0008) | 1,087 (0,0151) | 1,072 (0,0004) | 1,079 (0,0085) |
| 6 (A:C-3,8) | 1,086 (0,0083) | 1,073 (0,0004) | 1,081 (0,0077) | 1,080 (0,0066) |
| 7 (C:A-3,2) | 1,069 (0,0075) | 1,073 (0,0008) | 1,073 (0,0006) | 1,072 (0,0041) |
| 8 (C:A-3,8) | 1,077 (0,0011) | 1,058 (0,0163) | 1,066 (0,0074) | 1,067 (0,0103) |
| MÉDIA | 1,080 (0,0038) | 1,073 (0,0080) | 1,072 (0,0034) | 1,075 (0,0071) |

¹Erro padrão da média

TABELA 20. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável peso específico.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|--------------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | 0,00090 |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -0,01180* |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | -0,02025** |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | -0,00047 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | 0,00464 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | 0,02136** |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | 0,00144 |

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

*Significativo ao nível de 5% pelo Teste F.

• Porcentagem de casca

Observou-se influência dos tratamentos na porcentagem de casca dos ovos ($P < 0,05$). Os dados encontram-se na Tabela 21 e a análise de variância está na Tabela 5A do anexo.

Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações aniônicas fornecidas o dia inteiro (Tabela 22). A ração aniônica com 3,8% de cálcio proporcionou maior porcentagem de casca quando comparada com a mesma ração com 3,2% de cálcio. Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados por Austic e Keshavarz (1988), que utilizando rações com altos níveis de cloro (0,86%) e baixos de cálcio (2,0 e 2,8%), observaram menor porcentagem de casca dos ovos, e conseqüentemente menor resistência à quebra.

Constataram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações catiônicas e aniônicas, sendo ambas fornecidas o dia inteiro. De acordo com os contrastes estudados, as rações catiônicas proporcionaram maiores porcentagens de casca do que as aniônicas. Os resultados obtidos não são coerentes com aqueles encontrados por Hamilton e Thompson (1980), que observaram menores porcentagens de casca somente utilizando níveis excessivos de cloro (2,13%), o que não foi o caso deste experimento, no qual foi utilizado 0,84% de cloro.

TABELA 21. Porcentagem de casca dos ovos, segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | % MÉDIA DE CASCA | | | |
|--------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | PERÍODOS | | | MÉDIA |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 7.982 (0,14) ¹ | 8.127 (0,13) | 7.854 (0,13) | 7.988 (0,13) |
| 2 (A-3,8) | 8.363 (0,11) | 8.435 (0,15) | 8.090 (0,11) | 8.296 (0,13) |
| 3 (C-3,2) | 8.272 (0,08) | 8.375 (0,04) | 8.092 (0,20) | 8.246 (0,12) |
| 4 (C-3,8) | 8.512 (0,09) | 8.434 (0,14) | 8.381 (0,07) | 8.440 (0,10) |
| 5 (A:C-3,2) | 8.493 (0,08) | 8.512 (0,12) | 7.932 (0,23) | 8.312 (0,19) |
| 6 (A:C-3,8) | 8.303 (0,04) | 8.226 (0,16) | 7.921 (0,14) | 8.150 (0,14) |
| 7 (C:A-3,2) | 7.976 (0,12) | 8.247 (0,21) | 7.893 (0,12) | 8.039 (0,16) |
| 8 (C:A-3,8) | 8.224 (0,12) | 8.080 (0,13) | 8.056 (0,16) | 8.120 (0,13) |
| MÉDIA | 8.266 (0,09) | 8.305 (0,14) | 8.027 (0,15) | 8.199 (0,14) |

¹Erro padrão da média

TABELA 22. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável porcentagem de casca dos ovos.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|-------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -0,30836* |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -0,19584 |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | -0,40527* |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | 0,16212 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | -0,08134 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | 0,30346 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | 0,35149 |

*Significativo ao nível de 5% pelo Teste F.

• **Peso de casca por unidade de superfície de área**

Houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) no peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA), sendo os dados apresentados na Tabela 23 e a análise de variância na Tabela 5A.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações aniônicas quando estas foram fornecidas o dia inteiro (Tabela 24). A ração aniônica com o nível adequado de cálcio de 3,8% (DCA= 4,9 mEq/kg) apresentou maiores PCSA do que a aniônica com 3,2% de cálcio (DCA= 11,3 mEq/kg). Este resultado está de acordo com o obtido por Hamilton e Thompson (1980), que compararam rações aniônicas (DCA entre -32,98 e 23,66 mEq/kg) com diferentes níveis de cálcio e obtiveram maiores valores de PCSA utilizando uma DCA de 14,86 mEq/kg com alto nível de cloro e nível adequado de cálcio na dieta (3,7%).

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os efeitos das rações catiônicas e aniônicas fornecidas o dia inteiro. As maiores PCSA foram encontradas com o uso das rações catiônicas. Não existem trabalhos na literatura comparando rações catiônicas e aniônicas quanto à variável PCSA, não sendo possível fazer comparações.

TABELA 23. Peso médio de casca por unidade de superfície de área (PCSA), segundo os tratamentos e períodos.

| TRATAMENTOS | PCSA (mg/cm ²) | | | |
|--------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | PERÍODOS | | | MÉDIA |
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 (A-3,2) | 69,919 (1,13) ¹ | 71,174 (1,08) | 69,130 (1,06) | 70,074 (1,08) |
| 2 (A-3,8) | 73,264 (0,94) | 73,608 (1,22) | 70,377 (0,82) | 72,416 (1,15) |
| 3 (C-3,2) | 73,393 (0,81) | 74,341 (0,63) | 70,686 (1,85) | 72,810 (1,34) |
| 4 (C-3,8) | 74,394 (0,73) | 73,902 (0,99) | 73,534 (0,64) | 73,943 (0,76) |
| 5 (A:C-3,2) | 74,327 (0,68) | 75,036 (0,91) | 69,574 (2,04) | 72,979 (1,68) |
| 6 (A:C-3,8) | 73,071 (0,25) | 72,595 (1,24) | 69,451 (0,88) | 71,706 (1,11) |
| 7 (C:A-3,2) | 70,387 (0,87) | 72,853 (1,80) | 69,183 (1,21) | 70,807 (1,44) |
| 8 (C:A-3,8) | 72,066 (1,08) | 71,361 (0,96) | 70,783 (1,53) | 71,403 (1,15) |
| MÉDIA | 72,603 (0,81) | 73,109 (1,10) | 70,340 (1,25) | 72,017 (1,21) |

¹ Erro padrão da média

TABELA 24. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA).

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|-------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -2,34200* |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -1,13686 |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | -4,25921** |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | 1,27302 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | -0,59559 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | 2,47426 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | 2,34497 |

**Significativo ao nível de 0,01% pelo Teste F.

*Significativo ao nível de 0,05% pelo Teste F.

4.3 Teores de cinza, cálcio e fósforo na tibia

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a porcentagem de cálcio na tibia ($P < 0,05$), mas a porcentagem de fósforo e o teor de cinzas não foram alterados ($P > 0,05$). Os resultados se encontram na Tabela 25 e a análise de variância está na Tabela 6A.

As estimativas dos contrastes da Tabela 26 mostram que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os efeitos das rações catiônicas fornecidas o dia inteiro. A ração catiônica com 3,8% de cálcio proporcionou uma maior porcentagem de cálcio na tibia do que a ração catiônica com 3,2% de cálcio. Este resultado é semelhante ao encontrado por Elaroussi et al. (1994), que utilizaram rações catiônicas com diferentes níveis de cálcio e encontraram

um maior teor do elemento na tibia das poedeiras alimentadas com rações contendo 3,75% de cálcio.

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos quando foi utilizado o manejo de rações catiônicas pela manhã e aniônicas à tarde. Foi observado que a ração catiônica fornecida pela manhã e a aniônica à tarde, com 3,8% de cálcio, proporcionou maiores teores de cálcio na tibia do que a ração catiônica fornecida pela manhã e a aniônica à tarde com 3,2% de cálcio. Com este resultado, é sugerido que o tipo de manejo proposto (catiônica de manhã e aniônica a tarde) proporciona bons resultados porque aumenta a quantidade de cálcio depositada na tibia, podendo ser utilizado posteriormente pelas poedeiras para a formação da casca do ovo naqueles momentos em que o consumo de ração é diminuído. Segundo Taylor (1970), as aves usualmente diminuem seu consumo à noite, ou seja, dentro das primeiras etapas de calcificação da casca. Portanto, ela deve suprir-se do cálcio plasmático encontrado no papo, moela e no sistema esquelético.

TABELA 25. Porcentagem média de cálcio (Ca), fósforo (P) e cinzas (C) na tibia das poedeiras, segundo os tratamentos.

| TRATAMENTOS | PORCENTAGEM NA TÍBIA | | |
|-------------|----------------------------|---------------|---------------|
| | Ca | P | C |
| 1 (A-3,2) | 20,55 (0,520) ¹ | 11,18 (0,413) | 59,68 (0,619) |
| 2 (A-3,8) | 19,58 (1,077) | 11,82 (0,449) | 60,10 (0,707) |
| 3 (C-3,2) | 18,95 (0,084) | 11,42 (1,076) | 59,87 (0,547) |
| 4 (C-3,8) | 20,99 (0,792) | 10,53 (0,339) | 60,23 (0,634) |
| 5 (A:C-3,2) | 20,08 (0,221) | 10,48 (0,131) | 59,15 (0,602) |
| 6 (A:C-3,8) | 19,32 (0,374) | 10,91 (0,132) | 59,65 (0,733) |
| 7 (C:A-3,2) | 18,92 (1,746) | 11,17 (0,657) | 59,04 (0,978) |
| 8 (C:A-3,8) | 20,97 (0,314) | 11,14 (0,354) | 60,47 (0,863) |

¹ Erro padrão da média

TABELA 26. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável porcentagem de cálcio na tibia das poedeiras.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|-------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | 0,9750 |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | -2,0500* |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | 0,1910 |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | 0,7560 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | -2,0470* |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | -0,4900 |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | 0,7867 |

*Significativo ao nível de 0,05% pelo Teste F.

4.4 Resistência da tibia

Não houve influência significativa dos tratamentos sobre a resistência da tibia das poedeiras ($P > 0,05$), sendo os dados apresentados na Tabela 27 e análise de variância na Tabela 7A.

Não existem na literatura dados sobre resistência da tibia com o uso de dietas aniônicas. Mas com respeito às rações catiônicas, Elaroussi et al. (1994) encontraram uma maior resistência da tibia de poedeiras alimentadas com rações com 3,75% de cálcio, sendo este resultado associado a uma maior quantidade de cálcio encontrada nos ossos das aves. No presente experimento, apesar de terem sido encontrados valores maiores de cálcio na tibia das poedeiras alimentadas com rações catiônicas com 3,8% cálcio, esta resposta não interferiu significativamente ($P > 0,05$) na resistência da tibia.

TABELA 27. Resistência média da tibia das poedeiras, segundo os tratamentos.

| TRATAMENTOS | RESISTÊNCIA (Kgf) |
|--------------------|---------------------------|
| 1 (A-3,2) | 25,58 (1,64) ¹ |
| 2 (A-3,8) | 21,04 (2,45) |
| 3 (C-3,2) | 21,42 (1,82) |
| 4 (C-3,8) | 25,07 (1,89) |
| 5 (A:C-3,2) | 23,92 (0,79) |
| 6 (A:C-3,8) | 21,99 (1,94) |
| 7 (C:A-3,2) | 26,22 (2,85) |
| 8 (C:A-3,8) | 25,71 (0,53) |

¹Erro padrão da média

4.5 Teores de cálcio, fósforo, eletrólitos e pH do sangue

Não houve efeito dos tratamentos sobre a porcentagem de cálcio, fósforo e eletrólitos (sódio, potássio e cloro) no plasma sanguíneo ($P > 0,05$), mas houve efeito sobre o pH ($P < 0,01$), sendo os dados apresentados na Tabela 28 e a análise de variância na Tabela 8A.

Os níveis de cálcio (3,2 e 3,8%), potássio (0,71 e 0,68%) e cloro (0,24 e 0,84%) não exerceram influência sobre os teores dos mesmos no plasma (Tabela 29). Este resultado não está de acordo com os encontrados por Cohen e Hurwitz (1974), que utilizando rações aniônicas (DCA entre -8,73 e 33,89 mEq/kg), encontraram um aumento dos teores no plasma quando se aumentou o conteúdo dos minerais na dieta. No presente trabalho não houve aumento do cloro no plasma mesmo com o uso das rações aniônicas, às quais foram acrescentados altos níveis deste elemento (0,84%); o mesmo ocorrendo com o potássio, que foi acrescentado em grande quantidade em todas as rações. Hamilton e Thompson (1980) verificaram interações entre os minerais da dieta, refletindo no conteúdo dos mesmos no plasma sanguíneo. Eles observaram que

quanto maior o conteúdo de potássio na dieta, maior o conteúdo em sódio no plasma, e que quanto maior o conteúdo de cloro na dieta menor o conteúdo de potássio no plasma. Os autores encontraram ainda um aumento no cálcio e fósforo plasmáticos quando foram diminuídos o cloro e o sódio da dieta. No presente experimento, nenhuma destas interações foram encontradas.

Quanto ao pH do sangue, houve diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os efeitos das rações aniônicas fornecidas o dia inteiro (Tabela 29). Foi observado que a ração aniônica com 3,8% de cálcio (DCA= 4,9 mEq/kg) foi mais eficiente em aumentar o pH do que a aniônica com 3,2% de cálcio (DCA= 11,3 mEq/kg). Uma explicação para este resultado poderia ser que o maior nível de cálcio utilizado foi acompanhado de um aumento de fósforo no sangue, fazendo com que este elemento reduzisse a acidez do meio, aumentando consequentemente o pH.

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os efeitos dos diferentes manejos utilizados. As rações catiônicas fornecidas pela manhã e as aniônicas à tarde, independente do nível de cálcio utilizado, foram mais eficientes para aumentar o pH sanguíneo do que as rações aniônicas fornecidas pela manhã e as catiônicas à tarde. Portanto, o manejo proposto com a utilização das rações aniônicas fornecidas à tarde não proporcionou o resultado esperado, que seria a diminuição do pH sanguíneo com o consequente aumento do cálcio sanguíneo.

TABELA 28. Porcentagem média de Sódio (Na), Potássio (K), cloro (Cl), cálcio (Ca) e fósforo (P) no plasma e pH do sangue das poedeiras, segundo os tratamentos.

| TRATAMENTOS | PERCENTAGEM NO PLASMA | | | | | pH |
|-------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| | Na | K | Cl | Ca | P | |
| 1 (A-3,2) | 0,328 (0,005) ¹ | 0,025 (0,001) | 0,335 (0,001) | 21,767 (1,398) | 6,867 (0,706) | 7,29 (0,021) |
| 2 (A-3,8) | 0,331 (0,003) | 0,021 (0,001) | 0,337 (0,005) | 25,367 (0,677) | 8,100 (0,451) | 7,43 (0,027) |
| 3 (C-3,2) | 0,328 (0,004) | 0,023 (0,002) | 0,339 (0,001) | 24,433 (0,417) | 7,700 (1,229) | 7,38 (0,008) |
| 4 (C-3,8) | 0,324 (0,005) | 0,021 (0,002) | 0,355 (0,013) | 23,933 (1,868) | 8,167 (0,409) | 7,33 (0,005) |
| 5 (A:C-3,2) | 0,327 (0,011) | 0,023 (0,002) | 0,354 (0,009) | 23,133 (1,795) | 7,333 (0,959) | 7,30 (0,031) |
| 6 (A:C-3,8) | 0,337 (0,001) | 0,024 (0,001) | 0,348 (0,004) | 23,933 (0,941) | 7,967 (0,441) | 7,31 (0,040) |
| 7 (C:A-3,2) | 0,339 (0,001) | 0,023 (0,001) | 0,337 (0,003) | 24,667 (0,484) | 7,333 (0,329) | 7,41 (0,028) |
| 8 (C:A-3,8) | 0,331 (0,005) | 0,023 (0,001) | 0,338 (0,007) | 26,267 (1,675) | 7,567 (0,868) | 7,43 (0,036) |

¹Erro padrão da média

TABELA 29. Estimativas dos contrastes dos tratamentos para a variável pH do sangue.

| CONTRASTES | ESTIMATIVAS |
|---|--------------------|
| $\hat{Y}_1 = 1 - 2$ | -0,1393** |
| $\hat{Y}_2 = 3 - 4$ | 0,0433 |
| $\hat{Y}_3 = (1 + 2) - (3 + 4)$ | 0,0180 |
| $\hat{Y}_4 = 5 - 6$ | -0,0110 |
| $\hat{Y}_5 = 7 - 8$ | -0,0183 |
| $\hat{Y}_6 = (5 + 6) - (7 + 8)$ | -0,2320** |
| $\hat{Y}_7 = (1 + 2 + 3 + 4) - (5 + 6 + 7 + 8)$ | -0,0240 |

**Significativo ao nível de 0.01% pelo Teste F.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se concluir que:

1. A diferença cátio-aniônica de 174,5 mEq/kg (rações catiônicas com 3,8% de cálcio) melhorou a produção, a qualidade da casca, a concentração de cálcio na tibia e reduziu as perdas de ovos.
2. O manejo: ração aniônica de manhã e catiônica à tarde foi o mais adequado para melhorar o peso específico e diminuir o pH sanguíneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, Champaign, v.72, n.11, p.2038 – 2043, Nov. 1993.
- AUSTIC, R.E. Excess dietary chloride depresses eggshell quality. *Poultry Science*, Champaign, v.63, n.9, p.1773-1777, Sept. 1984.
- AUSTIC, R.E.; KESHAVARZ, K. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on eggshell quality. *Poultry Science*, Champaign, v.67, n.3, p.750 - 759, Sept. 1988.
- BLOCK, E. Manipulating dietary anion and cation for pregnant dairy cows to reduce incidence of milk fever. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.67, n.12, p.2939 – 2948, Dec. 1984.
- CAMARGO FILHO, B. Os efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na + K)/Cl, sobre o desempenho e componentes sanguíneos de poedeiras comerciais. Jaboticabal: UNESP, 1994. 48p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).
- CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. *Poultry production*. 11^a ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1972. 392p.

- CHRISTMAS, R.B.; HARMS, R.H. Performance of laying hens when fed various levels of sodium and chloride. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n.4, p. 947-950, July 1982.
- CIPERA, J.D. Source of carbon for the biosynthesis of eggshell carbonate in the hen. Comparison of six ^{14}C labeled compounds as sources of carbon in eggshells, albumen, and yolk. **Poultry Science**, Champaign, v.59, n.7, p. 1529-1537, July 1980.
- CLUNIES, M.; PARKS, D.; LEESON, S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.2, p.482 – 489, Feb.1992a.
- CLUNIES, M.; PARKS, D.; LEESON, S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick or thin shells. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.2, p.490 – 498, Feb. 1992b.
- COHEN, I.; HURWITZ, S. The response of blood ionic constituents and acid-base balance of dietary sodium, potassium and chloride in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.53, n.1, p.378-383, Jan. 1974.
- COMBS, G.F.; PARSONS, A.H.; ROSS, M.B. Calcium homeostasis in pullets of two lines selected for differences in egg shell strength. **Poultry Science**, Champaign, v.58, n.5, p.1250 – 1256, Sept. 1979.
- DEETZ, L.E.; RINGROSE, R.C. Effect of heat stress on the potassium requirement of the hen. **Poultry Science**, Champaign, v.55, n.4, p.1765-1770, July 1976.

- DUKE, H.H. Minerals. Duke's physiology of domestic animals. New York: Comstock Publishing Associations – Division of Cornell University, 1970. p.669-670.**
- EDWARD, H.M.; VELTMAN, J.R.Jr. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chickens. Journal of Nutrition, Maryland, v.113, n.8, p.1568 – 1575, Aug. 1983.**
- ELAROSSI, M.A.; FORTE, L.R.; EBER, S.L.; BIELLIER, H.V. Calcium homeostasis in the laying hen. I. Age and dietary calcium effects. Poultry Science, Champaign, v.73, n.10, p.1581 – 1589, Oct. 1994.**
- GRIZZLE, J. Nutritional and environmental factors involved in egg shell quality of laying hens. British Poultry Science, Abingdon, v.33, n.4, p.781-784, Sept. 1992.**
- HAMILTON, R.M.G.; THOMPSON, B.K. Effects of sodium plus potassium to chloride ratio in practical – type diets on blood gas levels in three strains of white leghorn hens and the relationship between acid-base balance and egg shell strength. Poultry Science, Champaign, v.59, n.6, p.1294 – 1303, June 1980.**
- HOWES, J.R. Egg shell quality as affected by the addition of bicarbonate to feed and water. Poultry Science, Champaign, v.45, n.4, p.1092 –1093, July 1966. (Abstracts).**

HUGHES, R.J. Inter-relationships between egg shell quality, blood acid-base balance and dietary electrolytes. **World's Poultry Science Journal**, London, n.1, p.30-40, Feb. 1988.

HUGHES, R.J. The role of blood acid-base balance in egg shell formation. **Proceedings of the Sixth Australasian Poultry and Stock Feed Convention**, Melbourne, p.316-321. 1985.

HUNT, J.R.; AITKEN, J.R. The effect of ammonium and chloride ions in the diet on hens on egg shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v.41, n.1, p.434 – 438, Jan. 1962.

KESHAVARZ, K. Further investigations on the effect of dietary manipulation of protein, phosphorus and calcium fou reducing their daily requirement fou laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.9, p.1333 – 1346, Sept. 1998a.

KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.9, p.1320 – 1332, Sept. 1998b.

KESHAVARZ, K. Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic calcium phosphate. **Poultry Science**, Champaign, v.73, n.5, p.687 – 703, May. 1994.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition** . 2.ed. Guelph, Ontario: University Books,1997. 355p.

- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Voluntary food restriction by laying hens mediated through dietary self-selection. **British Poultry Science**, Abingdon, v.19, n.4, p.417 – 424, July 1978.
- LOMBA, F.; CHAUVAUX, G; TELLER, E.; LINGELE, L.; BIENFET, V. Calcium digestibility in cows as influenced by the excess of alkaline ions over stable acid ions in their diets. **British Journal of Nutrition**, London, v.39, n.3, p.425, May 1978.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. 296 p.
- MILES, R.D. The role of phosphorus in egg shell quality. In: **THE FLORIDA NUTRITION CONFERENCE, 1980, Flórida. Proceedings...** Flórida: University of Flórida, 1980. p.95-111.
- MONGIN, P. Composition of crop and gizzard contents in the laying hen . **British Poultry Science**, Abingdon, v.17, n.5, p.499-507, Sept. 1976.
- MONGIN, P. Electrolytes in nutrition – a review of basic principles and practical application in poultry and swine. **Proceedings 1980 IMC Nutrition Conference**, Melbourne, 1980. p.1-15.
- MONGIN, P. Role of acid-base balance in physiology of eggshell formation. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 24, n. 1, p. 200-230, Jan./Mar. 1968.

MONGIN, P.; SAUVEUR, B. Voluntary food and calcium intake by the laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v.15, n.2, p.349 – 359, Mar. 1974.

ODOM, T.W.; HARRISON, P.C.; BOTTJE, W.G. Effects of thermal-induced respiratory alkalosis on blood ionized calcium levels in the domestic hens. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.3, p.570-573, Mar. 1986.


OLIVEIRA, B.L. **Muda forçada em poedeiras comerciais**. Lavras: ESAL, 1981. 5p. (Boletim Técnico I).

OLIVEIRA, J.E.F. **Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura**. Lavras: UFLA, 1995. 109 p. (Dissertação – Mestrado em zootecnia).

ORBAN, J.I.; ROLAND, D.A., SR.; BRYANT, M.M. Factors influencing bone mineral content, density, breaking strength and ash as response criteria for assessing bone quality in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.3, p.437 – 466, Mar. 1993.

QUANDO usar rações aniônicas. **Alimentação Animal**, São Paulo, v.2, n.5, p.8-10, Out./Dez. 1997.

RODRIGUES, P.B. **Fatores que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de segundo ciclo**. Lavras: UFLA, 1995. 156p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

- 
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)**. Viçosa: UFV, 1992. 52p.
- SAUVEUR, B.; MONGIN, P. Interrelationships between dietary concentrations of sodium, potassium and chloride in laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 19, n.4, p. 475-485, July 1978.
- STEVENSON, M.H. The effect on egg production of adding sodium carbonate and potassium carbonate to a practical-type layers diet. **Journal of the Science of food and agriculture**, London, v.34, n.12, p.1358-1360, Dec. 1983.
- TAYLOR, T.G. The provision of calcium and carbonate for laying hens. In: **NUTRICIONAL CONFERENCE FEED MANUFACTURES**, 4., 1970, London. **Proceedings...** Churchill: Swan H. and Lewis D., 1970. p.108-128.
- TAYLOR, T.G.; HERTELENDY, F. Changes in the blood calcium associated with egg shell calcification in the domestic hen. Changes in the diffusible calcium. **Poultry Science**, Champaign, v. 40, p. 115 - 123. 1961.
- TEETER, R.G.; SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broilers acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.9, p.1777 - 1781, Sept. 1986.

WILLIAMS, K.C. Same factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh Unit score. **World's Poultry Science Journal**, Madison, v.48, n.3 , p.5 - 16,1992.

WOLFORD, J.H.; TANAKA, K. Factors influencing egg shell quality: a review. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 26, n. 2, p. 763-780, Apr./June 1970.

WOOD-GUSH, D.G.M.; HORNE, A.R. The effect of egg formation and laying on the food and water intake of Brown Leghorn hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v.11, n.2, p.459-466, 1971.

ANEXOS

ANEXO A

Página

| | |
|---|----|
| TABELA 1A Resumo da análise de variância para produção média ovos (PMO) por ave/dia, peso dos ovos (PO), perda de ovos (PERDA)..... | 70 |
| TABELA 2A Resumo da análise de variância para consumo médio diário de ração (CMR) | 70 |
| TABELA 3A Resumo da análise de variância para consumo médio diário de ração para as aves que receberam os tratamentos referentes ao manejo alternado (CMRA)..... | 71 |
| TABELA 4A Resumo da análise de variância para conversão alimentar (CA) por massa de ovos..... | 71 |
| TABELA 5A Resumo das análises de variância para Unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), peso específico (PE), porcentagem de casca (% casca), peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA)..... | 72 |
| TABELA 6A Resumo da análise de variância para a concentração de cálcio (Ca), fósforo (P) e teor de cinzas (C) na tibia das poedeiras, expressa em porcentagem da matéria seca desengordurada..... | 72 |

TABELA 7A Resumo da análise de variância para a resistência da tibia
(RT) das poedeiras..... 73

TABELA 8A Resumo da análise de variância para a concentração de Sódio
(Na), Potássio (K), Cloro (Cl), fósforo (P) e cálcio (Ca) no
plasma e pH do sangue das poedeiras 73

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para produção média de ovos (PMO) por ave/dia, peso dos ovos (PO), perda de ovos (PERDA).

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO | | |
|---------------------|------|----------------|--------|-----------|
| | | PMO | PO | PERDA |
| Tratamentos (T) | 7 | 14,7946* | 2,6044 | 64,2075** |
| Resíduo (a) | 32 | 29,4946 | 6,9449 | 21,0679 |
| Períodos (P) | 2 | 15,6377* | 4,0659 | 87,8649** |
| T x P | 14 | 8,7069 | 0,9042 | 4,5685 |
| Resíduo (b) | 64 | 6,4843 | 1,1064 | 3,2818 |
| C.V. Tratamento (%) | | 6,57 | 3,91 | 54,53 |
| C.V. Período (%) | | 3,08 | 1,56 | 21,52 |

** (P<0,01%)

* (P<0,05%)

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para consumo médio diário de ração (CMR).

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO |
|---------------------|------|----------------|
| | | CMR |
| Tratamentos (T) | 7 | 149,1634* |
| Resíduo (a) | 32 | 59,4861 |
| Períodos (P) | 2 | 173,6651** |
| T x P | 14 | 57,7599** |
| Resíduo (b) | 64 | 18,4149 |
| C.V. Tratamento (%) | | 6,71 |
| C.V. Período (%) | | 3,73 |

** (P<0,01%)

* (P<0,05%)

TABELA 3A. Resumo da análise de variância para consumo médio diário de ração para as aves que receberam os tratamentos referentes ao manejo alternado (CMRA).

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO | |
|---------------------|------|----------------|------------|
| | | CMRA | |
| | | Manhã | Tarde |
| Tratamentos (T) | 3 | 240,9209* | 368,8679** |
| Resíduo (a) | 16 | 68,9302 | 37,9645 |
| Periodos (P) | 2 | 34,5218* | 60,3224** |
| T x P | 6 | 11,0497 | 12,9124 |
| Resíduo (b) | 32 | 8,7041 | 8,5171 |
| C.V. Tratamento (%) | | 15,32 | 10,13 |
| C.V. Periodos (%) | | 5,44 | 4,80 |

** (P<0,01%)

* (P<0,05%)

TABELA 4A. Resumo da análise de variância para conversão alimentar (CA) por massa de ovos.

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO |
|---------------------|------|----------------|
| | | CA |
| Tratamentos (T) | 7 | 0,0103 |
| Resíduo (a) | 32 | 0,0195 |
| Periodos (P) | 2 | 2,7737** |
| T x P | 14 | 0,0439** |
| Resíduo (b) | 64 | 0,0056 |
| C.V. Tratamento (%) | | 7,40 |
| C.V. Periodos (%) | | 3,95 |

** (P<0,01%)

TABELA 5A. Resumo das análises de variância para Unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), peso específico (PE), porcentagem de casca (% casca), peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA).

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO | | | | |
|--------------------|------|----------------|---------|---------|----------|-----------|
| | | UH | EC | PE | % casca | PCSA |
| Tratamentos (T) | 7 | 4,5965 | 0,0005 | 0,0006* | 0,3486* | 23,8488* |
| Resíduo (a) | 32 | 13,0295 | 0,0003 | 0,0003 | 0,1352 | 9,2796 |
| Periodos (P) | 2 | 1104,16** | 0,005** | 0,0008 | 0,9000** | 86,9602** |
| T x P | 14 | 7,0927 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0633 | 5,1463 |
| Resíduo (b) | 64 | 6,6627 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0671 | 4,9634 |
| C.V.Tratamento (%) | | 4,10 | 5,45 | 1,46 | 4,48 | 4,22 |
| C.V.Periodo (%) | | 2,93 | 4,93 | 1,65 | 3,16 | 3,09 |

** (P<0,01%)

* (P<0,05%)

TABELA 6A. Resumo da análise de variância para a concentração de cálcio (Ca), fósforo (P) e teor de cinzas (C) na tibia das poedeiras, expressa em porcentagem na matéria seca desengordurada.

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO | | |
|-------------|------|----------------|--------|--------|
| | | Ca | P | C |
| Tratamentos | 7 | 3,6450* | 2,0898 | 2,1715 |
| Resíduo | 32 | 2,6600 | 1,3988 | 2,6170 |
| C.V. | | 8,19 | 10,55 | 2,70 |

* (P<0,05%)

TABELA 7A. Resumo da análise de variância para a resistência da tibia (RT) das poedeiras.

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO |
|-------------|------|----------------|
| | | RT |
| Tratamentos | 7 | 21,1740 |
| Resíduo | 32 | 16,9730 |
| C.V. | | 17,30 |

TABELA 8A. Resumo da análise de variância para a concentração de Sódio (Na), Potássio (K), Cloro (Cl), fósforo (P) e cálcio (Ca) no plasma e pH do sangue das poedeiras.

| F.V. | G.L. | QUADRADO MÉDIO | | | | | |
|-------------|------|----------------|----------|---------|-------|-------|----------|
| | | Na | K | Cl | Ca | P | pH |
| Tratamentos | 7 | 0,00008 | 0,000004 | 0,00019 | 5,616 | 0,596 | 0,0105** |
| Resíduo | 16 | 0,00008 | 0,000004 | 0,00013 | 4,958 | 1,634 | 0,0022 |
| C.V. | | 2,77 | 9,28 | 3,34 | 9,20 | 16,75 | 2,77 |

** $(P < 0,01)$

