

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ROSEANE MADEIRA BEZERRA**

**NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)  
NAS FASES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

**FORTALEZA - CEARÁ**

**2010**

**ROSEANE MADEIRA BEZERRA**

**NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)  
NAS FASES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

**FORTALEZA - CEARÁ**

**2010**

**ROSEANE MADEIRA BEZERRA**

**NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)  
NAS FASES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

---

**Roseane Madeira Bezerra**

Dissertação aprovada em Fortaleza, Ceará em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, D.Sc. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof.<sup>a</sup> Irani Ribeiro Vieira Lopes, D.Sc (Conselheira)

Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento , D.Sc (Conselheiro)

Universidade Federal do Ceará - UFC

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2010**

*À minha mãe Maria da Conceição Madeiro Bezerra, pela compreensão das minhas faltas, apoio e amizade durante todos os momentos da minha vida.*

*Ao meu pai Otávio Madeira Bezerra, por seus conselhos e exemplo de vida. Sua sabedoria e equilíbrio enriquecem minha existência.*

*Aos meus irmãos que me ajudaram e me apoiaram no decorrer dos meus dias, eles são pra mim sinônimos de alegria, dedicação, companheirismo e amor.*

*Sou grata a toda minha família, tudo que sou, tudo que aprendi, ensinamentos que não estão em livros, mas no coração e nas atitudes, que pra mim são os bens mais preciosos que há no ser humano.*

*Ao meu namorado José Nery Rocha Júnior o qual admiro por sua força e capacidade de liderança, seu amor pela profissão me inspira a ver além e buscar novos caminhos na minha jornada.*

## **DEDICO**

*Ao Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, pelo apoio e ajuda durante a realização desses experimentos sua amizade e orientação me enriquece como profissional. Muito abrigada.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a minha família.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Zootecnia.

A coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo apoio financeiro para execução desta pesquisa.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) pela realização das análises químicas, em especial às funcionárias Roseane e Helena, que ajudaram muito nas atividades diárias do laboratório.

Ao Setor de Avicultura, representado pelos funcionários Cláudio, Isaías, Marcos, Paulo e Francisco, que estavam sempre dispostos a ajudar na época da realização dos experimentos.

Ao funcionário Olavo Bastos da Fábrica de Ração, pela disponibilidade e ajuda na hora de fazer ração. Muito obrigada pelo seu apoio e compreensão.

À Nádia de Melo Bráz, aluna do curso de Pós - Graduação que se tornou com o passar do tempo, uma grande amiga e confidente. Obrigada por sua amizade e ajuda durante todo o curso, vou lembrar-me de todos os momentos que passamos com muita alegria.

A duas pessoas maravilhosas Débora Raquel e Raffaella Lima, que me orientaram tanto nesses experimentos e no decorrer do curso que as tenho como minhas “co-orientadoras”. Obrigada por tudo.

Aos estudantes de graduação, Francisco Costa (Franzé), Haroldo Torquato, Jayron Lima, Nádja Farias, Nemuel Muniz, Newton Sá e Patrícia Xavier pela amizade e contribuição durante a realização dos experimentos.

Aos amigos do laboratório de nutrição animal; Franciely Costa, Iana Sérvulo, Marilena Braga e Vitória Gondim por proporcionarem momentos agradáveis durante as tarefas repetitivas no laboratório.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação Carlos Eduardo Braga, Fabiane Sousa, Priscila Texeira e Rildson Melo que me ajudaram bastante e contribuíram com muita alegria e amizade durante todo curso. Em especial, queria agradecer a amiga Ariane Loudemila Silva que esteve muito presente em minha vida no final do mestrado, enriqueceu e alegrou meus dias com seu carisma e espontaneidade. Sou muito grata a você Ari e te desejo muitas realizações na sua vida profissional e afetiva.

E finalmente quero agradecer a uma grande amiga que não está mais presente entre nós, mas com certeza estará sempre em meu coração, Leonília Maria de Araújo Ferreira. Muito obrigada amiga por sua ajuda dentro e fora da minha vida acadêmica.

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de cloro da ração nas fases de crescimento e produção de codornas japonesas foram realizados dois experimentos, nos quais, foram avaliados os níveis de 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32% de cloro. No primeiro experimento (fase de crescimento), 384 codornas com um dia de idade distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos de oito repetições de oito aves cada. Conforme os resultados, no período de 1 a 42 dias, com o acréscimo do nível de cloro na ração houve aumento linear no consumo de ração (g/ave) e no ganho de peso (g/ave) e redução linear na relação consumo de água/consumo de ração e na umidade das excretas. Entretanto, a conversão alimentar (g/g), a ingestão de água (ml/ave/dia), os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN) e da energia bruta (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações não foram influenciados pelo nível de cloro. Ainda nesse ensaio, observou-se que os níveis de cloro recebido pelas codornas na fase de crescimento não afetaram significativamente o desempenho da fase de postura. No segundo experimento, 288 codornas com dezessete semanas de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Os níveis de cloro não influenciaram significativamente o consumo de ração (g/ave/dia), o consumo de água (ml/ave/dia), a percentagem de postura (%), o peso do ovo (g), a massa de ovo (g/ave/dia), a conversão alimentar (g/g), a umidade das excretas, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), nitrogênio (CDN) e energia bruta (CDEB), os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), as Unidades Haugh, as percentagens de albúmen, gema e casca. Entretanto, a gravidade específica aumentou linearmente com o acréscimo de cloro na ração. Considerando os resultados, pode-se recomendar que as rações para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 42 dias) e de produção formuladas com milho e farelo de soja podem conter níveis de cloro de até 0,32% sem prejuízo para os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos.

**Palavras-chave:** balanço eletrolítico, cloreto de amônia, minerais, produção, sal

## ABSTRACT

In order to evaluate the effects of chlorine levels in the diet of growing and production of Japanese quails were conducted two experiments in which we assessed the levels of 0.07, 0.12, 0.17, 0.22, 0.27 and 0.32% chlorine. In the first experiment (growing phase), 384 quail on a day-old distributed in a completely randomized design with six treatments of eight replicates of eight birds each. According to the results for the period from 1 to 42 days, with the addition of chlorine level in the diet linearly increased feed intake (g/bird) and weight gain (g/bird) and a linear decrease in the ratio of consumption water/feed intake and excreta moisture. However, feed conversion (g/g), water intake (ml/bird/day), the digestibility of dry matter (CDMS), nitrogen (CDN) and gross energy (GEDC) and the values of metabolizable energy (AME) and apparent nitrogen corrected (AME) of feed were not affected by the level of chlorine still in testing, we found that chlorine levels received by the quails in the growing phase did not significantly affect the performance of phase posture. In the second experiment, 288 quail with seventeen weeks of age were distributed in a completely randomized design with six treatments, eight replicates and six birds per experimental unit. Chlorine levels did not significantly influence feed intake (g/bird/day), water consumption (ml/bird/day), the percentage of stance (%), egg weight (g), the mass of egg (g/bird/day), feed conversion (g/g), the moisture of excreta, the digestibility of dry matter (CDMS), nitrogen (CDN) and gross energy (GEDC), the metabolizable energy apparent (AME) and corrected apparent (AME), Haugh Units, the percentages of albumen, yolk and shell. However, the specific gravity increased linearly with the addition of chlorine in the feed. Considering the results, we can recommend diets for Japanese quails in the growing phase (1 to 42 days) and production made with corn and soybean meal can contain chlorine levels up to 0.32% subject to the parameters performance and egg quality

**Keywords:** electrolyte balance, ammonium chloride, minerals, production, salt.

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1	Composição percentual e nutricional calculada e balanço eletrolítico das rações experimentais utilizadas nas fases de crescimento e produção.....	37
TABELA 2	Desempenho na fase de crescimento (1 a 42 dias) de codornas de postura alimentadas com diferentes níveis de cloro.....	40
TABELA 3	Efeito dos níveis nutricionais de cloro sobre a umidade das excretas, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações de codornas na fase de crescimento (1 a 42 dias).....	41
TABELA 4	Desempenho de codornas japonesas na fase de produção, alimentadas com rações com diferentes níveis de cloro na fase de crescimento.....	43
TABELA 5	Composição percentual e nutricional calculada e balanço eletrolítico das rações experimentais.....	54
TABELA 6	Consumo de ração (CONS), consumo de água (COA), percentagem de postura (POST), peso do ovo (POVO), massa de ovo (MASSA) e conversão alimentar (CA) de codornas em postura alimentadas com rações contendo diferentes níveis de cloro.....	57
TABELA 7	Efeito dos níveis nutricionais de cloro sobre a umidade das excretas, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações de codornas na fase de produção.....	59
TABELA 8	Componentes de qualidade do ovo de codornas japonesas.....	60

## SUMÁRIO

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**LISTA DE TABELAS**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Considerações gerais sobre os minerais.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Equilíbrio ácido-básico.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Cloro.....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Fontes de cloro para as aves.....	18
2.3.2 Mecanismos de transporte e absorção de cloro.....	19
<b>2.4 Homeostase do cloro no organismo animal.....</b>	<b>20</b>
2.4.1 Atividade do hormônio antidiurético (ADH).....	21
2.4.2 Atividade da aldosterona no controle da excreção de cloro.....	22
<b>2.5 Importância do cloro no desempenho das aves.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 Regulação da ingestão de água pelas aves.....</b>	<b>24</b>
<b>3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>26</b>

<b>CAPITULO I - NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (<i>Coturnix coturnix japônica</i>) NA FASE DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA FASE DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>31</b>
--	-----------

<b>RESUMO.....</b>	<b>32</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>33</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>46</b>

<b>CAPITULO II - NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (<i>Coturnix coturnix japônica</i>) NA FASE DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>50</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>51</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>53</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a codorna tem assumido grande importância como ave produtora de carne e de ovos, devido suas características de rápido crescimento, precocidade na produção, alta produtividade, pequeno espaço para a implantação da granja, baixo investimento e conseqüente retorno do capital investido, são os atributos do crescimento da coturnicultura (Albino e Barreto, 2003).

Em função destas características a coturnicultura, tanto nacional como local tem crescido, e junto com esse tem aumentado a procura por informações sobre o manejo e a nutrição de codornas de corte e postura. Entretanto, no Nordeste poucas são as pesquisas desenvolvidas com codornas, havendo, portanto, a necessidade de desenvolvimento de estudos para gerar informações precisas e assim orientar os produtores para que consigam produzir carne e ovos de codornas a preços competitivos.

Como em outras atividades avícolas, na coturnicultura, a alimentação é responsável por aproximadamente 80% do custo variável da produção, e as fontes de energia e proteína das rações, são os componentes de maior participação nestes custos. Talvez por isso, nutrientes essencialmente exigidos pelas codornas em menores proporções na ração como os minerais são pouco estudados pelos pesquisadores, o que pode comprometer o desempenho animal.

Os minerais destacam-se por participarem de processos bioquímicos (por meio da ativação de sistemas enzimáticos) e da absorção e transporte de nutrientes no organismo (Barreto et al., 2007). Também são importantes na transferência da energia relacionada ao metabolismo celular (fósforo), na constituição do protoplasma e do tecido ósseo (cálcio, fósforo e magnésio) e contribuem para estabelecer e manter a pressão osmótica e o equilíbrio ácido-básico (sódio, cloro e potássio) dos animais (Murakami et al., 2006).

O cloro é encontrado nas células, nos fluidos extracelulares do organismo, principalmente na forma de cloreto de sódio e cloreto de potássio, e no suco gástrico, como ácido clorídrico. Apesar de sua importância na alimentação das aves, as exigências desse mineral têm sido pouco estudada, talvez pelo fato das necessidades de sódio e cloro serem supridas pelo cloreto de sódio (NaCl - sal comum), um ingrediente de baixo custo normalmente adicionado às rações (Murakami et al., 2006).

O NRC (1994) recomenda níveis de 0,15% de sódio e 0,14% de cloro para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), níveis estes que podem ser obtidos com a

suplementação de 0,25% de sal comum nas rações, segundo tabela de composição de ingredientes de Rostagno et al., (2005), para dietas contendo 20% de proteína bruta e formuladas à base de milho e farelo de soja (Pizzolante et al., 2006).

Apesar dos avanços na criação de codornas, as exigências nutricionais dessas aves ainda não estão bem definidas. As rações utilizadas nas criações são formuladas com base nas exigências nutricionais de galinhas de postura ou em dados descritos na literatura internacional, pouco condizentes com as condições brasileiras, o que pode comprometer a produtividade destas aves (Murakami e Furlan, 2002).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi determinar a exigência de cloro para codornas japonesas nas fases de crescimento e produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Considerações gerais sobre os minerais

Todos os seres vivos necessitam de minerais para o funcionamento normal dos processos metabólicos. Segundo McDowell (1992), Albino e Barreto, (2003) os minerais podem ser classificados de acordo com as suas necessidades orgânicas em macrominerais (Cálcio, Fósforo, Potássio, Magnésio, Sódio, Enxofre e Cloro) quando são exigidos em quantidades relativamente grandes pelo organismo (gramas) e em microminerais ou elementos traços (Cobalto, Cobre, Iodo, Ferro, Manganês, Molibdênio, Selênio, flúor e Zinco) quando são exigidos em quantidades muito pequenas (miligramas). Esta classificação relacionada com as concentrações dos elementos nos tecidos, de certa forma, indica as necessidades orgânicas, e conseqüentemente reflete as exigências dietéticas dos animais.

Ao contrário de outros nutrientes, os minerais não podem ser sintetizados pelos seres vivos devendo, portanto, ser fornecidos pela dieta dos animais (Maiorka e Macari, 2002). Os minerais constituem parte importante do organismo dos animais e representam de 3 a 4% do peso vivo das aves e de 3 a 4% também, do custo de produção, sendo que os microminerais contribuem com 0,3 a 0,4% deste custo.

A importância da suplementação mineral para aves aumentou muito nos últimos anos devido a uma série de fatores relacionados à produção desses animais como: melhoramento genético, resultando em animais mais precoces e produtivos, implicando em maior suprimento de minerais com maior biodisponibilidade, para dar suporte a toda essa evolução genética que acontece com as aves modernas; modelo de criação em confinamento, que permitiu melhores controles da criação, porém, retirou a possibilidade das aves terem contato direto com a fonte básica de minerais que é a terra; retirada ou redução do uso de farinhas de origem animal nas rações devido a problemas de doenças, sendo estas, fontes ricas em minerais; rações à base de ingredientes vegetais, pobres em minerais; uso de rações de maior densidade de nutrientes, impactando com a excreção mineral no ambiente (Bertechini, 2006).

Os minerais atuam basicamente como componentes estruturais nos órgãos e tecidos corporais, são constituintes dos líquidos corporais como eletrólitos e atuam como catalisadores nos sistemas enzimáticos e hormonais, além de fazerem parte da composição de

várias enzimas. A função mais óbvia dos minerais no corpo é dar suporte estrutural (esqueleto). Porém, pequenas frações de cálcio, magnésio e fósforo, e a maior parte do sódio, potássio e cloro estão presentes como eletrólitos nos fluídos corporais e tecidos moles (órgãos, músculos). Os eletrólitos regulam a permeabilidade das membranas das células e exercem efeitos sobre a excitabilidade de músculos e nervos (Oliveira, 2004).

Portanto, os minerais Na, K e Cl, em particular, são escolhidos pela 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 desses minerais age diretamente no equilíbrio ácido-base das aves, podendo influenciar o seu desempenho, o metabolismo do Ca e a utilização do fósforo (Mongin, 1968 citados por Judice et al., 2002).

## 2.2 Equilíbrio ácido-básico

A manutenção do equilíbrio ácido-básico tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo, assim como, na pressão parcial de dióxido de carbono, bicarbonato e outras bases (Macari et al., 2002).

O entendimento do equilíbrio ácido básico é complexo, porém muito importante na produção avícola, e os distúrbios nesse equilíbrio podem afetar a produtividade da ave (ingestão de alimento, taxa de crescimento, produção de ovos, qualidade da casca do ovo, problemas de pernas) (Macari et al., 1994).

O equilíbrio ácido-base ou balanço eletrolítico (BE) se define como a diferença entre os principais cátions e ânions da dieta e representa a acidogenicidade ou alcalinidade metabólica da mesma (Butcher e Miles, 1994).

Segundo Mongin, (1981) o cálculo do BE a partir dos valores percentuais dos eletrólitos é empregada a seguinte fórmula:  $BE = (\%Na^+ \times 10000/22,990^*) + (\%K^+ \times 10000/39,102^*) - (\%Cl^- \times 10000/35,453^*)$ , (\*equivalente-grama do  $Na^+$ ,  $K^+$  e  $Cl^-$ , respectivamente). Esses valores são expressos em miliEquivalentes por quilograma da ração (mEq/kg). Para esse autor, o animal regula o balanço ácido-base pela alteração da acidez

líquida ingerida e a excreção. O ajuste do conteúdo de minerais da ração para encontrar a exigência do animal é importante para manter o balanço eletrolítico que é essencial para que as vias metabólicas possam funcionar apropriadamente sem alterar o balanço para acidose ou alcalose.

Melliere e Forbes, (1966) descreveram outra equação para explicar a relação entre cátions e ânions e o equilíbrio ácido-base:

$$\text{Nível relativo} = \frac{\text{mEq cátions}}{\text{mEq ânions}} = \frac{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}}{\text{PO}_4 + \text{Cl} + \text{SO}_4}$$

Embora existam várias formas (fórmulas) para calcular o balanço eletrolítico das rações, as proporções de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  na dieta têm sido consideradas como as variáveis mais importantes para esse cálculo. Com isso, o cálculo foi reduzido à expressão:  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-)$  /kg de ração (Teeter et al., 1997).

As alterações no equilíbrio ácido-base e desequilíbrios na suplementação de  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)$ , causam inapetência, com redução no ganho de peso, prejudicando a conversão alimentar, queda da produção de ovos e quando os desequilíbrios não são compensados determinam aumento na mortalidade (Mongin, 1981).

As variações no equilíbrio ácido-base, tanto no sangue como nos tecidos, podem afetar o metabolismo de aminoácidos (Patience et al., 1990), de minerais, de vitaminas, o consumo de alimento, a conversão alimentar, a resposta ao estresse térmico, assim como a imunidade e o desempenho geral das aves (Pimentel e Cook, 1987 citados por Rondon et al., 1999).

Segundo Murakami e Furlan, (2002) os efeitos do equilíbrio de cátions e ânions sobre o crescimento, o consumo de ração e a qualidade da casca são devidos principalmente às variações no equilíbrio ácido-básico, que alteram os valores de pH, as concentrações de dióxido de carbono e o excesso de base sangüíneos. Nas aves, o pH do sangue normalmente é de 7,3 a 7,4. A suplementação de sódio e potássio (alto mEq) aumenta o pH e tendem a causar alcalose, pois esses elementos têm efeitos alcalinizantes, enquanto que rações enriquecidas com ânions tais como cloreto, sulfato e fosfato (baixo mEq) reduz o pH tendendo a causar acidose, pelo seu efeito acidificante, sendo, portanto, conveniente administrar rações que aportem quantidades aproximadamente equivalentes desses minerais (Miles e Rossi, 1984).

### 2.3 Cloro

O cloro é considerado um elemento químico essencial para muitas formas de vida, é um ametal, representado pelo símbolo Cl, pertence a série dos halogênios (grupo 17 ou 7ª da tabela periódica), possui número atômico igual a 17 e massa atômica igual a 35,5u (Wikipédia, a enciclopédia livre, 2009).

Este mineral representa 65% dos ânions plasmáticos, variando a concentração no soro entre 99 e 106 mEq/L. Na sua forma metabolicamente ativa, o íon cloreto está intimamente ligado ao sódio na dieta, nos processos metabólicos e são excretados nas mesmas condições. O cloro é o maior ânion do fluído extracelular, estando assim distribuído: 37,3% no interstício, 13,6% no plasma, 17% no tecido conjuntivo denso e cartilagens, 15,2% nos ossos, 4,5% nos fluídos transcelulares e somente 12,4% estão dentro das células (Pereira et al., 2005).

No organismo animal, o cloro se encontra principalmente sob a forma de cloreto de sódio e de potássio, representando estas as formas dialisáveis do cloro, principalmente a primeira. Existem também formas não dialisáveis, nas quais o cloro está ligado a compostos orgânicos. A relação cloro dialisável e cloro não dialisável parece ser constante, igual a 0,30 (Andriguetto, 2002).

Segundo Murakami et al., 2001 o cloro esta presente nas células, nos fluídos extracelulares do organismo, principalmente na forma de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl), e no suco gástrico, como ácido clorídrico. Este íon tem importância na manutenção da pressão osmótica e no equilíbrio hídrico, sendo, juntamente com o sódio, importantíssimos na manutenção do espaço extracelular; no balanço ácido-básico e na síntese do ácido clorídrico (HCl) do suco gástrico após unir-se ao hidrogênio liberado na reação clássica:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  dando  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ .

O ácido clorídrico ajusta o pH do suco gástrico para favorecer a ação das enzimas, a melhor absorção do ferro e o ataque a microorganismos presentes nos alimentos. Depois disso tudo, o cloro volta à circulação fechando o chamado ciclo do cloro.

A sua ingestão e eliminação do organismo estão intimamente ligadas às do sódio. Entretanto a ingestão, as perdas extra-renais anormais e a excreção renal podem ocorrer independentemente do mesmo (Pereira, 2005).

O aumento no  $\text{Cl}^-$  plasmático deprime a excreção de  $\text{H}^+$  e a reabsorção de  $\text{HCO}_3^-$  pelos rins. Isto poderia contribuir para que ocorra a acidificação do sangue, e esta parece ser uma resposta apropriada à alcalose metabólica (Salvador et al., 1999).

A alcalose metabólica é o desvio ácido básico caracterizado por um balanço negativo de íon  $\text{H}^+$  e envolve o ganho de bases ou a perda de ácidos no líquido extracelular. Já a acidose metabólica é caracterizada por um balanço positivo de íons hidrogênio devido à adição de ácidos ao organismo ou a perda de bicarbonato pelo líquido extracelular (Macari et al., 2002).

O excesso de cloro na dieta diminui o pH sanguíneo e a concentração de íons de bicarbonato, a menos que o cloro seja balanceado por concentrações equivalentes de sódio ou potássio (Austic, 1984). Segundo Cohen e Hurwitz, (1974) altos níveis de cloro são prejudiciais a qualidade da casca por induzirem uma acidose, reduzindo o bicarbonato plasmático. Já uma deficiência de Cl pode afetar negativamente o crescimento animal, causar distúrbios nervosos, canibalismo e tetânia temporária em resposta a agentes estressores (Macari et al., 2002).

Portanto, é importante atender as exigências das aves suprindo-as nos níveis e balanços adequados para um ótimo crescimento e desenvolvimento, devido às importantes funções metabólicas do cloro.

Em relação às exigências de cloro para codornas, Ribeiro et al., 2007 estudando as exigências de sódio e cloro para codornas japonesas em postura (65 dias de idade), utilizando os níveis 0,08, 0,18, 0,28 e 0,38% de cloro, recomendaram 0,24% de cloro. Rodrigues et al., (2008), que estudaram as exigências de cloro para codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade e utilizaram os níveis de cloro de 0,055, 0,115, 0,175, 0,235 e 0,295%, recomendaram a utilização de 0,055 a 0,295% de cloro para essa fase. Costa et al., 2008 estudando as exigências de cloro para codornas japonesas de 22 a 42 dias de idade, usando os níveis 0,05, 0,13, 0,21, 0,29 e 0,37% de cloro, também estimaram a exigência de 0,24% de cloro na ração para essas aves.

### 2.3.1 Fontes de cloro para as aves

O cloro não é encontrado em estado puro, já que reage com rapidez com muitos elementos e compostos químicos. Este mineral é encontrado na natureza combinado com outros elementos, como cloretos e cloratos, principalmente na forma de cloreto de sódio (NaCl). É o halogênio mais abundante na água do mar com uma concentração de aproximadamente 18000 ppm. Na crosta terrestre está presente em menor quantidade, uns 130 ppm (Wikipédia, a enciclopédia livre, 2009).

Segundo Rostagno et al., (2005) este íon também pode ser encontrado nos grãos e farelos, como milho, milheto, farelo de soja, de trigo e de coco. O íon cloro está presente em vários fluídos corporais; fluído extracelular, suco gástrico, intestino delgado e grosso (principalmente no íleo) e rins.

Muitas pesquisas têm procurado minimizar os efeitos adversos do excesso de cloro na ração através da substituição do NaCl por outros compostos, capazes de fornecer adequadas concentrações de sódio e cloro à ave e melhorar a qualidade da casca dos ovos (Yoselewitz e Balnave, 1989).

Na literatura existem pesquisas que tratam da relação (Na+K)/Cl por meio da adição de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  em dietas de poedeiras comerciais. Hall e Helbacka (1959) reportaram que, quando  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ou ácido clorídrico foi adicionado à dieta, houve aumento na altura do albúmen e concomitante redução na espessura da casca dos ovos. Resultados semelhantes foram obtidos por Combs e Helbacka (1960), que adicionaram 1,5% de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  a dietas de poedeiras comerciais.

A fonte protéica utilizada na ração pode afetar o equilíbrio eletrolítico e ácido-base, pois certas fontes, principalmente as de origem animal, aumentam a produção de ácidos orgânicos e reduzem a contribuição de Na e K, aumentando a quantidade relativa de Cl (Portsmouth, 1984). O excesso de cloro na dieta diminui o pH sanguíneo e a concentração de íons de bicarbonato, a menos que o cloro seja balanceado por concentrações equivalentes de sódio ou potássio (Austic, 1984).

Verifica-se, portanto, a necessidade de se ajustar os níveis desse mineral na alimentação das aves, já que a maioria das rações é formulada à base de milho e farelo de soja, sem a utilização de subprodutos de origem animal.

### 2.3.2 Mecanismos de transporte e absorção de cloro

O cloro é o íon mais comum e o ânion mais abundante nos fluídos extracelulares dos mamíferos, onde representa papel fundamental para a manutenção da homeostasia eletroquímica. O cloro é constituinte essencial do fluído cérebrospinal, existindo evidências de que o controle do transporte de cloro influencia a secreção do mesmo (Andriguetto, 2002).

Os rins tem importante função no controle da concentração plasmática do cloro. Depois do sódio, o cloro é o íon mais prevalente no ultrafiltrado glomerular. A maior parte do cloro filtrado é reabsorvido nos tubulos renais. A idéia tradicional do transporte epitelial nos rins considera o íon cloro como um parceiro obediente que segue o íon sódio que é transportado ativamente. O transporte de cloro esta intimamente relacionado ao transporte de sódio e de fluídos, bem como ao metabolismo ácido básico celular (Dibartola et al., 2007).

Do cloro filtrado pelos glomérulos renais, 70% são absorvidos nas partes proximais dos túbulos ligados à absorção do sódio; nos túbulos distais a absorção do cloro e do sódio é feita por transporte ativo determinado por uma proteína de transporte (antiporter) que facilita a troca cloro-bicarbonato (Pereira, 2005).

Segundo Macari et al., (2002) o íon Cl corresponde a 2/3 do total de ânions presentes no fluido extracelular e pode ser absorvido por três sistemas; de acoplamento com Na, paracelular, e por troca de cloreto/bicarbonato.

O cloro é transportado através de mecanismos ativos, especialmente na região do íleo, envolvendo a secreção de bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) para o lúmen intestinal e, conseqüentemente, a absorção do cloro para a manutenção do equilíbrio eletroquímico da membrana. Outra forma de absorção do cloro está envolvida com o co-transporte de sódio, glicose e aminoácidos. O cloro é excretado nas fezes, suor e urina, como cloretos de sódio ou potássio (Swenson e Reece, 1996; Maiorka e Macari, 2002; Cunningham, 2004).

O processo de absorção para todos os macrominerais ainda não está bem definido. Contudo, a absorção dos minerais que são importantes para o equilíbrio eletrolítico ocorre ao longo do trato digestório, principalmente na região ileal, por processos de difusão passiva e transporte ativo, com dependência do gradiente eletroquímico dos compartimentos intra e extra-celulares ( Bertechini, 2004).

A absorção de cloro no jejuno quase sempre acompanha o sódio, de modo a manter a eletronegatividade. Neste compartimento o cloro é absorvido ativamente contra baixos gradientes eletroquímicos, bem como através de poros relativamente grandes na

mucosa do intestino proximal. O íleo é menos permeável aos íons do que o jejuno. A absorção de cloro e a secreção de bicarbonato estão ligados a um mecanismo que pode envolver o transporte de um ou dois íons. E no cólon, a absorção de cloro e sódio é altamente eficiente, no qual 90% do sódio e do cloro que entra são absorvidos (Dibartola et al., 2007).

## 2.4 Homeostase do cloro no organismo animal

O cloro é regulado dentro das células por dois mecanismos básicos: a troca recíproca cloro-bicarbonato dependente da variação intracelular do pH, pois o aumento do pH intracelular provoca a troca do bicarbonato pelo cloro extracelular restabelecendo o pH normal e o transporte passivo do cloro para fora da célula pelo canal de transporte seletivo de ânions, ou ativamente pelo co-transporte potássio-cloreto (Pereira, 2005).

Um desequilíbrio dos principais cátions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ) na dieta pode influenciar a homeostase dos fluidos corporais. Sob condições normais, a utilização dos alimentos leva a uma produção contínua de metabólitos ácidos e básicos, que devem ser excretados para que o pH seja mantido constante. Grandes desvios do pH provocam distúrbios no metabolismo, na permeabilidade das membranas, na forma molecular das proteínas, na distribuição eletrolítica, afetando o metabolismo animal e reduzindo a produtividade. Estudos recentes sugeriram que o pH do sangue das aves varia sob condições fisiológicas, na faixa de 7,20 a 7,36 (Furlan et al., 2002).

O cloro e o sódio e o potássio devem satisfazer as necessidades nutricionais e atender a proporção entre eles, para manter a homeostase ácido-base e obter o máximo desempenho das aves (Mongin, 1981).

A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons intra e extracelular. Dessa forma, para manter o equilíbrio ácido-base, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos e bases, pois em condições ótimas, os conteúdos de água e eletrólitos são mantidos dentro de limites estreitos. Portanto, a perda de eletrólitos, sem alteração no conteúdo de água do corpo altera a osmolalidade destes fluídos (Borges et al., 2003).

O cloro na forma de cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) é controlado metabolicamente como o sódio e sua regulação depende principalmente da função renal. É predominante no compartimento extracelular, mas, devido à sua difusibilidade, pode difundir-se rapidamente entre os

compartimentos intra e extracelular, contribuindo na regulação da pressão osmótica corporal (pressão exercida na água, forçando-a a atravessar a membrana celular), no transporte de gases e na regulação ácido-básica. (Guimarães e Kuwabara, 2004).

Os rins ajustam as excreções de água e de eletrólitos, de modo a contrabalançar com precisão a ingestão dessas substâncias e, ainda, compensar as perdas excessivas de líquidos e eletrólitos que ocorrem em certos estados mórbidos (Guyton e Hall, 1997).

O Hormônio Antidiurético (ADH), o sistema reninaangiotensina - aldosterona (SRAA) e o mecanismo da sede permitem a manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico e da constância da osmolalidade plasmática (Posm). Elevações mínimas da osmolalidade são percebidas imediatamente pelos osmorreceptores, e mais tardiamente pelos barorreceptores, desencadeando um processo que resulta no estímulo da secreção do ADH e na ativação do mecanismo da sede (Naves et al., 2003).

#### 2.4.1 Atividade do hormônio antidiurético (ADH)

O hormônio antidiurético (ADH) é o principal agente regulador do equilíbrio hídrico no corpo, este é produzido no hipotálamo e armazenado na hipófise. A concentração do plasma sanguíneo é detectada por receptores osmóticos localizados no hipotálamo. Havendo aumento na concentração do plasma (pouca água), esses osmorreguladores estimulam a produção de ADH. Esse hormônio passa para o sangue, indo atuar sobre os túbulos distais e sobre os túbulos coletores do néfron, tornando as células desses tubos mais permeáveis à água. Dessa forma, ocorre maior reabsorção de água e a urina fica mais concentrada. Quando a concentração do plasma é baixa (muita água), há inibição da produção do ADH e, conseqüentemente, menor absorção de água nos túbulos distais e coletores, possibilitando a excreção do excesso de água, o que torna a urina mais diluída (Vilela, 2005).

Além do ADH, há outro hormônio participante do equilíbrio hidro-iônico do organismo: a aldosterona, produzida nas glândulas supra-renais. Ela aumenta a reabsorção ativa de sódio nos túbulos renais, possibilitando maior retenção de água no organismo. A produção de aldosterona é regulada da seguinte maneira: quando a concentração de sódio dentro do túbulo renal diminui, o rim produz uma proteína chamada renina, que age sobre

uma proteína produzida no fígado e encontrada no sangue denominada angiotensinogênio (inativo), convertendo-a em angiotensina (ativa). Essa substância estimula as glândulas supra-renais a produzirem a aldosterona (Vilela, 2005).

#### 2.4.2 Atividade da aldosterona no controle da excreção de cloro

A aldosterona é um hormônio esteróide da família dos mineralcorticoides sintetizado na zona glomerulosa do córtex das glândulas supra renais. Faz a regulação do balanço de sódio e potássio no sangue. A principal função deste hormônio é a manutenção do volume de fluido extracelular para conservação do Na<sup>+</sup> corporal, e a sua produção depende de aferências renais, estimuladas quando é detectada uma redução no volume de fluido circulante (Wikipédia, a enciclopédia livre, 2009). Contudo, segundo Andriguetto (2002) pode-se afirmar que o cloro tem influência indireta no controle da retenção de sódio no organismo.

Se considerarmos o mecanismo de indução da secreção de aldosterona e sua ação sobre as glândulas sudoríparas, salivares, mucosa intestinal e túbulos renais promovendo a absorção e retenção de sódio encontraremos que o cloro é necessário para a ativação enzimática que leva a formação da angiotensina II que potencializada pelos hormônios adrenocorticotrópicos e a alta concentração de potássio no plasma, induz a liberação da aldosterona. Assim, quando se quebra a relação sódio potássio, com excesso do potássio, o cloro intervém para a regulação da mesma (Andriguetto, 2002).

A angiotensina II tem ação na vasoconstrição e estimula sede através de receptores do sistema nervoso central, podendo restaurar o volume sanguíneo efetivo e ou a pressão arterial (Smith et al., 1988).

### 2.5 Importância do cloro no desempenho das aves

O cloro se assemelha bastante ao sódio e ao potássio, tanto em suas funções, quanto em sua distribuição pelo organismo. É essencial que haja o equilíbrio entre estes

minerais para que haja o bom funcionamento dos sistemas enzimáticos, condução e transmissão neural, e muscular (Silva, 2002).

O cloro é necessário para a regulação da pressão osmótica, balanço de água e equilíbrio ácido base do corpo. Uma deficiência de cloro pode afetar negativamente o crescimento, causar distúrbios nervosos, canibalismo e tetânia temporária em resposta a agentes estressores. O cloro é necessário para a formação de HCl responsável pela ativação de várias enzimas gástricas e início da digestão. O excesso de cloro na dieta de frangos reduz o crescimento e causa aumento de incidência de discondroplasia tibial, variando de acordo com a linhagem (Luo et al., 1992 citado por Macari et al., 2002).

A determinação dos níveis ideais de sódio, cloro e potássio, para cada ciclo de produção da ave é de grande importância, pois estes minerais estão envolvidos em diversos processos fisiológicos (Miles e Rossi, 1984). Apesar da importância de se balancearem adequadamente os eletrólitos da dieta, os mesmos têm recebido pouca atenção dos nutricionistas pelo fato de os níveis de potássio estarem quase sempre em excesso nas rações e o sódio e cloro estarem facilmente disponíveis no cloreto de sódio (NaCl) e serem de baixo custo. Contudo, o nível utilizado de NaCl (sal comum) na ração não é ajustado para estes elementos de acordo com os ingredientes utilizados acarretando em vários efeitos ao desempenho animal.

Os efeitos adversos do excesso de cloreto, acima dos níveis necessários, sobre a qualidade da casca do ovo foram relatados por vários pesquisadores e parecem estar relacionados ao efeito da acidificação do cloreto sobre o fluido uterino e sua ação inibitória sobre a anidrase carbônica (Yoselewitz e Balnave, 1989).

Segundo Chen e Balnave (2001), o excesso de cloro consumido limita a qualidade da casca por limitar a provisão dos íons bicarbonato para o lúmen da glândula da casca, e conseqüentemente, diminui a quantidade de cálcio ionizado do plasma, enquanto que o cálcio urinário se eleva.

Inúmeros relatos apontam para os efeitos do balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho produtivo das aves. Dietas formuladas com altos teores de cloro ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ , HCl e  $\text{CaCl}_2$ ) diminuem a espessura da casca do ovo, sendo esse efeito atribuído a uma redução no pH sanguíneo e dos fluidos uterinos durante a formação do ovo. Do mesmo modo, a adição de sais contendo cloro diminui o pH sanguíneo em frangos, prejudicando o seu crescimento em condições de termoneutralidade (Macari et al., 2002).

Segundo Miles e Rossi, 1984 a alta concentração de ânions na dieta (baixo mEq) diminui a qualidade da casca dos ovos e baixa o pH, enquanto alta concentração de cátions (alto mEq) está associada à melhora da qualidade da casca dos ovos e ao alto pH no sangue.

## **2.6 Regulação da ingestão de água pelas aves**

A água é a substância mais abundante nos seres vivos, compreendendo de 45% a 70% do peso total da maioria dos organismos, representando cerca de 70% do peso corporal de pintaínhos. Essa porcentagem depende de inúmeros fatores, entre eles a espécie, a quantidade de gordura e a idade do animal. A água se apresenta basicamente em dois compartimentos, o intracelular e o extracelular (intersticial e plasmático) (Olivo, 2006). O intracelular contém 55% a 60% do total de água do organismo e o extracelular contém 40% a 45% do total de água (Gonzáles e Mendonça Jr, 2006). A migração da água entre os diferentes compartimentos depende da concentração dos eletrólitos, para que o equilíbrio hídrico do organismo seja mantido.

Esta substância é responsável pela maioria das funções do organismo. É o componente principal do sangue e dos fluidos extra e intracelular, é responsável pelo transporte, absorção e digestão de nutrientes, excreção de metabólicos, pelo equilíbrio da temperatura do corpo das aves, além de outras funções importantes (Gama et al., 2008).

A água ingressa no organismo através dos alimentos e da água bebida, esta é eliminada por quatro vias diferentes; pele, pulmão, rins e intestino. Apesar das variações do consumo e da perda de água e de eletrólitos no organismo, a concentração dos mesmos nos diferentes compartimentos é mantida relativamente constante (Gonzáles e Mendonça Jr, 2006). Contudo, existem inúmeros fatores que interferem na ingestão de água. Entre eles a temperatura ambiente, a alimentação (níveis de eletrólitos, nível protéico e certos aditivos, como os anticoccidianos), densidade populacional, temperatura e qualidade microbiológica da água oferecida.

A ingestão de água inicia-se quando se verifica um déficit de água no organismo das aves, constituindo, assim peça fundamental na manutenção do seu balanço hídrico. Vários hormônios atuam como moduladores da sede, no entanto, das substâncias que induzem a ingestão de água as quais são chamadas de dipsinogênicas, a mais potente é a angiotensina II, encontrada no cérebro das aves, em especial no centro regulador da ingestão, que é o

hipotálamo. Assim as aves respondem a ingestão de água quando ocorre um aumento da angiotensina II no cérebro ou mesmo na corrente sanguínea.

Nas aves a sede é induzida por meio de três mecanismos básicos, a desidratação celular, a desidratação extracelular e o sistema renina angiotensina. Sendo que os mais potentes mecanismos em aves estão relacionados com os dois últimos citados. Apesar da similaridade entre os mecanismos de ingestão de água em aves e mamíferos, a localização dos receptores é diferente nas duas espécies. Nos mamíferos parecem estar localizados no sistema vascular e, nas aves extravascularmente (Macari et al., 2002).

A sede é uma sensação decorrente de um déficit no teor de água corporal do animal e quem a determina é o hipotálamo. Este percebe o déficit de água através de alguns indicadores como um aumento na concentração de sais do plasma, principalmente sódio e cloro, decorrente da diminuição do volume de água tanto intracelular como extracelular. O hipotálamo então produz e libera o hormônio antidiurético (ADH), cuja função é reduzir a quantidade de urina eliminada pelo organismo para manter o volume de água corporal (Macari et al., 2002).

### 3 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T.; **Criação de Codornas para Produção de Ovos e Carne**. 1ª ed. Viçosa - Editora Aprenda Fácil. 268p. 2003.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal**. Ed. Nobel, 2º ed. São Paulo, v.1, 395p, 2002.

AUSTIC, R.E. Excess dietary chloride depresses eggshell quality. **Poultry Science**, v.63, n.9, p.1773-1777, 1984.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007.

BERTECHINI A.G. Curso de Fisiologia da Digestão e Metabolismo dos Nutrientes em Aves. **Absorção e Metabolismo de Minerais em Aves**. – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Jaboticabal, 2004.

BERTECHINI A.G. **Nutrição de monogástricos**. 1. ed. Lavras - MG: Ed. ufla, v. 1. 302 p. 2006.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. et al. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BUTCHER, G.D.; MILES, R.D. Origin of acids in animals. **Poultry Digest**, p.28-37, 1994.

COHEN, I.; HURWITZ, S. The response of blood ionic constituents and acid-base balance to dietary sodium, potassium and chloride in laying fowls. **Poultry Science**, v.53, p.378-382, 1974.

COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, V.P.; GOULART, C.C. et al. Exigência de sódio para codornas japonesas em postura. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. **Anais...** Fortaleza-CE: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. [2008] (CD-ROM).

COMBS, G.F.; HELBACKA, N.V. Studies with laying hens. 1 - Effect of dietary fat, protein levels and other variables in practical rations. **Poultry Science**, v.39, n.1, p.271-279, 1960.

CUNNINGHAM J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 579p. 2004.

CHEN, J.; BALNAVE, D. The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and eggshell quality of a modern, colored layer strain. **Poultry Science**, v.80, n.91-94, 2001.

DIBARTOLA, S.P.; MORAIS, H.A.; BIONDO, A.W. Distúrbios relacionados ao cloro: hiper e hipocloremia. In: DIBARTOLA, S.P. **Anormalidades de Fluidos, Eletrólitos e Equilíbrio Ácido-básico na Clínica de Pequenos Animais**, 3ªed. São Paulo: Roca, p.77-85, 2007.

FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A. et al. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP, 375p., Capítulo 4, p.51-76, 2002.

GAMA, N.M.S.Q.; TOGASHI, C.K.; FERREIRA, N.T. et al. Divulgação técnica; Conhecendo a água utilizada para as aves de produção. **Pólo Apta da Alta Paulista**, Adamantina - São Paulo, v.70, n.1, p.43-49. 2008

GUIMARÃES, O.M.; KUWABARA, I.H. Química e Sociedade. Eletrólitos no organismo. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004. Disponível em < [http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/pdf/roteiro\\_aluno/experimento9.pdf](http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/pdf/roteiro_aluno/experimento9.pdf) > Acesso dia 25/12/2009.

GONZALES, E.; MENDONÇA JR., C.X. Problemas locomotores em frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: VII SBSA, p.79-94, 2006.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 9ª Ed, 1014p., 1997.

JUDICE, M.P.M.; BERTECHINI A.G.; MUNIZ, J.A.; et al. Balanço cátiô-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. **Ciências agrotecnicas**, Lavras, v.26, n.3, p.598-609, 2002.

HALL, K.N., HELBACKA, N.V. Improving albumen quality. **Poultry Science**, v.38, n.1, p.111-114, 1959.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP, 375p., Capítulo 13, p.167-173, 2002.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. et al. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 246p., 1994.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. et al. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. Academic Press. London. 522 p. 1992.

MELLIERE, A.L.; FORBES, R.M. Effect of altering the dietary cation-anion ratio on food consumption and growth of young chicks. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 90, p. 310-314, 1966.

MILES, R.D.; ROSSI, A. Cation-anion balance in laying hens. In: FLORIDA NUTRITIONAL CONFERENCE, 1984, Clearwater Beach. **Proceedings...** Clearwater Beach: University of Florida, p.15-22, 1984.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications in poultry. In: Proceedings Nutrition Society, Cambridge. **Proceedings Nutrition Society**, Cambridge: n.i., v.40, p.285-294, 1981.

MURAKAMI, A.E. ; FAQUINELLO, P.; GALLI, J.R. et al. Exigência Nutricional de sódio e cloro para poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas: FACTA, p. 52 (supl. 3), 2001.

MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G. et al. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2333-2337, 2006.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1. Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.113-120, 2002.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal, SP. Funep, 79p, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.rev.ed. Washington: National Academy Press, 155p, 1994.

NAVES, L.A.; VILAR, L.; COSTA, A.C.F. et al. Distúrbios na Secreção e Ação do Hormônio Antidiurético. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica**, v.47, n.4, p.467-481, 2003.

OLIVEIRA, D.E. . **Minerais**: funções, deficiências, toxidez e outros aspectos da suplementação. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila). 2004.

OLIVO, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC, p.75-77, 2006.

PATIENCE, J.F. A review of the role of acid-basebalance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**. v. 68, p. 398-408. 1990.

PEREIRA, J.C. Boletim do criadouro campo das caviúnas / parte específica / sais minerais (macro e microelementos). Outubro de 2005 / nº 18, Disponível em: < [http://www.fujipass.com.br/site2008\\_port/images/josecarlos/18\\_nutricao\\_sais.pdf](http://www.fujipass.com.br/site2008_port/images/josecarlos/18_nutricao_sais.pdf) > Acesso dia 09/12/2009.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em final de produção. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.2, p.123-130, 2006.

PORTSMOUTH, J. Changes needed in nutrient input data relating to leg problems in poultry. **Feedstuffs**, v.56, p.43-52, 1984.

RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; ARRUDA, A.M.V. et al. Níveis de sódio na ração de frangas de reposição de 12 a 18 semanas de idade. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.50-57, 2007.

RODRIGUES V.P.; COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C. et al. Exigência de cloro para codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade. In: ZOOTEC. **Anais...** João Pessoa, 2008.

RONDÓN, E.O.O. **Exigências nutricionais de sódio e de cloro para frangos de corte**. 79f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1999.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2ª Ed. Viçosa: UFV. 186p., 2005.

SALVADOR, D.; ARIKI, J.; BORGES, S.A., et al. Suplementação de bicarbonato de sódio na ração e na água de bebida de frangos de corte submetidos ao estresse calórico. **ARS Veterinária**, v. 15, p. 144-148, 1999.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. Vol. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856p.

SMITH, E.L.; HILL, R.L.; LEHMAN, I.R., et al. **Bioquímica**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Guanabara-Koogan. 1988. 620p.

SILVA, J.D.B. **Níveis de sódio em dietas de frangos de corte**. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

TEETER, R. Balancing the electrolyte equation. **Feed Mix**, v. 5, p. 22-26. 1997.

VILELA, A.L.M. Sistema Excretor (apresentação - material didático). 2005. Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/excret/excret1.asp>> Acesso dia 25/12/2009.

Wikipédia, a enciclopédia livre, disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cloro> > Acesso dia 13/10/2009.

Wikipédia, a enciclopédia livre, disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aldosterona> > Acesso dia 25/12/2009.

YOSELEWITZ, A.; BALNAVE, D. The influence of saline drink ink water on the activity in the shell gland of laying hens. **Australian Journal Agricultural Researches**, v.40, p.1111-1115, 1989.

## **CAPÍTULO I**

### **NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) NA FASE DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA FASE DE PRODUÇÃO**

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de cloro na fase de crescimento e seus efeitos na fase de produção em codornas japonesas. Foram utilizadas 384 codornas com um dia de idade distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e oito repetições de oito aves por unidade experimental. Os níveis de cloro avaliados foram: 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32%. Conforme os resultados, no período de 1 a 42 dias, com o acréscimo do nível de cloro na ração houve aumento linear no consumo de ração (g/ave) e no ganho de peso (g/ave) e redução linear na relação consumo de água/consumo de ração e na umidade das excretas. Entretanto, a conversão alimentar (g/g), a ingestão de água (ml/ave/dia), os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN) e da energia bruta (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações não foram influenciados pelo nível de cloro. Ainda nesse ensaio, observou-se que os níveis de cloro recebido pelas codornas na fase de crescimento não afetaram significativamente o desempenho da fase de postura. Considerando os resultados, pode-se recomendar que as rações para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 42 dias) formuladas com milho e farelo de soja podem conter níveis de cloro de até 0,32%.

**Palavras-chave:** água, balanço eletrolítico, cloreto, conversão, desempenho, sal

## ABSTRACT

In order to evaluate the effects of chlorine levels in the growth phase and its effects on the production phase in Japanese quail. 384 quails were used on a day-old distributed in a completely randomized design with six treatments and eight replicates of eight birds per experimental unit. Chlorine levels were: 0.07, 0.12, 0.17, 0.22, 0.27 and 0.32%. According to the results for the period from 1 to 42 days, with the addition of chlorine level in the diet linearly increased feed intake (g/bird) and weight gain (g/bird) and a linear decrease in the ratio of consumption water / feed intake and excreta moisture. However, feed conversion (g/g), water intake (ml/bird/day), the digestibility of dry matter (CDMS), nitrogen (CDN) and gross energy (GEDC) and the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent nitrogen corrected (AME) of feed were not affected by the level of chlorine. Although this test showed that chlorine levels received by the quails in the growing phase did not significantly affect the performance of quails. Considering the results, we can recommend diets for Japanese quails in the growing phase (1 to 42 days) formulated with corn and soybean meal can contain chlorine levels up to 0.32%.

**Keywords:** water, electrolyte balance, chloride, conversion, performance, salt

## 1 INTRODUÇÃO

O cloro (Cl) é encontrado nas células, nos fluídos extracelulares do organismo, principalmente na forma de cloreto de sódio e cloreto de potássio, e no suco gástrico, como ácido clorídrico (Murakami et al., 2006). Juntamente com o sódio e o potássio, é importante não somente para o equilíbrio ácido-básico, mas pode influenciar o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas influenciando sobremaneira o desempenho das aves na fase inicial e, posteriormente, na fase de produção. Dada a sua importância esse mineral deve ser mantido em níveis de acordo com as exigências (Rodrigues et al., 2008).

Contudo, apesar da importância do cloro na alimentação das aves, as exigências desse mineral têm sido pouco estudada, talvez pelo fato das necessidades de sódio e cloro serem supridas pelo cloreto de sódio (NaCl - sal comum), um ingrediente de baixo custo normalmente adicionado às formulações (Murakami et al., 2006).

No Brasil, nas formulações de rações de codornas são utilizadas, normalmente, tabelas estrangeiras de exigências nutricionais, como o National Research Council (NRC, 1994), não sendo essas ideais para as condições tropicais brasileiras, visto que a maioria dos dados compilados nessa publicação foram obtidos com aves que apresentavam potencial genético bastante diferente das codornas criadas atualmente. Nesse contexto, diversas pesquisas vêm sendo realizadas no Brasil para estabelecer os melhores níveis dos nutrientes e assim, possibilitar o uso das informações para a formulação de rações para codornas das diferentes fases do ciclo produtivo (Oliveira et al., 2002; Pinto et al., 2002; Pinto et al., 2003ab; Silva et al., 2004; Corrêa et al., 2005; Freitas et al., 2005; Fridrich et al., 2005; Móri et al., 2005ab).

O NRC (1994) recomenda níveis de 0,14% de cloro para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), níveis estes que podem ser obtidos com a suplementação de 0,25% de sal comum nas rações, segundo tabela de composição de ingredientes de Rostagno et al., (2005), para dietas contendo 20% de proteína bruta e formuladas à base de milho e farelo de soja (Pizzolante et al., 2006).

As pesquisas com nutrição têm visado melhorias nos índices produtivos das aves e, em virtude do progresso genético aplicado a esta espécie, torna-se necessário estabelecer e atualizar constantemente os níveis adequados de nutrientes da dieta. (Barreto et al., 2007).

Diante do exposto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar os diferentes níveis de cloro no desempenho de codornas japonesas em crescimento (1 a 42 dias de idade) e seus efeitos na fase de produção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de novembro 2008 a de fevereiro de 2009, com uma duração de 42 dias, na fase de crescimento, e 63 dias divididos em 3 períodos de 21 dias, na fase de produção.

A fase de campo foi realizada no Setor de Avicultura e as análises laboratoriais no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pertencentes à referida instituição universitária.

As variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 08:00 h e 16:00 h. Ao final de cada período experimental foram calculadas as médias das temperaturas máximas e mínimas e os valores de umidade relativa do ar.

Foram utilizadas 384 codornas japonesas de um dia de idade com peso médio inicial de 6,85 gramas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e oito repetições de 8 aves cada. Os tratamentos consistiram de seis rações contendo 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32% de cloro.

As aves foram inicialmente pesadas e alojadas em 6 boxes (1,0 m x 1,5 m), com piso coberto por maravalha, onde permaneceram até o 12º dia de idade. Nesse período a ração foi oferecida em comedouros tipo bandeja e o aquecimento foi feito com campânulas elétricas. Aos doze dias as codornas de cada tratamento foram novamente pesadas, distribuídas e transferidas para gaiolas de arame galvanizado (26 cm x 52 cm x 20 cm) contendo um comedouro tipo calha, onde ficaram até os 42 dias de idade.

Durante toda a fase de crescimento, as rações e a água foram fornecidas à vontade e os bebedouros foram adaptados para possibilitar a medição do consumo.

As aves foram vacinadas contra Newcastle por via ocular e debicadas aos doze dias de idade. Até o décimo primeiro dia, receberam 24 horas de luz (natural e artificial) e a partir dessa idade, até os 42 dias, apenas luz natural.

A composição percentual e nutricional calculada e o balanço eletrolítico das rações experimentais utilizadas nas fases de crescimento e produção estão apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1** - Composição percentual e nutricional calculada e balanço eletrolítico das rações experimentais utilizadas nas fases de crescimento e produção

Ingrediente	Nível de cloro (%)						Postura
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	
Milho	53,90	53,97	54,06	54,00	53,8	53,68	57,05
Farelo de soja	42,10	42,09	42,07	42,08	42,12	42,14	33,18
Óleo de soja	1,11	1,08	1,05	1,07	1,14	1,18	2,20
Calcário	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	5,55
Fosfato Bicálcico	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	1,24
Metionina	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Puramix inicial <sup>1</sup> e postura <sup>2</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50
Cloreto de amônia	0,00	0,00	0,00	0,05	0,13	0,19	0,00
Bicarbonato de sódio	0,29	0,17	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,06	0,15	0,23	0,26	0,27	0,27	0,28
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada							
Energia metabolizável (kcal/	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80	20,00
Lisina (%)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,07
Metionina +cistina (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,74
Metionina (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,42
Treonina (%)	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,78
Triptofano (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,25
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	2,50
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloro (%)	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	0,19
Potássio (%)	0,940	0,940	0,934	0,934	0,940	0,940	-
BE (mEq/kg)	286	272	258	243	229	215	-

<sup>1</sup>Puramix inicial (composição/kg do produto) - Ácido fólico: 138,00 mg; Pantotenato de cálcio: 2750,00 mg; Antioxidante: 500,00 mg; Biotina: 13,80 mg; Cobalto: 25,00 mg; Cobre: 2500,00 mg; Colina: 111450,00 mg; Ferro: 6250,00 mg; Iodo: 260,00 mg; Manganês: 13000,00 mg; Metionina: 300,00 g; Niacina: 6875,00 mg; Piridoxina: 550,00 mg; Colistina: 1750,00 mg; Riboflavina: 1375,00 mg; Selênio: 45,00 mg; Tiamina: 550,00 mg; Vitamina A: 2150000,00 UI; Vitamina B12: 2750,00 mcg; Vitamina D3: Vitamina E: 2750,00 UI; Vitamina K: 400,00 mg; Zinco: 11100,00 mg; Silicatos: 20000,00 mg. BED= (%Na+ x 10000/22,990\*) + (%K+ x 10000/39,102\*) - (%Cl- x 10000/35,453\*) (\*Equivalente grama do Na, K e Cl).

<sup>2</sup>Puramix postura (composição/kg do produto) - ácido fólico - 400 mg; pantotenato de cálcio - 3.000 mg; antioxidante - 2.000 mg; biotina - 10 mg; cobre - 2.000 mg; colina - 126.000 mg; ferro - 20.000 mg; iodo - 200 mg; manganês - 18.000 mg; metionina - 217.800 mg; niacina - 7.000 mg; piridoxina - 800 mg; colistina - 1.400 mg; riboflavina - 1.200 mg; selênio - 100 mg; tiamina - 800 mg; vit. A - 2.000.000 UI; vit. B12-1.000 mcg; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 1.000 UI; zinco - 14.000 mg; biotina - 10 mg; menadiona - 500 mg; bacitracina de zinco - 10.000 mg.

As rações foram compostas por milho e farelo de soja e formuladas segundo as recomendações nutricionais em energia metabolizável, proteína bruta, aminoácidos, cálcio e fósforo constantes no NRC (1994). Os dados de composição de alimentos foram baseados nas tabelas de Rostagno et al., (2005).

Os níveis de sódio (Na) e potássio (K) foram mantidos constantes em todas as rações, sendo o nível de Na mantido de acordo com as recomendações do NRC (1994) e o de K oriundo da utilização do farelo de soja como principal fonte de proteína. A suplementação de cloro foi realizada com a inclusão de cloreto de amônia (NH<sub>4</sub>Cl) e cloreto de sódio (NaCl). Para manutenção dos mesmos níveis de Na nas rações, utilizou-se o bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>).

O balanço eletrolítico (BE) das rações experimentais foi calculado segundo Mongin (1981) e o cálculo do BE foi realizado considerando-se os valores percentuais dos eletrólitos, por meio da seguinte fórmula:  $NM = \% Na^+ \times 10000/22,990^* + \% K^+ \times 10000/39,102^* - \% Cl^- \times 10000/35,453^*$  (\* Equivalente grama do Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e K<sup>+</sup>, respectivamente).

As variáveis estudadas na fase de crescimento foram; consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), consumo de água (mL/ave/dia) e relação consumo de água/consumo de ração.

Para determinar o consumo de água foi necessário montar um sistema alternativo que possibilitasse seu fornecimento e subsequente medição. Para isso foram utilizadas garrafas com capacidade para 500 mL e acopladas a estas, bases de bebedouros usualmente utilizadas na criação de pássaros.

Para obtenção do consumo, diariamente às 08:00 h fazia-se a medição da sobra de água utilizando proveta com capacidade de 1 L e subdivisões de 10 mL. A sobra em seguida era descartada e um volume de 500 mL era colocado nas garrafas para uma nova medição no dia seguinte. Através da diferença entre o oferecido e a sobra de água determinou-se o consumo médio.

Para avaliar os efeitos dos níveis de cloro na ração sobre a umidade das excretas e digestibilidade dos nutrientes, aos 14 dias de idade das aves, iniciou-se a coleta total de excretas por quatro dias. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (08:00 h e 16:00 h) e após cada coleta, foram encaminhadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as referidas amostras foram trituradas em moinho tipo faca e assim como as rações experimentais, foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados a umidade das excretas (%) e os coeficientes de digestibilidade de MS, N e EB. Os valores de energia metabolizável

aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações foram calculados com base nas equações propostas por Matterson et al., (1965).

Para avaliar o efeito dos níveis de cloro utilizados na ração da fase crescimento sobre o desempenho das codornas na fase de produção, a partir de 42 dias todas as parcelas experimentais foram transferidas para o galpão de produção onde permaneceram por 63 dias, divididos em 3 períodos de 21 dias.

As aves foram alojadas em gaiolas de postura (33 cm x 23 cm x 16 cm) que dispunham de comedouros tipo calha, bebedouro tipo nipple e coletor de ovos. Todas as codornas foram submetidas a uma mesma ração de postura, formulada segundo as recomendações nutricionais propostas pelo NRC (1994).

O programa de luz utilizado nessa fase consistiu de um estímulo inicial de 14 horas de luz, com acréscimos semanais de 15 minutos até completar 16 horas (natural e artificial), sendo a iluminação artificial feita com lâmpadas fluorescentes de 40 watts. A coleta de ovos foi feita diariamente às 8 horas.

Os parâmetros avaliados na fase de produção foram consumo de ração (g/ave/dia), percentagem de postura (%/ave/dia), peso do ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia) e conversão alimentar (g/g) e gravidade específica (g/g).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando - se o programa SAS (2000). Os dados da fase de crescimento foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado e os da fase de produção segundo um modelo fatorial 6 x 3 (níveis de cloro x períodos). Para que as exigências de cloro fossem estimadas, os dados foram submetidos à análise de regressão. Para a comparação das médias entre períodos foi utilizado o teste SNK (5%).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura ambiente mínima e máxima e umidade relativa no galpão durante o experimento foram  $28,13^{\circ}\text{C} \pm 1,86$ ;  $32,81^{\circ}\text{C} \pm 1,41$  e 75%, respectivamente.

Conforme os resultados obtidos (Tabela 2), no período de crescimento (1 a 42 dias de idade), houve efeito linear dos níveis de cloro sobre consumo de ração (g/ave), o ganho de peso (g/ave) e a relação consumo de água/consumo de ração. Entretanto, a ingestão de água e a conversão alimentar não foram influenciadas pelo nível de cloro da ração.

**TABELA 2** – Desempenho na fase de crescimento (1 a 42 dias) de codornas de postura alimentadas com diferentes níveis de cloro

Nível de cloro (%)	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Consumo de água (ml/ave/dia)	Relação água/ração
0,07	423,63	121,77	3,48	25,95	2,55
0,12	434,98	124,31	3,50	25,99	2,49
0,17	427,54	124,36	3,44	24,01	2,34
0,22	438,00	126,50	3,46	25,32	2,41
0,27	437,73	127,50	3,44	24,63	2,34
0,32	442,97	125,96	3,52	25,19	2,36
Regressão	L*	L*	NS	NS	L*
Médias	434,36	125,14	3,47	25,16	2,41
CV (%)	3,16	3,18	2,86	8,00	7,63

L = Efeito linear; NS = não significativo; \* significativo ( $P < 0,05$ ); CV - coeficiente de variação

O consumo de ração ( $\hat{Y} = 421,49 + 65,11x$ ;  $R^2 = 0,14$ ) e o ganho de peso ( $\hat{Y} = 121,52 + 18,30x$ ;  $R^2 = 0,14$ ) das codornas aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de cloro na ração. Os níveis de cloro avaliados não influenciaram a conversão alimentar e a ingestão de água, entretanto, como houve variação no consumo de ração a relação consumo de água/consumo de ração reduziu linearmente ( $\hat{Y} = 2,56 - 0,72x$ ;  $R^2 = 0,10$ ) com o aumento dos níveis de cloro na ração.

Na literatura, não foram encontrados relatos consistentes de como o aumento do nível de cloro da ração pode melhorar o consumo de ração das aves. Por outro lado, o aumento no ganho de peso das codornas com o aumento do nível de cloro da ração pode ser reflexo direto do aumento do consumo de ração.

Segundo Mushtaq et al., (2005), os efeitos desse íon sobre o desempenho animal pode não ser de forma isolada e, sim, de suas interações com os demais íons, como o sódio e o potássio. Dessa forma, um melhor ajuste do balanço eletrolítico da ração com as alterações do nível de cloro pode ter favorecido a maior ingestão de ração pelas codornas, pois como foram

mantidos os mesmos níveis de sódio (0,15%) e potássio (0,94%) nas rações, o balanço eletrolítico variou de 286 mEq/kg para 215 mEq/kg, com o nível de 0,07% e 0,32% de cloro, respectivamente.

Os resultados obtidos na presente pesquisa diferem, em parte, dos relatados por Rodrigues et al., (2008) e Costa et al., (2008). Avaliando a exigência de cloro para codornas japonesas em crescimento, esses pesquisadores verificaram que os níveis de cloro avaliados não influenciaram significativamente o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão das codornas nas fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade, respectivamente.

A umidade das excretas, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações da fase de crescimento são apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3.** Efeito dos níveis nutricionais de cloro sobre a umidade das excretas, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações de codornas na fase de crescimento (1 a 42 dias)

Níveis de cloro (%)	Umidade das excretas (%)	CDMS (%)	CDN (%)	CDEB (%)	EMA (Kcal/kg MS)	EMAn (Kcal/kg MS)
0,07	76,41	72,61	51,74	77,42	3.449	3.247
0,12	76,18	73,31	50,04	77,76	3.450	3.260
0,17	74,26	72,40	48,75	77,70	3.528	3.356
0,22	76,08	71,88	46,33	76,96	3.376	3.207
0,27	74,22	70,92	51,98	76,02	3.359	3.144
0,32	74,22	70,66	48,67	76,33	3.407	3.210
Regressão	L*	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	3,69	2,04	8,85	1,54	1,52	1,38

L = Efeito linear; NS = não significativo; \* significativo (P<0,05); CV - coeficiente de variação

De acordo com a análise de regressão, a umidade das excretas reduziu linearmente ( $Y=76,90 - 8,56x$ ,  $R^2 = 0,07$ ) com o aumento dos níveis de cloro na ração. Na literatura, pode-se observar que, normalmente, as variações na umidade das excretas das aves estão associadas a mudanças dos eletrólitos da ração que se devem a variação do consumo de água pelas aves na tentativa de manter a homeostase corporal. Dessa forma é possível que a redução na umidade das excretas com o aumento do cloro na ração observado neste experimento tenha ocorrido pela mudança na relação entre ingestão de água e a ingestão de ração que, também, reduziu linearmente com o aumento do cloro na ração.

Segundo Mushtaq et al., (2007) a umidade da cama tende a diminuir com o aumento dos níveis de cloro nas rações de frango de corte, entretanto tem sido consenso entre os pesquisadores que a umidade das excretas das aves pode variar em função das relações do cloro e outros eletrólitos da ração e não pelo efeito isolado deste íon.

Contudo, os efeitos do nível de cloro sobre a umidade das excretas observados neste ensaio diferem dos obtido por Raquel, (2009). A autora estudando exigências de sódio e cloro para codornas de corte constatou que o nível de cloro da ração não verificou influência significativa sobre este parâmetro.

Em relação aos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações, os resultados demonstraram que os níveis de cloro testados (0,07 a 0,32%) não influenciaram significativamente a capacidade das codornas em aproveitar os nutrientes da ração de crescimento, formulada com milho e farelo de soja, contendo 0,15% de sódio e de 0,94% de potássio.

Embora a participação do Cl na composição do ácido clorídrico, na ativação da amilase intestinal e no transporte ativo dos aminoácidos e da glicose (Andrighetto et al., 1990), remeteram a importância desse mineral na utilização dos nutrientes da ração pelas aves, na literatura, são escassas as informações sobre a interferência do cloro isolado no aproveitamento dos nutrientes da ração. Talvez a manutenção de relações favoráveis entre o cloro com os demais íons da ração seja o fato determinante no aproveitamento dos nutrientes e não a sua ação isolada. Entretanto, isso poderia ser melhor esclarecido com a realização de novas pesquisas.

Os dados de desempenho das codornas na fase de produção são apresentados na Tabela 4. Conforme a análise estatística dos dados, não houve interação significativa entre o período de avaliação e os níveis de cloro da ração para todas as variáveis, indicando independência nas respostas aos níveis de cloro durante a fase do ciclo de postura. Contudo, verificou-se diferença significativa das variáveis, entre os três períodos avaliados na fase de postura.

A análise de regressão do efeito dos níveis de cloro sobre as variáveis de desempenho foi não significativa para todas as variáveis avaliadas.

Com a comparação entre períodos, observou-se que o consumo de ração, a percentagem de postura, o peso do ovo e a massa de ovo aumentaram e a conversão alimentar melhorou com o avanço da idade das aves. Entretanto, a gravidade específica do ovo reduziu com o avançar da idade das aves.

**TABELA 4** - Desempenho de codornas japonesas na fase de produção, alimentadas com rações com diferentes níveis de cloro na fase de crescimento

Período	Níveis de cloro da ração de crescimento (%)						Média*
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32	
Consumo de ração (g/ave/dia)							
1	18,58	18,29	17,48	17,44	18,33	18,49	18,10c
2	21,00	19,74	19,82	21,38	18,77	19,46	20,03b
3	21,38	20,39	21,03	22,57	22,31	21,19	21,48a
Média	20,32	19,47	19,44	20,46	19,80	19,78	-
% Postura (ave/dia)							
1	21,33	18,48	20,15	21,83	19,74	28,37	21,46c
2	72,54	67,12	68,98	81,83	71,43	78,66	73,43b
3	85,67	81,07	83,04	90,07	82,54	88,03	85,07a
Média	59,85	55,56	57,39	64,58	57,90	66,85	-
Peso do ovo (g)							
1	10,03	10,06	9,62	9,86	9,67	9,53	9,80b
2	10,07	10,25	9,83	10,15	10,12	10,06	10,08b
3	10,06	10,29	10,00	10,16	10,45	10,27	10,20a
Média	10,05	10,20	9,82	10,06	10,08	9,97	-
Massa de ovo (g/ave/dia)							
1	2,12	1,87	1,94	2,17	1,91	2,73	2,11c
2	7,29	6,87	6,80	8,32	7,23	7,89	7,40b
3	8,60	8,34	8,31	9,14	8,62	9,04	8,68a
Média	6,00	5,69	5,68	6,54	5,92	6,75	-
Conversão alimentar (g/g)							
1	9,87	13,15	9,57	9,63	10,76	7,76	10,18a
2	3,00	2,91	3,06	2,62	2,68	2,52	2,80b
3	2,50	2,45	2,55	2,48	2,63	2,36	2,50b
Média	5,12	6,17	5,06	4,91	5,35	4,04	-
Gravidade específica (g/g)							
1	1,079	1,081	1,080	1,080	1,079	1,082	1,080a
2	1,078	1,076	1,078	1,078	1,079	1,078	1,078b
3	1,079	1,076	1,077	1,078	1,079	1,078	1,078b
Média	1,079	1,078	1,078	1,078	1,079	1,080	-

\*Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste SNK.

O aumento no consumo de ração com o avançar da idade das aves na fase de postura pode ser associado ao crescimento normal das codornas, que continua durante o início da fase de produção. Por outro lado, o aumento do peso corporal possibilitou o aumento no tamanho do ovo, que juntamente com o crescimento da produção levou ao aumento da massa de ovos produzida. Já a conversão alimentar melhorou entre os períodos por conta do crescimento da massa de ovo.

Os resultados relatados anteriormente estão associados ao início da vida produtiva das aves produtoras de ovos. Normalmente, verificam-se aves com menor peso corporal e ovos menores no início da maturidade sexual, que juntamente com a produção de ovos

aumentam gradativamente com o avanço da idade das aves, até atingirem o limite máximo característico de cada espécie ou linhagem.

Com relação à variação entre os períodos para a gravidade específica do ovo, pode-se inferir que os resultados obtidos estão relacionados com a modificação na qualidade da casca que tende a reduzir com o avançar da idade das aves.

Os resultados obtidos para a fase de postura demonstraram que, embora tenham ocorrido diferenças no ganho de peso na fase de crescimento entre as aves submetidas aos diferentes níveis de cloro, esse efeito do nível de cloro na fase de crescimento não influenciou o desempenho e qualidade dos ovos na fase de produção. Dessa forma, pode-se inferir que as rações para codornas japonesas destinadas a produção de ovos, na fase de crescimento (1 a 42 dias de idade), formuladas a base de milho e farelo de soja contendo 0,15% de sódio e 0,94% de potássio, podem conter níveis de 0,07% a 0,32% de cloro.

Os balanços eletrolíticos das rações experimentais foram 286; 272; 258; 243; 229 e 215 mEq/kg e de acordo com os resultados obtidos as rações de crescimento para codornas destinadas a produção de ovos podem ser formuladas com variações no balanço eletrolítico entre 286 a 215 mEq/kg.

#### **4 CONCLUSÃO**

Considerando os resultados, pode-se recomendar que as rações para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 42 dias) formuladas com milho e farelo de soja podem conter níveis de cloro de até 0,32%.

## 5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel. v.1, 395p. 1990.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007 (supl.).

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; FONTES, D.O. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas européias. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária Zootecnia**, v.57, n..2, p.266-271, 2005.

COSTA, F.G.P.; LIMA, M.R.; GOULART, C.C. et al. Exigência de cloro para codornas japonesas em crescimento de 22 a 42 dias de idade e seu efeito sobre a produção inicial de ovos. In: ZOOTEC. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 2008.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

FRIDRICH, A.B.; VALENTE, B.D.; FELIPE SILVA, A.S. et al. Exigência de proteína bruta para codornas européias no período de crescimento. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária Zootecnia**, v.57, n.2, p.261-265, 2005.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.864- 869, 2005a.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.3, p.870-876, 2005b.

MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G. et al. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2333-2337, 2006.

MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; NAWAZ, H. et al. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. **Poultry Science**, 84:1716–1722, 2005.

MUSHTAQ, T.; MIRZA, M.A.; ATHAR, M. et al. Dietary sodium and chloride for twenty-nine to forty-two-day-old broiler chickens at constant electrolyte balance under subtropical summer conditions. **Journal of Applied Poultry Research**. 16:161-170, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Committee on Animal Nutrition. Nutrient requirements of poultry**. 9ª Ed. Washington: National Academy of Science - NAS, 155p., 1994.

OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.675-686, 2002.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.5, p.1174-1181, 2003a.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.5, p.1182-1189, 2003b.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em final de produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 2, p. 123-130. 2006.

RAQUEL, D.L. **Níveis de sódio e cloro para codornas italianas destinadas à produção de carne**. 68p. Dissertação (mestrado em zootecnia) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia/Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2ª Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 186 p., 2005.

RODRIGUES V.P.; COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C. et al. Exigência de cloro para codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade. In: ZOOTEC. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 2008.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical analysis system - SAS/STAT: User's guide.** Version 7.0. Cary, NC, 325p., 2000.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ª Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 165p., 2002.

SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; FILHO, J.J. et al. Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.33, n.5, p.1209-1219, 2004.

**CAPÍTULO II**  
**NÍVEIS DE CLORO PARA CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix*  
*japonica*) NA FASE DE PRODUÇÃO**

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de cloro sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas na fase de produção, 288 codornas com dezessete semanas de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Os níveis de cloro avaliados foram: 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32%. Os níveis de cloro não influenciaram significativamente o consumo de ração (g/ave/dia), o consumo de água (ml/ave/dia), a percentagem de postura (%), o peso do ovo (g), a massa de ovo (g/ave/dia), a conversão alimentar (g/g), a umidade das excretas, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), nitrogênio (CDN) e energia bruta (CDEB), os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), as Unidades Haugh, as percentagens de albúmen, gema e casca. Entretanto, a gravidade específica aumentou linearmente com o acréscimo de cloro na ração. Considerando os resultados, pode-se recomendar que as rações para codornas japonesas na fase de produção sejam formuladas com níveis de cloro de até 0,32%.

**Palavras-chave:** balanço eletrolítico, cloreto de amônia, minerais, produção, sal

## ABSTRACT

In order to evaluate the effects of chlorine levels on performance and egg quality of Japanese quails during the production phase, 288 quail with seventeen weeks of age were distributed in a completely randomized design with six treatments, eight replicates and six birds per experimental unit. Chlorine levels were: 0.07, 0.12, 0.17, 0.22, 0.27 and 0.32%. Chlorine levels did not significantly influence feed intake (g/bird/day), water consumption (ml/bird/day), the percentage of stance (%), egg weight (g), the mass of egg (g/bird/day), feed conversion (g/g), the moisture of excreta, the digestibility of dry matter (CDMS), nitrogen (CDN) and gross energy (GEDC), the metabolizable energy apparent (AME) and corrected apparent (AME), Haugh Units, the percentages of albumen, yolk and shell. However, the specific gravity increased linearly with the addition of chlorine in the feed. Considering the results, we can recommend diets for Japanese quails during the production phase are formulated with chlorine levels up to 0.32%.

**Key Words:** electrolyte balance, ammonium chloride, minerals, production, salt

## 1 INTRODUÇÃO

O cloro (Cl) é encontrado nas células, nos fluidos extracelulares do organismo, principalmente na forma de cloreto de sódio e cloreto de potássio, e no suco gástrico, como ácido clorídrico. Esse mineral é um nutriente de baixo custo e sua manipulação pouco influencia o custo da ração, porém, devido às suas importantes funções metabólicas, torna-se necessário supri-lo nos níveis e balanço adequados para ótimo crescimento (Rondón et al., 2000).

O cloro, juntamente com o sódio e o potássio, é importante não somente para o equilíbrio ácido-base, mas também por influenciar o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas, influenciando no desempenho das aves na fase inicial e, posteriormente, na fase de produção (Rodrigues et al., 2008).

No Brasil, durante muito tempo nas formulações de rações para codornas vem sendo utilizados dados de exigências nutricionais contidos em publicações internacionais como o National Research Council (NRC, 1994). Essa prática vem sendo considerada inadequada ao desenvolvimento da atividade, visto que as condições climáticas brasileira e o material genético atualmente utilizado são bem diferentes. Diante da situação nos últimos anos, os pesquisadores brasileiros têm buscado determinar as exigências para codornas nas diferentes fases de produção.

Para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura, têm sido preconizados níveis de 0,14% de Cl na ração (NRC, 1994). Em geral, os criadores de codornas formulam rações com níveis de 0,25 a 0,30% de sal comum, segundo tabela de composição de ingredientes de Rostagno et al., (2005), para dietas contendo 20% de proteína bruta e formuladas à base de milho e farelo de soja (Pizzolante et al., 2006). No entanto, são escassas as pesquisas que confirmam as recomendações de cloro nas rações para essas aves.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos para determinar o melhor nível de cloro para codornas japonesas na fase de produção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de 12 de março de 2009 á 25 de junho de 2009, com uma duração de 105 dias, divididos em cinco períodos de 21 dias.

Foram utilizadas 288 codornas japonesas com 119 dias de idade e peso médio de 169 gramas. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e oito repetições de seis aves por unidade experimental.

Os tratamentos consistiram em rações, formuladas para a fase de postura, contendo 0,07; 0,12; 0,17; 0,22; 0,27 e 0,32% de cloro. As rações (Tabela 5) foram compostas por milho e farelo de soja, formuladas para serem isonutrientes segundo as recomendações nutricionais em energia metabolizável, proteína bruta, aminoácidos, cálcio e fósforo constantes no NRC (1994), exceto, para o mineral em estudo. Os dados de composição de alimentos foram baseados segundo Rostagno et al., (2005) e nas análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Os níveis de sódio (Na) e potássio (K) nas rações foram mantidos constantes em todas as rações, sendo aportado o nível de Na de acordo com as recomendações do NRC (1994) e o de K com o uso do farelo de soja como principal fonte de proteína. Os diferentes níveis de cloro foram obtidos variando a inclusão de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de amônia (NH<sub>4</sub>Cl) e o bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) foi utilizado para manter os mesmos níveis de sódio nas rações.

O balanço eletrolítico (BE) das rações experimentais foi calculado segundo Mongin (1981) e o cálculo do BE foi realizado considerando-se os valores percentuais dos eletrólitos, por meio da seguinte fórmula:  $NM = \%Na^+ \times 10000/22,990^* + \%K^+ \times 10000/39,102^* - \%Cl^- \times 10000/35,453^*$  (\*Equivalente grama do Na, Cl e K, respectivamente).

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, no interior do galpão foram medidas com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 08:00 h e 16:00 h. Ao final de cada período experimental foram calculadas as médias das temperaturas máximas e mínimas e os valores de umidade relativa do ar.

**TABELA 5.** Composição percentual e nutricional calculada e balanço eletrolítico das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de cloro (%)					
	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32
Milho	56,83	56,90	57,00	56,97	56,81	56,65
Farelo de soja	33,22	33,20	33,19	33,20	33,23	33,25
Óleo de soja	2,28	2,25	2,22	2,23	2,28	2,34
Calcário	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54
Fosfato Bicálcico	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Puramix postura	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de amônia	0,00	0,00	0,00	0,03	0,11	0,19
Bicarbonato de Na	0,31	0,19	0,07	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,06	0,15	0,23	0,28	0,28	0,28
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lisina (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Metionina +cistina (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina (%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Treonina (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Triptofano (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cálcio (%)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloro (%)	0,07	0,12	0,17	0,22	0,27	0,32
Potássio (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
BE (mEq/Kg)	245,44	231,25	217,51	203,96	189,09	174,18

Composição por Kg do produto: ácido fólico - 400 mg; pantotenato de cálcio - 3.000 mg; antioxidante - 198 mg; biotina - 10 mg; cobre - 2.000 mg; colina - 126.000 mg; ferro - 20.000 mg; iodo - 200 mg; manganês - 18.000 mg; metionina - 217.800 mg; niacina - 7.000 mg; piridoxina - 800 mg; colina - 126.000 mg; riboflavina - 1.200 mg; selênio - 100 mg; tiamina - 800 mg; vit. A - 2.000.000 UI; vit. B12-1.000 mcg; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 10.000 mg; zinco - 14.000 mg; clorohidroxiquinolina - 6.000 mg.

Inicialmente, as aves foram pesadas, separadas de acordo com o peso médio e alojadas em gaiolas de postura (33 cm x 23 cm x 16 cm) com coletor de ovos de acordo com os tratamentos utilizados. Os parâmetros avaliados foram, consumo de ração (g/ave/dia), percentagem de postura (%/ave/dia), peso do ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão alimentar (g/g) e consumo de água (ml/ave/dia).

As rações foram pesadas e fornecidas em comedouros tipo calha, e após cada período experimental foram pesadas às sobras obtendo dessa forma, o consumo médio de ração.

Para determinar o consumo de água, as aves receberam água em bebedouros para pássaros adaptados com capacidade para 500 ml de água, diariamente às 08:00 h fazia-se a

medição da sobra de água utilizando uma proveta de precisão com capacidade de 1 L, através da diferença entre o oferecido e a sobra de água determinou-se o consumo médio de água.

O programa de luz utilizado nessa fase foi um programa contínuo de 16 horas de luz (natural e artificial), sendo a iluminação artificial feita com lâmpadas fluorescentes de 40 watts. A coleta de ovos foi feita diariamente às 8 horas em bandejas de papelão e encaminhadas para a sala de ovos, calculando assim a produção de ovos por repetição no final de cada período experimental.

O peso médio do ovo foi obtido através do cálculo do peso total dos ovos coletados dividido pelo número de ovos por repetição em cada período. A pesagem foi feita uma vez na semana em balança eletrônica “Marte” com precisão de 0,01 g.

Com os dados do peso médio do ovo foi calculada a massa do ovo multiplicando-se o número de ovos produzidos pelo peso médio do ovo para cada repetição e em cada período. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovo.

A análise de qualidade dos ovos foi realizada uma vez por semana durante todo o período experimental. Para isso os ovos oriundos das aves provenientes de cada repetição eram coletados, contados e pesados por repetição, sendo que três deles eram selecionados aleatoriamente, determinando inicialmente a gravidade específica (GE) dos ovos utilizando-se os procedimentos descritos por Freitas et al., (2004) onde foi montado sobre uma balança de precisão Marte (0,01 g) um sistema de pesagem dos ovos para obtenção do peso do ovo no ar e na água. Os valores do peso do ovo no ar e na água foram anotados para o cálculo da GE, através da equação  $GE = PO/(PA \times F)$ , onde: PO = peso do ovo no ar, PA = peso do ovo na água e F = fator de correção da temperatura.

Em seguida, os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro para determinação da altura do albúmen com o uso de um micrômetro de profundidade. Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo das UH por meio da equação  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

Após a determinação da altura do albúmen, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão “Marte” (0,01 g) e as cascas dos ovos foram lavadas e postas para secar por um período de 48 horas e posteriormente foram pesadas. As percentagens de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo e a percentagem de albúmen foi determinada por diferença: % albúmen = 100 – (% gema + % casca).

Para avaliar os efeitos dos níveis de cloro na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e umidade das excretas, aos 173 dias de idade das aves (25 semanas), iniciou-se a coleta total de excretas por quatro dias. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, no início da manhã e ao final da tarde e após cada coleta foram encaminhadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55C° por 72 horas. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca e assim como as rações experimentais, foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz, (2002).

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados a umidade das excretas (%), os coeficientes de digestibilidade da MS, N e EB e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das rações.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando - se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2000) e para que as exigências de cloro fossem estimadas, os dados foram submetidos à análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura ambiente mínima e máxima e umidade relativa no galpão durante o experimento foram  $25,7^{\circ}\text{C} \pm 1,31$  e  $28,5^{\circ}\text{C} \pm 1,56$  e  $87,7\%$ , respectivamente.

**TABELA 6.** Consumo de ração (CONS), consumo de água (COA), percentagem de postura (POST), peso do ovo (POVO), massa de ovo (MASSA) e conversão alimentar (CA) de codornas em postura alimentadas com rações contendo diferentes níveis de cloro

Níveis de cloro	CONS (g/ave/dia)	COA (ml/ave/dia)	POST (%)	POVO (g)	MASSA (g/ave/dia)	CA
0,07	21,90	49,05	86,85	10,34	8,99	2,45
0,12	21,88	48,45	88,67	10,03	8,88	2,48
0,17	22,06	50,28	90,45	10,22	9,25	2,39
0,22	21,83	48,60	90,45	10,24	9,26	2,36
0,27	21,95	47,15	92,44	10,21	9,44	2,32
0,32	22,00	50,90	90,89	10,16	9,23	2,40
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	4,71	11,19	6,35	2,44	6,44	5,44

NS - Não significativo ( $P < 0,05$ ); CV – coeficiente de variação

Conforme a análise dos dados apresentados na Tabela 6, o consumo de ração (g/ave/dia), o consumo de água (ml/ave/dia), a percentagem de postura (%), o peso do ovo (g), a massa de ovo (g/ave/dia) e a conversão alimentar (g/g) não variaram significativamente entre os níveis de cloro testados. Conforme os resultados, em rações para codornas em postura formuladas com milho e farelo de soja, contendo  $0,15\%$  de sódio e  $0,78\%$  de potássio é possível utilizar níveis de cloro entre  $0,07\%$  e  $0,32\%$  sem comprometimento do desempenho.

A ausência de efeitos significativos dos níveis de cloro sobre o consumo de ração, também foram obtidos por Ribeiro et al., (2007), estudando as exigências de sódio e cloro para codornas japonesas em postura (65 dias de idade), utilizando os níveis  $0,08$ ,  $0,18$ ,  $0,28$  e  $0,38\%$  de cloro na ração. Entretanto, estes pesquisadores observaram efeito quadrático dos níveis de cloro sobre a produção de ovos, o peso do ovo e a conversão alimentar por massa indicando melhora no desempenho com o aumento do cloro acima de  $0,08\%$  e piora em níveis acima de  $0,25\%$  e  $0,26\%$ , para a produção de ovos e conversão alimentar por massa de ovos, respectivamente.

Segundo Ribeiro et al., (2007), níveis dietéticos baixos ou elevados de cloro na ração podem levar, respectivamente, a alcalose e acidose metabólica, sendo esses efeitos os prováveis responsáveis pela queda de desempenho das codornas nos níveis extremos de cloro

nas rações, uma vez que, nessas condições ocorrerão alterações do equilíbrio ácido básico do organismo das aves. Entretanto, na presente pesquisa, o menor nível de cloro testado 0,07% está abaixo do utilizado pelos pesquisadores e não promoveu redução significativa no desempenho. Dessa forma, pode-se inferir que outros fatores contribuíram para a adaptação das aves as alterações do nível de cloro na ração.

Na literatura, pode-se verificar que os efeitos dos níveis de cloro sobre os parâmetros de desempenho de poedeiras comerciais, também, têm sido variáveis, sendo reportada ausência de efeitos significativos dos níveis de cloro sobre o consumo de ração, percentagem de postura e peso dos ovos (Hess e Britton, 1989) e efeito linear decrescente na conversão alimentar com o aumento dos níveis de cloro relatados por Murakami et al., (2001b) estudando as exigências de sódio e cloro para poedeiras. Faria et al., (2000) não observaram diferenças significativas no desempenho de poedeiras alimentadas com ração contendo 0,16% ou 0,22% de Cl e 0,16% de Na e 0,22% de K. Vale ressaltar que nessas pesquisas não foram relatados os mecanismos que estariam envolvidos nos efeitos do cloro sobre o desempenho das poedeiras.

Na avicultura, o efeito do cloro sobre a ingestão de água por codornas é pouco conhecido. Contudo, semelhante ao observado na presente pesquisa Borges et al., (1999) e Mushtaq et al., (2005 e 2007) não observaram efeito significativo dos níveis de cloro avaliados sobre a ingestão de água.

Conforme os resultados obtidos no ensaio de metabolismo (Tabela 7) a umidade das excretas, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações não foram influenciados significativamente pelos níveis de cloro avaliados.

Na literatura, pode-se observar que, normalmente, as variações na umidade das excretas das aves associadas a mudanças dos eletrólitos da ração se devem ao aumento da redução no consumo de água pelas aves na tentativa de manter a homeostase corporal. Dessa forma como as codornas não apresentaram variações na ingestão de água em razão das alterações do nível de cloro da ração a ausência de variações significativas na umidade das excretas era esperada.

**TABELA 7.** Efeito dos níveis nutricionais de cloro sobre a umidade das excretas, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações de codornas na fase de produção

<b>Níveis de cloro (%)</b>	<b>Umidade das excretas (%)</b>	<b>CDMS (%)</b>	<b>CDN (%)</b>	<b>CDEB (%)</b>	<b>EMA (Kcal/kg MS)</b>	<b>EMAn (Kcal/kg MS)</b>
0,07	82,03	70,81	55,46	76,74	3.319	3.162
0,12	82,96	71,85	51,27	77,29	3.341	3.177
0,17	83,05	72,12	51,78	78,65	3.412	3.242
0,22	79,01	74,44	57,10	79,99	3.517	3.316
0,27	81,67	72,22	51,35	78,58	3.409	3.265
0,32	82,81	71,78	57,26	77,83	3.360	3.148
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<b>CV (%)</b>	3,93	8,58	11,28	6,19	6,18	5,42

NS - não significativo ( $P < 0,05$ ); CV – coeficiente de variação

Estudando a exigência de cloro e sódio para poedeiras comerciais, Murakami et al. (2001b) também não verificaram influencia significativa do nível de cloro sobre a umidade das excretas das aves. Segundo Rondon et al., (2001) e Murakami et al., (2001a) quando o nível de cloro da ração está em proporção adequada ao nível de sódio, não há aumentos significativos na excreção renal e, conseqüentemente, não ocorre aumento na umidade das excretas. Por sua vez, Mushtaq et al., (2007) relataram que a umidade da cama tende a diminuir com o aumento dos níveis de cloro das rações.

Nesse contexto, os efeitos dos níveis de cloro da ração sobre a umidade das excretas das codornas observadas na presente pesquisa corroborou com as afirmativas de outros pesquisadores de que possivelmente a umidade das excretas das aves não está em função do nível isolado de cloro da ração e sim de um efeito acumulativo e interativo desse íon com outros íons, como o sódio e o potássio (Mushtaq et al., 2005). Também se pode afirmar que a variação do nível de cloro, na presente pesquisa, não foi suficiente para alterar a interação entre esses íons da ração de forma que ocorresse desequilíbrio osmótico nas codornas.

Em relação à metabolização dos nutrientes da ração os resultados demonstraram que os níveis de cloro testados (0,07 a 0,32%) não influenciaram significativamente a capacidade das codornas em aproveitar os nutrientes da ração de postura, formulada com milho e farelo de soja, contendo 0,15% de sódio e 0,78% de potássio.

Embora a participação do Cl na composição do ácido clorídrico, na ativação da amilase intestinal e no transporte ativo dos aminoácidos e da glicose (Andrighetto et al., 1990), remeteram a importância desse mineral na utilização dos nutrientes da ração pelas aves, na literatura, são escassas as informações sobre a interferência do cloro isolado no aproveitamento dos nutrientes da ração. Talvez a manutenção de relações favoráveis entre o cloro com os demais íons da ração seja o fato determinante no aproveitamento dos nutrientes e não a sua ação isolada. Entretanto, isso poderia ser melhor esclarecido com a realização de novas pesquisas.

No geral, os resultados obtidos no ensaio de metabolismo justificaram o desempenho semelhante entre as codornas submetidas aos diferentes níveis de cloro na ração, visto que o desempenho das aves depende da ingestão e do aproveitamento dos nutrientes da ração.

Para os resultados de proporção dos componentes e da qualidade dos ovos de codornas japonesas (Tabela 8) observou-se que a porcentagem de gema (%), de albúmen (%), e de casca (%), e as unidades Haugh não foram influenciadas significativamente pelos níveis de cloro da ração. Entretanto, houve aumento linear na gravidade específica ( $\hat{Y} = 1,074 + 0,015x$ ;  $R^2 = 0,21$ ) com o acréscimo de cloro na ração.

**TABELA 8.** Componentes de qualidade do ovo de codornas japonesas

Níveis de cloro	Gema (%)	Albúmen (%)	Casca (%)	Unidades Haugh	Gravidade específica
0,07	29,40	62,50	8,26	90,37	1,075
0,12	29,95	61,45	8,53	89,76	1,076
0,17	29,61	61,87	8,53	90,03	1,076
0,22	30,06	61,51	8,49	89,63	1,078
0,27	29,34	62,19	8,41	90,88	1,078
0,32	30,02	61,39	8,55	90,52	1,079
Regressão	NS	NS	NS	NS	L*
CV (%)	2,47	1,27	2,89	1,77	0,24

L - Efeito linear; \* significativo ( $P < 0,05$ ); NS - Não significativo; CV – coeficiente de variação

A gravidade específica dos ovos está relacionada á qualidade da casca e embora não tenha havido diferença significativa na proporção de casca dos ovos, esta aumentou conforme aumentou o cloro na ração, podendo este aumento ter influenciado na determinação da gravidade, principalmente, devido ao baixo coeficiente de variação para os dados.

Estudando as exigências de cloro para codornas Ribeiro et al., (2007) verificaram efeito quadrático dos níveis de cloro da ração sobre a gravidade específica dos ovos, que aumentou até o nível estimado de 0,21% de cloro, piorando em níveis acima deste. De acordo com os pesquisadores, a melhora na qualidade da casca associada ao cloro se deve a

acidificação do bolo alimentar, aumentando a solubilidade e absorção de minerais como o cálcio e o fósforo, que são fundamentais para a formação e a qualidade da casca dos ovos. Por sua vez, Keshavarz e Austic, (1990) verificaram que as manipulações da dieta de poedeiras que elevam sua carga ácida são prejudiciais a qualidade da casca dos ovos por aumentar a excreção de cálcio. Faria et al., (2000) observaram melhora na qualidade da casca com a redução de 0,22% para 0,16% de cloro na ração de poedeiras.

Os balanços eletrolíticos das dietas experimentais foram 245,44; 231,25; 217,51; 203,96; 189,09 e 174,18 mEq/kg. De acordo com os resultados de desempenho, qualidade do ovo e digestibilidade, o balanço eletrolítico da ração para codornas na fase de produção (17 a 32 semanas de idade) pode variar entre 245,44 a 174,18 mEq/kg sem prejuízo no desempenho.

#### **4 CONCLUSÃO**

Considerando os resultados, pode-se recomendar que as rações para codornas na fase de produção formuladas com milho e farelo de soja podem conter níveis de cloro de até 0,32% sem prejuízo para os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos.

## 5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel. v.1, 395p. 1990.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; MORAES, V.M.B. et al. Relação (Na+K-Cl) na dieta inicial de frangos de corte durante o verão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. **Anais...** Porto Alegre, RS. SBZ, 1999.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K. et al. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D3 e relação sódio:cloro sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.467-475, 2000.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; GONZALEZ, M.M. et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.509 – 512, 2004.

HESS, J.B.; BRITTON, W.M. The effect of dietary chloride or protein changes on eggshell pimpling and shell quality in late production leghorn hens. **Nutrition Reports International**, v.40, n.6, p.1107-15, 1989.

KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R.E. Effect of dietary minerals on acid-base balance and eggshell quality in chickens. **Jornal Nutrition**. 120:1360-9. 1990.

MONGIN, P. Electrolytes in nutrition: a review of basic principles and practical application in poultry and swine. In: IMC NUTRITION CONFERENCE, 3. Melbourne. **Proceedings...** Orlando: IMC. p.1-15, 1980.

MURAKAMI, A.E.; RONDÓN, E.O.O.; MARTINS, E.N. et al. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed cornsoybean diets. **Poultry Science**, v.80, p.289 - 294, 2001a.

MURAKAMI, A.E.; FAQUINELLO, P.; SAKAMOTO, M.I. et al. Exigência nutricional de sódio e cloro para poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** – Suplemento 3. Campinas: FACTA, v.3. p.52. 2001b.

MUSHTAQ, T.; MIRZA, M.A.; ATHAR, M. et al. Dietary sodium and chloride for twenty-nine to forty-two-day-old broiler chickens at constant electrolyte balance under subtropical summer conditions. **Journal of Applied Poultry Research**. v.16, p.161-170, 2007.

MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; NAWAZ, H. et al. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. **Poultry Science**, v.84, p.1716–1722, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Committee on Animal Nutrition. Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy of Science - NAS, 155 p. 1994

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em final de produção. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v.7, n.2, p.123-130, 2006.

RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; ARRUDA, A.M.V. et al. Níveis de sódio na ração de frangas de reposição de 12 a 18 semanas de idade. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.50-57, 2007.

RODRIGUES V.P.; COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C. et al. Exigência de cloro para codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade. In: ZOOTEC. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 2008.

RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. et al. Exigências nutricionais de sódio e cloro e estimativa do melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1162-1166, 2000.

RONDÓN, E.O.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. et al. Sodium and chloride requirements of young broiler chickens fed corn-soybean diets (one to twenty-one days of age). **Poultry Science**, v.80, p.592-598, 2001.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV 186 p. , 2005.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System - SAS/STAT: User's guide**. Version 7.0. Cary, NC, 325p., 2000.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 165p., 2002.