

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**BALANÇO ELETROLÍTICO PARA CODORNAS JAPONESAS (*COTURNIX
COTURNIX JAPONICA*) NA FASE DE PRODUÇÃO**

MARCELO TADEU THOMAZ DE MORAES

CURITIBA
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**BALANÇO ELETROLÍTICO PARA CODORNAS JAPONESAS (*COTURNIX
COTURNIX JAPONICA*) NA FASE DE PRODUÇÃO**

MARCELO TADEU THOMAZ DE MORAES

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Mestre em Nutrição e Alimentação Animal, Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

Co-orientadores: Prof. Dr. Edson Gonçalves de Oliveira e Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges.

CURITIBA
2010

M827 Moraes, Marcelo Tadeu Thomaz de.

Balanço eletrolítico para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção / Marcelo Tadeu Thomaz de Moraes.
– Curitiba, 2010.

51 f. : il.

Orientador: Alex Maiorka

Co-orientadores: Edson Gonçalves de Oliveira

Sebastião Aparecido Borges

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2010.

1. Codorna japonesa -- Criação. 2. Codorna japonesa – Ovos.
I. Maiorka, Alex. II. Oliveira, Edson Gonçalves de. III. Borges, Sebastião Aparecido. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. V. Título

CDU 639.124

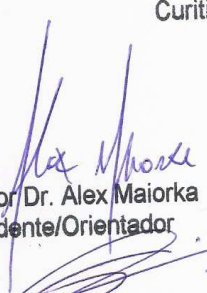
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada "**BALANÇO ELETROLÍTICO PARA CODORNAS JAPONESAS** (*Coturnix coturnix japonica*) **NA FASE DE PRODUÇÃO**" apresentado pelo Mestrando Marcelo Tadeu Thomaz de Moraes, declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou o candidato APTO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 11 de fevereiro de 2010


Professor Dr. Alex Maiorka
Presidente/Orientador


Professor Dr. Sebastião Aparecido Borges
Membro


Dr. Paulo Sérgio Rosa
Membro

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Celso e Cristina, pelos ensinamentos ao longo de minha vida.

Aos meus tios Eloísa e Marçal, pelo incentivo e apoio durante meus estudos.

Aos meus irmãos Rodrigo e Rafael, pela amizade e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS pelo dom da vida.

Ao professor Dr. Alex Maiorka pela oportunidade, orientação e companheirismo, e que sempre nos momentos de dificuldade me incentivou.

Ao professor Dr. Edson Gonçalves de Oliveira, pela amizade e conselhos ao longo da minha vida acadêmica.

Ao professor Dr. Sebastião Aparecido Borges pela colaboração, ensinamentos e auxílio na execução dos experimentos.

Aos funcionários da Fazenda Experimental do Cangüiri da Universidade Federal do Paraná, pelo auxílio na condução dos experimentos, em especial à Divina que como o próprio nome diz sempre foi um anjo nos momentos de adversidades.

Aos amigos e companheiros de mestrado, Ananda Félix, André Fávero, Aline Paim, Chayane da Rocha, Diego Surek, Fábio Valle, Franciely da Costa, Matias Appelt, Régis Meurer e Samuel dos Santos

Aos amigos da graduação André Mayer, Ayrton Pacheco, Fábio Martins, Ivânio Bueno, Lucas Barrilli, Paula Leal, Rodolfo Buratto, Ronan Omar, Sthéfanie e Vinícius Schramm.

À minha namorada Raquel Dias pelo incentivo e paciência.

Aos meus irmãos adotivos Andréa Jocelene, Maria Amélia e Ricardo pela amizade e apoio durante essa jornada, assim como seus respectivos esposos (a) Daniel, Tata, Daninho e Mariana.

Aos primos-sobrinhos Bruno, Gabriela, Giancarlo, Luis Felipe e Pedro, pelo carinho e momentos de descontração.

À minha querida avó Joana Thomaz pelo amor concedido ao longo de minha vida.

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de realizar a Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Ao REUNI, Vicami Codornas e a Química Geral do Nordeste pelo auxílio nas pesquisas.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABELAS	2
LISTA DE ABREVIATURAS.....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - BALANÇO ELETROLÍTICO E SUA INTERRELAÇÃO COM O EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM CODORNAS DE POSTURA (<i>Coturnix coturnix japônica</i>) SUBMETIDAS A ESTRESSE CALÓRICO.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. FISIOLOGIA DO ESTRESSE CALÓRICO.....	7
3. ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS SANGÜÍNEOS	10
4. ALTERAÇÕES NA FORMAÇÃO DO OVO:.....	11
4.2 A casca	13
4.3 Equilíbrio ácido base e o metabolismo de cálcio	14
5. ELETRÓLITOS	15
6. MEDIDAS DE CONTROLE DO ESTRESSE CALÓRICO.....	17
6.2 Utilização de Sais	18
6.3 Balanço Eletrolítico (relação (Na+K)-Cl)	19
7. REFERENCIAS.....	21
CAPÍTULO II - EFEITO DE DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS (<i>Coturnix coturnix japonica</i>) DURANTE O INVERNO.....	26
RESUMO	26
ABSTRACT.....	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.1 Animais e Local do Experimento	30
2.2 Dieta e Temperaturas	31

2.3 Avaliações	32
2.4 Análise Estatística.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4. CONCLUSÕES	36
5. REFERENCIAS.....	37

**CAPÍTULO III - EFEITO DE DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS SOBRE
O DESEMPENHO E A QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS
(*Coturnix coturnix japonica*) DURANTE O VERÃO39**

RESUMO	39
ABSTRACT.....	40
1. INTRODUÇÃO.....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.1 Animais e Local do Experimento	43
2.2 Dietas e Temperaturas	44
2.3 Parâmetros Avaliados.....	45
2.4 Análise Estatística.....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4. CONCLUSÕES	49
5. REFERÊNCIAS.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resposta da ave ao estresse calórico.....	9
Figura 2. Oviduto de poedeira.....	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das Rações Experimentais:.....	31
Tabela 2. Valores de Umidade Relativa e Temperaturas Mínimas, Máximas e Médias do Período Experimental.	32
Tabela 3. Produção de ovos (PRO), consumo de ração (CR), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.....	34
Tabela 4. Peso de ovos (PO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema (CG) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.....	35
Tabela 5. Composição das Rações Experimentais:.....	44
Tabela 6. Umidade Relativa e Temperaturas Mínimas, Máximas e Médias de cada Ciclo	45
Tabela 7. Produção de ovos (PRO), consumo diário de ração (CDR), massa de ovos	47
Tabela 8. Peso de ovos (PO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema (CG) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

ACTH	Paratormônio
BE	Balanco eletrolítico
Ca	Cálcio
Ca ²⁺	Cálcio livre ionizado
CA	Conversão alimentar
CG	Coloração de gema
Cl	Cloro
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de carbono
CV%	Coeficiente de variação em porcentagem
CR	Consumo de ração
DHC	1,25- dihidroxicolecalciferol
EC	Espessura de casca
g	Gramas
GE	Gravidade especifica
H ₂ CO ₃	Ácido carbônico
H ₂ O	Água
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato
H/L	Relação Heterófilos: linfócitos
K	Potássio
Kcal	Quilocalorias
kg	Quilogramas
Kcal/kg	Quilocalorias por quilograma
KHCO ₃	Carbonato de potássio
mEq	Miliequivalente
mEq/kg	Miliequivalente por quilo grama
mm	Milímetros
MO	Massa de ovos
MS	matéria seca
Na	Sódio
NaCl	Sal comum
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
NH ₄ Cl	Cloreto de amônia
PB	proteína bruta
P	Probabilidade
PA	Peso de albúmen
PC	Peso de casca
PG	Peso de gema
PO	Peso de Ovos
PRO	Produção de Ovos
pCO ₂	Pressão parcial de CO ₂
pH	Potencial hidrogeniônico
PHT	Hormônio corticotrófico
TGI	Trato gastrintestinal
°C	Graus centígrados
%	Porcentagem
μL	Microlitro

BALANÇO ELETROLÍTICO PARA CODORNAS DE POSTURA (*COTURNIX* *COTURNIX* JAPONICA) DURANTE O INVERNO E VERÃO

Autor: Marcelo Tadeu Thomaz de Moraes

Orientador: Alex Maiorka

Resumo - A coturnicultura tem despertado interesse por suas vantagens zootécnicas, principalmente por sua precocidade e alta produtividade, entretanto esse desempenho pode ser prejudicado quando as aves são expostas a locais suscetíveis a estresses provocados por calor e/ou frio. Pois causam desequilíbrios acarretando perdas na produção de ovos, pois as aves tendem a produzir ovos menores e de casca mais fina. Para minimizar estes efeitos é realizada a manipulação química do equilíbrio ácido-base, relação $(Na+K)/Cl$ por meio da adição de sais na ração, podendo exercer um impacto positivo sobre o desempenho animal, pois estes minerais estão envolvidos em diversos processos fisiológicos, como a manutenção da pressão osmótica, o equilíbrio eletrolítico e balanço ácido-base. Tendo em vista o potencial efeito benéfico do balanço eletrolítico sobre o equilíbrio ácido-base de codornas japonesas, foram conduzidos dois experimentos. No primeiro experimento avaliou-se cinco diferentes balanços eletrolíticos sobre o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) durante o inverno. Foram utilizadas 600 aves, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, composto por 5 tratamentos (balanços eletrolíticos), com 8 repetições de 15 codornas por unidade experimental. Os balanços eletrolíticos calculados foram de 140, 196, 241, 286 e 320 mEq/kg. O balanço eletrolítico interferiu no desempenho e na qualidade de ovos de codornas japonesas em fase de postura, quando criadas durante o inverno, sendo que 196 à 286 mEq/kg de ração, foi o suficiente para proporcionar bom desempenho e qualidade de ovos. No segundo experimento, foram utilizados o mesmo número de aves, tratamentos e repetições do primeiro, a diferença que este foi realizado durante o verão. Como no primeiro experimento o balanço eletrolítico também interferiu no desempenho e na qualidade de ovos de codornas japonesas, submetidas a um estresse calórico, sendo que 320 mEq/kg proporcionou o melhor desempenho zootécnico e 241 mEq/kg a melhor qualidade de ovos. Com os resultados destes experimentos nota-se que o balanço eletrolítico interfere de forma benéfica o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas durante a fase de produção, quando submetidas a baixas e altas temperaturas.

Palavras-chave: Ácido-base, Coturnicultura, Desempenho, Estresse calórico e Qualidade de ovos

BALANCE FOR ELECTROLYTIC LAYING QUAILS (*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*) DURING THE WINTER AND SUMMER

Author: Marcelo Tadeu Thomaz de Moraes

Advisor: Alex Maiorka

Abstract - The quail production has attracted attention for its advantages, mainly because of its earliness and high yield, however this performance can suffer when the birds are exposed to local susceptible to stress caused by heat and / or cold. For cause imbalances resulting in losses in egg production, because the birds tend to produce smaller eggs and thinner shell. To minimize these effects is carried out chemical manipulation of acid-base balance, $(Na + K) / Cl$ by the addition of salt in the diet, may have a positive impact on animal performance, because these minerals are involved in several lawsuits physiological, such as the maintenance of osmotic pressure, electrolyte balance and acid-base balance. Given the potential beneficial effect of electrolyte balance on the acid-base balance of japanese quail, two experiments were conducted. In the first experiment, five different electrolyte balance on the performance and egg quality of japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during the winter. 600 birds were used, distributed in a completely randomized design, consisting of 5 treatments (electrolyte balance), with 8 replicates of 15 quails per experimental unit. The electrolyte balance was calculated were 140, 196, 241, 286 and 320 mEq / kg. The electrolyte balance affect the performance and egg quality of japanese quails in the laying stage, when reared during the winter, and 196 to 286 mEq / kg diet was enough to provide good performance and egg quality. In the second experiment, we used the same number of birds, treatments and replicates the first, the difference that this was done during the summer. As in the first experiment, the electrolyte balance also affect the performance and egg quality of Japanese quails submitted to a heat stress, and 320 mEq / kg showed the best growth performance and 241 mEq / kg the best quality eggs. The results of these experiments it is observed that the electrolyte balance in ways that interfere with the performance and egg quality of Japanese quails during the production phase, when subjected to high and low temperatures.

Key words: Acid-base, Heat stress, Performance, Quail production and Quality of eggs

CAPÍTULO I

BALANÇO ELETROLÍTICO E SUA INTERRELAÇÃO COM O EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE EM CODORNAS DE POSTURA (*Coturnix coturnix japonica*) SUBMETIDAS A ESTRESSE CALÓRICO

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se destacando, nos últimos tempos, como promissora criação de aves adaptadas às condições de exploração doméstica. Esta preferência é decorrente do crescente aumento do consumo de ovos e por ter um baixo investimento inicial. A produção de ovos aumenta a cada ano e, conseqüentemente a busca para seu aprimoramento e novas tecnologias. A nutrição desenvolve um papel fundamental para a qualidade do produto final, o ovo (CRUZ *et al.*, 2009).

A qualidade da casca do ovo, que ainda é um problema econômico grave que afeta produtores de ovos, seus custos de produção e acaba, indiretamente, atingindo o consumidor. Como a baixa qualidade da casca é responsável por grandes perdas de ovos, muitos nutricionistas vêm buscando diminuir essas perdas mediante a manipulação dos nutrientes das dietas das poedeiras comerciais (JUDICE *et al.*, 2002).

Um país com o clima do Brasil possui limitações em relação à criação dessas aves, pois elas são muito susceptíveis a modificações de temperatura, ocasionando queda na produção. Diversos trabalhos têm demonstrado que o consumo de ração pelas aves, a reprodução e a produção de ovos estão intimamente relacionados com condições térmicas do ambiente. Esses trabalhos demonstram que a ingestão de alimentos diminui à medida que a temperatura ambiente se eleva a partir de 21°C (TINÔCO e GATES, 2005). A adição de eletrólitos na dieta tem sido recomendada como forma de minimizar os efeitos deletérios do estresse pelo calor (BORGES, 1997).

Alguns minerais vêm ganhando maior importância, por atuarem como protetores e/ou amenizadores do estresse oxidativo, sofrido pelo animal,

quando expostos a altas temperaturas. A determinação dos níveis ideais de sódio, cloro e potássio, para cada ciclo de produção da ave é de grande importância devido a participação no balanço cátio-iônico. Nos estudos nutricionais, poucos destacam os minerais, constituintes indispensáveis na vida das aves, por participar na formação do esqueleto e na composição da casca dos ovos (PEREIRA *et al.*,2004). MONGIN (1968) foi um dos primeiros a discutir a importância do balanço cátio-aniônico da dieta, na formação a casca do ovo. O balanço desses minerais age diretamente no equilíbrio ácido-base das aves e estão envolvidos em diversos processos fisiológicos, como na manutenção da pressão osmótica, dentro de valores médios, podendo influenciar no desempenho, no metabolismo do Ca e na utilização do fósforo.

Desta forma, torna-se necessário o entendimento de possíveis alterações fisiológicas que possam ocorrer nas aves, em função das condições de estresse térmico que estas podem estar submetidas. A presente revisão tem por objetivo verificar as interferências nas respostas fisiológicas e desempenho zootécnico ocasionadas pelo balanço eletrolítico das rações para aves domésticas.

2. FISILOGIA DO ESTRESSE CALÓRICO

Fisiologicamente, o estresse pode ser definido como qualquer perturbação do equilíbrio homeostático do animal. Por outro lado, do ponto de vista empresarial, o estresse significa alterações que provocam baixo rendimento no desempenho da ave.

As aves são animais homeotérmicos e possuem um centro termorregulador no sistema nervoso central, o hipotálamo, que é um órgão que funciona como termostato fisiológico, controlando a produção e dissipação de calor através de diversos mecanismos, como o fluxo sanguíneo na pele, mudança na frequência cardíaca e respiratória e modificação na taxa metabólica (MORO, 1995). O aparelho termorregulador das aves é pouco desenvolvido, tornando-as sensíveis ao frio quando jovens e ao calor quando adultas.

Conforto térmico (zona de conforto) pode ser definido como sendo uma faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a

homeotermia é mantida com menos gasto energético. Dentro da zona de conforto térmico, o animal mantém uma variação normal de temperatura corporal e de frequência respiratória, o apetite é normal e a produção é ótima (BACCARI *et al.*, 1997). As codornas são extremamente exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas. Na fase de postura a faixa ideal de temperatura situa-se entre 18 a 22°C.

As respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (BORGES *et al.*, 2003). Quando o ambiente térmico encontra-se acima da zona termoneutra, a atividade física é reduzida, diminuindo a produção interna de calor das aves. O sangue migra para a superfície corporal principalmente nas cristas e barbelas. A vasodilatação que ocorre, faz com que as cristas e barbelas aumentam de tamanho. Desta forma, o calor metabólico migra à superfície do corpo podendo ser liberado ao ambiente pelos processos de condução, convecção e radiação. As aves procuram por locais mais frescos no aviário, no intuito de aumentar as perdas de calor por condução, já que suas pernas e pés, possuem um sistema vascular bem desenvolvido responsáveis pela perda de calor sensível para o ambiente, o que é facilitado pela ausência de penas (MOURA, 2001).

Devido à ausência de glândulas sudoríparas, a perda de calor ocorre basicamente por meio da respiração ofegante, processo que provoca intensa perda de dióxido de carbono (CO_2) assim, a pressão parcial de CO_2 ($p\text{CO}_2$) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e dos íons (H^+). De início, não há alteração na concentração de HCO_3^- no plasma com a que de $p\text{CO}_2$, mas reações tamponantes como tampões não-bicarbonato ocorrem imediatamente. Os rins reduzem a excreção de H^+ pelos túbulos renais e a excreção de bicarbonato filtrado aumenta, permitindo, assim, maior perda de HCO_3^- na urina. Com a excreção progressiva de HCO_3^- a concentração no plasma tende a cair, chegando a níveis subnormais. Como

resultado, a proporção $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ aproxima-se de valores normais (compensação renal), ajustando o pH sanguíneo. Esta alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (FURLAN *et al.*, 2005). A resposta da ave ao estresse calórico pode ser observada na Figura 1.

Tais alterações provocadas exercem impacto negativo sobre o desempenho do animal, afetando a eficiência alimentar, o consumo de alimento, a taxa de crescimento e a produtividade (JUNQUEIRA *et al.*, 2000). Em ambientes frios quando a temperatura ambiental está abaixo da crítica inferior, as aves, para manter o calor, ativam através do centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central, certos processos fisiológicos, como a vasoconstrição periférica, aumentando a pressão sanguínea e acelerando os movimentos cardíacos e fazer com que a transferência do calor oriundo do núcleo corporal para a periferia seja mais rápida, através de um deslocamento do retorno venoso sanguíneo da superfície para os canais profundos que aumenta a eficiência do sistema de troca calórica por contracorrente (SWENSON e REECE, 1993).

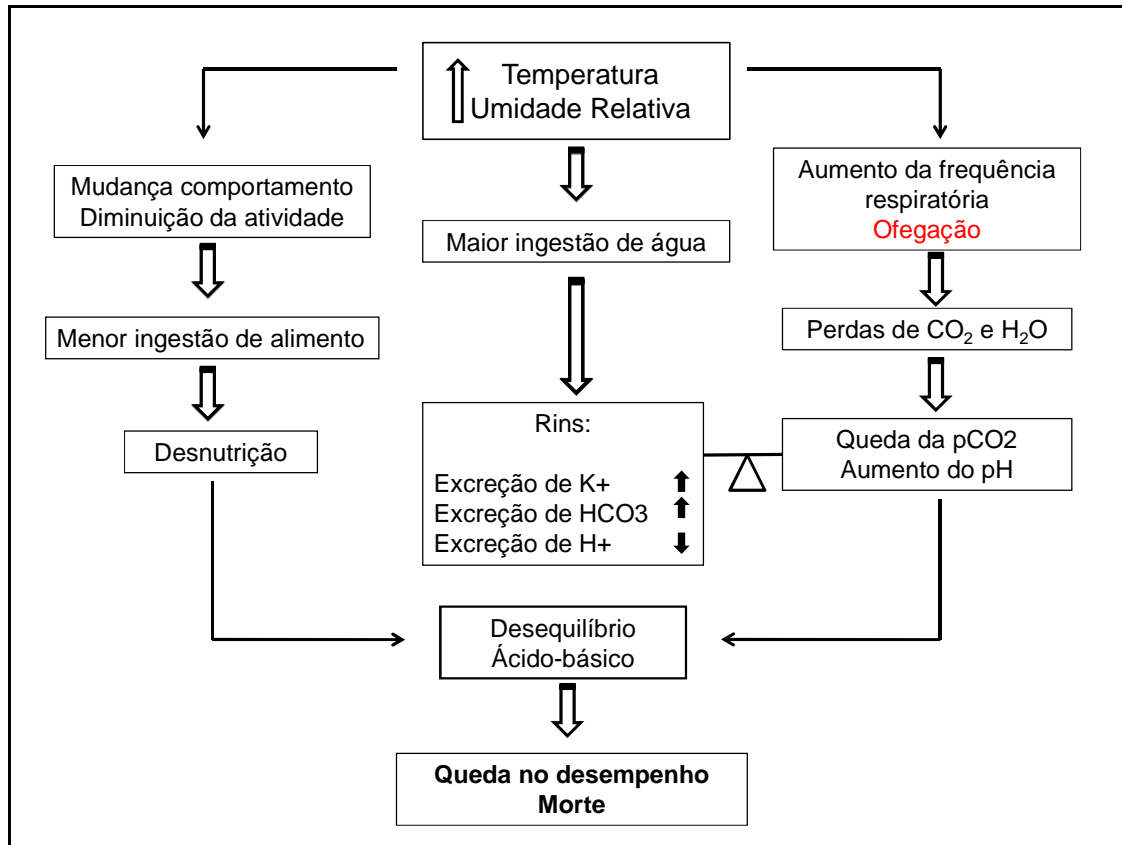


Figura 1. Resposta da ave ao estresse calórico. Adaptado BORGES *et al.*, 2003.

Segundo MEDEIROS (2001) com a presença da ventilação, a situação ambiental fica cada vez mais prejudicada, uma vez que ocorre a aceleração na redução do calor corporal, o que leva a uma sensação de frio cada vez mais intensa. Com a diminuição da umidade relativa, as trocas de calor entre o animal e o ambiente por via latente são aumentadas e, em condições de frio, o animal apresenta desenvolvimento mais rápido para o empenamento aumentando ainda mais o isolamento térmico e bloqueando a transferência de calor.

Neste contexto, a primeira reação da ave é aumentar o consumo de ração e desviar a energia oriunda da alimentação para a produção de mais calor, para aquecimento do corpo. Conseqüentemente, a produção de ovos é reduzida e a eficiência alimentar diminui. Em seguida, elas ficam trêmulas e amontoam-se, aumentam a freqüência respiratória de 45 para 47 respirações/min⁻¹ (MEDEIROS, *et al.*, 2005).

3. ALTERAÇÕES NOS PARÂMETROS SANGÜÍNEOS

O sistema sangüíneo é particularmente sensível às mudanças de temperatura e se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores (BORGES, 2001). Em condições de estresse, as aves podem responder com alterações fisiológicas caracterizadas por elevada taxa cardíaca, aumento na liberação de corticosterona e de catecolaminas, anormalidades da adrenal e imunossupressão (NORDI *et al.*, 2007). As células brancas de defesa existentes no sangue das aves são os granulócitos (heterófilos, eosinófilos e basófilos) e os agranulócitos ou células mononucleares (linfócitos e monócitos).

As variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar (UR) interferem no desempenho produtivo e bem estar das aves. ONBASILAR e AKSOY (2005) destacaram que o estresse provocado, por desconforto térmico, por exemplo, pode gerar aumento nos níveis de corticosterona circulante, suprimir a imunidade humoral e alterar os valores de leucócitos circulantes em aves, com concomitantes alterações na resistência a doenças e decréscimo no crescimento e produção de ovos pelas mesmas.

Os leucócitos servem como um indicador de estresse, sendo que o número de leucócitos no sangue aumenta após o estresse térmico (FURLAN, 1992). Em frangos esse número varia entre 2000 até 3000 células/ μ L. A contagem diferencial de células no sangue tem mostrado que do total de leucócitos ao redor de 60% a 65% são linfócitos, 25 a 30% são heterófilos, 2% são eosinófilos, 1,7% são basófilos e 10% são monócitos.

Os achados de contagem diferencial mostram que a proporção normal de heterófilos: linfócitos (H/L) está ao redor de 1:2. Entretanto, quando os frangos são submetidos a condições de estresse essa relação aumenta, tendo em vista que situações estressoras aumentam a quantidade de heterófilos na circulação. As situações de estresse, nas quais ocorrem a liberação de hormônio corticotrófico (ACTH), também determinam a redução da quantidade de linfócitos circulantes, colaborando para um aumento da relação heterófilo:linfócito (MACARI e LUQUETTI, 2002). Outra resposta é o aumento da concentração de glicose em resposta direta à maior secreção de adrenalina, noradrenalina e glicocorticoides (BORGES, 2001). Embora a relação heterófilo:linfócito seja um indicador mais confiável de estresse em aves do que os níveis plasmáticos de corticosterona, a heteropenia e basofilia podem ocorrer durante o estresse severo e, portanto, de acordo com MAXWELL (1993) a proporção H/L não pode ser sempre aceita como um método confiável de estresse em aves.

4. ALTERAÇÕES NA FORMAÇÃO DO OVO:

O ovo da codorna é o produto final de uma série complexa de processos, sendo ele um dos alimentos mais completos, uma vez que possui elevado teor de proteína, além de lipídeos, minerais e vitaminas.

4.1 Sistema Reprodutivo da Fêmea

O aparelho reprodutor da fêmea é composto por um ovário e um oviduto, localizados no lado esquerdo da cavidade abdominal da ave. No processo de formação do ovo, o óvulo (gema) é formado no ovário e os demais componentes são formados no oviduto. O oviduto é um tubo muscular longo

(±72cm) constituído por quatro partes distintas e com funções bem definidas (Figura2).

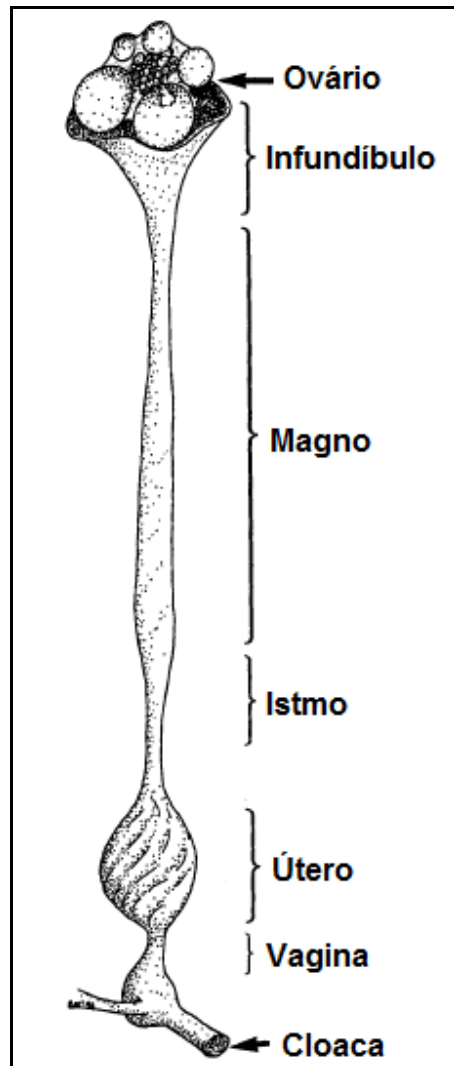


Figura 2. Oviduto de poedeira. Adaptado ROBERTS, 2004

Imediatamente após a ovulação, o óvulo é captado pelo infundíbulo, onde permanece em desenvolvimento durante aproximadamente 18 minutos, a porção mais estreita, glandular do infundíbulo é conhecida como “região calazífera” e as secreções dessa região formam uma camada perivitalina mais externa, contribuindo para a formação da calaza (FROMAN *et al.*, 2004). Seguindo para o magno, onde permanece cerca de 3 horas para a formação do albúmen, este contém mais de 40 proteínas. A camada de proteínas fornece proteção mecânica e bacterianas para a gema, bem como a criação de um modelo para a formação posterior das membranas da casca.

Em seguida o ovo em desenvolvimento progride até o istmo, recebendo as membranas da casca, água e sais minerais, em um período de uma hora e meia. Nesta região os cristais de carbonato de cálcio começam a ser depositados sobre a membrana externa da casca. A deposição desses cristais ocorre em regiões específicas da membrana externa da casca, chamada de núcleos mamilares (RUTZ *et al.*, 2005).

O maior tempo durante a formação do ovo é gasto na glândula da casca (útero), sendo nesta região que se formará a casca. Nesta fase o carbonato de cálcio é depositado sobre a membrana da casca, processo que dura cerca de 20 horas (FROMAN *et al.*, 2004). Finalmente, o ovo é expelido através da vagina e cloaca.

4.2 A casca

A casca representa de 9% a 10% do peso do ovo fresco. É constituída por 90% de minerais dos quais 98% é cálcio em forma de carbonato de cálcio. Fósforo e magnésio estão presentes em pequenas quantidades e também se encontram traços de sódio, potássio, zinco, manganês, ferro e cobre (BAIÃO e LÚCIO, 2005).

A matriz orgânica da casca do ovo é constituído pela membrana externa da casca, que é formada de proteínas e mucopolissarídeos. Sobre essa base orgânica formam-se os núcleos de calcificação, constituindo a camada mamilar. Sobre essa camada, mais carbonato de cálcio é depositado, formando a camada esponjosa, que é mais espessa e a principal responsável pela resistência da casca. A última camada da casca é a cutícula, que é composta por matéria orgânica que cobre a superfície do ovo. A cutícula sela parcialmente os poros da casca, evitando a perda de umidade e reduzindo a contaminação (BELL e FREEMAN, 1971).

Para a formação da casca do ovo há necessidade de um suprimento adequado de íons cálcio ao útero e a presença de íons carbonato em seu fluído, em quantidade suficiente para formar o carbonato de cálcio. O suprimento de cálcio vem do alimento e o íon carbonato em é originado do CO₂ produzido pelo metabolismo da ave. A formação do íon carbonato a partir de CO₂ e H₂O é medida pela enzima anidrase carbônica encontrada na mucosa do útero (BAIÃO e LÚCIO, 2005).

As altas temperaturas podem resultar em ovos menores e de qualidade da casca reduzida, devido a problemas nos processos fisiológicos que ocorrem na ave (USAYRAN *et al.*, 2001). O estresse calórico reduz o consumo de ração e os limites da disponibilidade de cálcio no sangue para a formação da casca de ovo. Ele também pode reduzir a atividade da anidrase carbônica, uma enzima que participa na formação de bicarbonato que contribui para o carbonato a casca de ovo (BALNAVE *et al.*, 1989).

4.3 Equilíbrio ácido base e o metabolismo de cálcio

O cálcio para a formação da casca provém na sua maioria da dieta. Esse mineral é transportado pelo sangue sob duas formas: cálcio iônico e cálcio ligado à vitelogenina. As duas formas de cálcio plasmático, livre e ligado à vitelogenina, estão em equilíbrio dinâmico de tal forma que qualquer redução na concentração de cálcio livre, durante a passagem do sangue para o útero, determina uma imediata transformação do cálcio ligado à vitelogenina em cálcio livre. O cálcio ionizado é utilizado na formação do ovo, armazenado nos ossos ou excretado (BAIÃO e LÚCIO, 2005).

O nível plasmático de cálcio, que representa cerca de 1% do total de Ca^{2+} do organismo, é regulado pelo efeito integrado dos hormônios: paratormônio (PTH), calcitonina, estrógeno e 1,25- dihidroxicolecalciferol (DHC). Quase metade do cálcio plasmático está na forma de cálcio livre ionizado (Ca^{2+}) fisiologicamente ativo nos tecidos alvo; cerca de 15% está associado a ânions de baixo peso molecular (citratos, fosfatos) e os 40% restantes estão na forma não ionizada, reversivelmente ligados a proteínas plasmáticas, principalmente albumina (EATON e POOLER, 2006).

A homeostase do cálcio no organismo é eficientemente atingida através da ação combinada de três órgãos-sistema: trato gastrointestinal (TGI), rins e ossos (HOENDEROP *et al.*, 2005). O TGI é a via primordial de absorção do cálcio dietético, os rins são os órgãos base da regulação plasmática de Ca^{2+} e o osso, o principal reservatório dinâmico de cálcio do organismo.

A maior porcentagem de cálcio é absorvida no duodeno e jejuno das aves. As poedeiras absorvem ativamente o Ca da dieta para a formação da casca ao longo de todo o trato gastrointestinal, com máxima expressão da proteína ligadora de cálcio no duodeno (SUGIYAMA *et al.*, 2007) e, para a

calcificação da casca, ocorre também a reabsorção de Ca ósseo e simultânea regulação da excreção renal, diminuindo o Ca excretado e aumentando a excreção de P (WIDEMAN, *et al.*, 1998).

A absorção do Ca^{2+} em aves de postura está relacionada com o estado fisiológico do animal. Poedeiras afetadas por alterações no equilíbrio ácido-básico, devido à exposição destas aves à altas temperaturas, pode levá-las a produzir ovos com casca mais fina, pois altera o metabolismo do cálcio durante o processo de formação da casca. Isso ocorre, porque a alcalose afeta a concentração de cálcio que aparece no sangue, principalmente no cálcio na forma livre ou ionizado. A câmara calcígena das aves remove cálcio ionizado (cálcio difusível) do sangue para formar a casca, e esse pode ser rapidamente repostado pela dissociação do cálcio ligado a proteína (cálcio não difusível). Porém, durante o estresse calórico, há um aumento no pH devido a perda de CO_2 , sendo esse aumento no pH acompanhado por uma diminuição no nível sanguíneo de cálcio difusível. Dessa forma, uma diminuição do pH resultará em um aumento no nível de cálcio difusível, devido à liberação de íons cálcio ligados às proteínas, e a elevação no pH terá um efeito oposto (FURLAN *et al.*, 2005).

No estudo de HURWITZ *et al.* (1973) a absorção ileal de Ca^{2+} em poedeiras jovens foi de 76,8% durante a formação da casca e 28,8% no período sem formação da casca. Em poedeiras mais velhas, dos 83,6% de Ca absorvidos até o final do íleo, durante a formação da casca, cerca de 25,0% foi absorvido no duodeno, 51,7% no jejuno e apenas 6,9% no íleo (HURWITZ e BAR, 1972).

5. ELETRÓLITOS

Eletrólito pode ser definido como uma substância química, que se dissocia nos seus constituintes iônicos, tendo como função fisiológica principal a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. Os íons essenciais à manutenção do equilíbrio ácido-base são: Na, K e Cl. Além das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação, para satisfazer suas necessidades nutricionais, é fundamental que a proporção entre eles seja obedecida para manter a homeostase ácido-base e obter o máximo

desempenho das aves (BORGES, 2001). Entretanto, a disponibilidade dos eletrólitos pode ser influenciada pela regulação homeostática intestinal e renal, como resultado da maior absorção de íons monovalentes (TEETER, 1997).

Apesar da importância de balancear adequadamente os eletrólitos da dieta, os mesmos têm recebido pouca atenção dos nutricionistas. Há várias explicações para esta falta de interesse, como o 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.

O K^+ é o principal cátion do fluido intracelular, enquanto que o Na^+ e o Cl^- são os principais íons do fluido extracelular. A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons intra e extra celular. Em condições ótimas, os conteúdos de água e eletrólitos são mantidos dentro de limites estreitos. Mas a perda de eletrólitos (Na^+ ou K^+), sem alteração no conteúdo de água do corpo, reduz a osmolalidade destes fluidos (BORGES, *et al.*, 2003).

O sódio e o cloro são fornecidos na dieta das aves com a finalidade de manter a composição iônica dos fluidos corporais, além da relação desses elementos com o balanço ácido-base do animal (COHEN *et al.*, 1972). Segundo o NRC (1994), os níveis de sódio e cloro para poedeiras com consumo diário de 100 g são 0,15 e 0,13%, respectivamente. Portanto, a relação sódio:cloro na dieta seria de 1,15:1. No entanto, quando as dietas para as poedeiras são formuladas com milho e soja mais cloreto de sódio, ocorre predominância do elemento cloro. ERNST *et al.* (1975) utilizaram o nível de 0,23% de sódio com diferentes níveis de cloro nas dietas de poedeiras com 90 semanas de idade, estabelecendo as relações sódio:cloro 0,77; 0,88; e 1,28:1. Os autores não constataram diferenças na produção e peso dos ovos, qualidade do albúmen e espessura da casca. AUSTIC e KESHAVARZ (1984) não constataram alterações nos valores de pH e CO_2 , quando administraram dietas contendo três níveis de cálcio (2,0; 2,8; e 3,6%) e dois níveis de cloro (0,25 e 0,86%). No entanto, o bicarbonato e excesso de base foram reduzidos com a utilização do nível de 0,86% de cloro dietético. Em outro experimento, utilizaram várias relações sódio:cloro (0,19:1 a 3,17:1), verificaram melhoria da qualidade da casca dos ovos, à medida que o nível de cloro dietético foi

reduzido. Em um dos experimentos conduzidos por HESS e BRITTON (1989), três níveis de cloro (0,09; 0,13; e 0,33%) foram utilizados com níveis de sódio variando de 0,14 a 0,19% da dieta de poedeiras com 72 semanas de idade. Os resultados evidenciaram que a redução do nível de cloro não exerceu efeito sobre consumo de ração, produção e peso dos ovos, porcentagem e deformação da casca.

Deficiências de sódio na ração de galinhas em postura têm provocado grande redução no consumo de ração, na produção de ovos, no peso dos ovos e no peso corporal (KUCHINSKI *et al.*, 1997).

No entanto, o nível de 0,09% de cloro dietético proporcionou os maiores valores para a densidade aparente dos ovos, após seis semanas de avaliação. KESHAVARZ e AUSTIC (1990) avaliaram os efeitos de altos níveis de fósforo total (1,0 e 1,5%) e cloro (0,80%) sobre o balanço ácido-base e a qualidade da casca dos ovos. A qualidade da casca e os valores dos indicadores do balanço ácido-base foram reduzidos com a utilização dos altos níveis de fósforo ou de cloro nas dietas. Os autores verificaram que as manipulações da dieta que elevam sua carga ácida, como o aumento dos níveis de fósforo ou de cloro, são prejudiciais à qualidade da casca dos ovos. Esse efeito pode ser atribuído a aumento na excreção de cálcio mediada pela acidemia resultante de manipulação da dieta.

Segundo COHEN e HURWITZ (1974), com o aumento do nível de cloro dietético, decresce a relação sódio/cloro, assim é possível induzir uma acidose, reduzindo o bicarbonato plasmático. A acidose tem um efeito negativo sobre a qualidade da casca, devido a redução do bicarbonato plasmático. Alimentando as aves com mais sódio e/ou potássio se induziria as mesmas a uma alcalose, a qual poderia superar a acidose causada pela adição do cloro, com aumento na qualidade da casca do ovo (CALDERON, 1994).

6. MEDIDAS DE CONTROLE DO ESTRESSE CALÓRICO

Algumas técnicas de manejo podem ser usadas para minimizar as perdas econômicas causadas pelo o estresse calórico, podendo-se citar, entre outras, a utilização de ventiladores e nebulizadores, manejo da água de bebida, manejo do arraçamento, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico e sais.

6.2 Utilização de Sais

Os principais sais adicionados na ração para amenizar as perdas devido o estresse calórico são: sal comum (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO₃), carbonato de potássio (KHCO₃) e Cloreto de amônia (NH₄Cl) (BORGES, 2001).

Alguns autores verificaram que a adição de bicarbonato de sódio a dietas de poedeiras pode promover uma melhoria na qualidade da casca e tal efeito deve ser atribuído ao sódio e não ao íon bicarbonato, ALTAN *et al.*, 2000, afirmam que a suplementação de NaHCO₃ durante o estresse térmico pode melhorar a qualidade da casca do ovo. MAKLED e CHARLES (1987), que descreveram efeitos benéficos da adição de 0,25 ou 0,50% de NaHCO₃ em rações de poedeiras, as quais produziram ovos com cascas mais espessas. MILES e HARMS (1982) registraram que a adição de NaHCO₃ às dietas de poedeiras proporcionou significativa melhora na qualidade da casca dos ovos, quando observada a gravidade específica e espessura da casca. BALNAVE e MAHEEREZA (1997) mostraram que galinhas poedeiras submetidas a altas temperaturas melhoraram a qualidade da casca dos ovos, quando as aves tiveram acesso ao NaHCO₃, durante o período de formação dos ovos.

Porém, há pesquisas que mostram que a adição de sódio nas rações para poedeiras não resulta em alterações estruturais da casca do ovo (BAIÃO e LÚCIO, 2005).

TEETER e SMITH (1985) relataram que frangos de corte sob temperatura ambiente de 32°C, tratados com ração suplementada com níveis de 0,3; 1,0 e 3,0% de NH₄Cl no período de 28 a 49 dias, apresentaram o melhor desempenho com o nível de 1,0%, enquanto que, BRANTON *et al.* (1986), ao adicionarem NH₄Cl nos níveis de 0,63 e 3,1% na água de bebida de frango de corte, verificaram que o nível de 0,63% não afetou a ingestão de água no período de 42 a 52 dias de criação, contudo, o nível de 3,1% afetou significativamente este parâmetro (redução de 79%). TEETER e SMITH (1985), afirmaram que a adição de cloreto de amônio (NH₄Cl) na concentração de 0,3 a 1,0%, reduz o pH sanguíneo em 9,5%, não altera a ingestão de água, diminui a mortalidade e melhora o ganho de peso em 25%, e que o NH₄Cl em concentrações acima de 3,0% na ração ou na água é tóxico para aves.

Dietas formuladas com altos teores de Cl (NH_4Cl , HCl e CaCl_2) diminuem a espessura da casca do ovo, sendo este efeito atribuído a uma redução no pH sangüíneo e dos fluídos uterinos durante a formação do ovo.

6.3 Balanço Eletrolítico (relação (Na+K)-Cl)

Na literatura são escassos os estudos com a aplicação deste conceito em dietas para poedeiras comerciais e reprodutoras pesadas. Mas, de maneira geral há uma maior produção de ovos em poedeiras a medida que aumentava a proporção de (Na+K)-Cl pela adição de bicarbonato de sódio na ração. Outras respostas observadas são melhorias na espessura e resistência de casca, redução no número de ovos com casca fina e aumento na gravidade específica quando se utiliza rações adotando o conceito de balanço eletrolítico (JUNQUEIRA et al., 2000).

Uma vez que as exigências para o sódio e o cloro já estejam claramente definidas, a preocupação atual dos nutricionistas é estabelecer balanço na dieta para o fornecimento de cátions e ânions (LEESON *et al.*, 1995). Segundo esses autores, o balanço eletrolítico pode afetar o metabolismo de vários aminoácidos, principalmente em relação à lisina e arginina, em que o antagonismo existente entre esses aminoácidos pode ser acentuado ou parcialmente minimizado pela manipulação de cátions e ânions da dieta. A alta concentração de ânions na dieta (baixo mEq) pode diminuir a qualidade da casca do ovos e baixar 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 (MILES e ROSSI, 1984)

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

MONGIN (1968) foi um dos primeiros a discutir a importância do balanço cátio-aniônico da dieta, na formação a casca do ovo e sua influência sobre o desempenho, o metabolismo do Ca e a utilização do fósforo. Segundo MONGIN (1981), para manter o equilíbrio ácido-base, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Existem diferenças na ingestão e excreção de ânions e cátions da dieta. Porém, os ácidos produzidos no metabolismo (H^+ _{endógeno}) também contribuem para o balanço ácido-base. Nas situações em

que o animal se encontra em balanço ácido-base constante, sem excesso ou deficiência de ácido ou base, pode ser descrita a equação:

$$(\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{ingeridos}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} = (\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{excretados}}$$

BORGES (2001) concluiu que a resposta ao balanço eletrolítico da dieta depende da temperatura ambiente. A ingestão de água está na dependência direta da idade da ave e da relação Na+K-Cl na ração, sendo que o aumento na ingestão de água provocado pela maior relação Na+K-Cl afeta diretamente a umidade da cama e reduz a temperatura retal nas aves. A relação eletrolítica da dieta interfere no desempenho das aves, sendo que a relação ideal variou de 186 a 250 mEq/kg. Balanço eletrolítico elevado (340 e 360 mEq) pode resultar em alcalose metabólica. Em estresse calórico, a ave retém mais eletrólitos (Na, K e Cl) na tentativa de manter o equilíbrio ácido base. MURAKAMI *et al.* (2003) sugere que um balanço eletrolítico de 205 mEq/kg é o suficiente para proporcionar adequada qualidade da casca dos ovos para poedeiras comerciais. Já SILVA, 2009 recomenda o balanço eletrolítico de 150 a 163 mEq/kg, para codornas japonesas em fase de postura.

JUNQUEIRA *et al.* (2000), trabalhando com poedeiras comerciais afirmam que houve maior consumo de ração das aves alimentadas com 186 mEq/kg. Resultados contrastantes aos encontrados por (BORGES, 2001), em experimento com frangos de corte submetidos a estresse térmico, encontrou um maior consumo de ração para as aves que receberam a dieta contendo balanços eletrolíticos mais altos.

VIEITES *et al.*, 2004, trabalhando com frangos de corte obtiveram um efeito quadrático para os tratamentos em relação aos teores de cálcio plasmático. Os menores teores de cálcio encontrados no sangue corresponderam aos valores de BE entre 150 e 250 mEq/kg. O excesso desses elementos (P e Ca) em aves indica alterações do equilíbrio ácido-básico, resultado de uma resposta do organismo animal que inclui ações hormonais e mecanismos respiratórios compensatórios, culminando com o ajuste renal. Segundo DAVENPORT (1972), quando o rim compensa distúrbios do equilíbrio ácido-básico, ocorre alteração na excreção de eletrólitos, modificando os padrões eletrolítico e ácido-básico do sangue.

7. REFERENCIAS

ALTAN, A, ALTAN, O, OZKAN, S, ACIKGOZ, Z AND OZKAN, K. Effects of dietary sodium bicarbonate on egg production and egg quality of laying hens during high summer temperature. **Archiv fur Geflugelkunde** 64. : 269-272. 2000.

AUSTIC, R.E., KESHAVARZ, K. Dietary electrolytes and eggshell quality. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, Syracuse. **Proceedings...** Syracuse, p.63-69, 1984.

BACCARI, P. *et al.*. Thermoregulatory responses of alpine goats during thermal stress. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 5, Minneapolis. **Anais...** Minneapolis. p. 29-31, 1997

BAIÃO, N.C.; LÚCIO, C.G. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A.A (Eds). **Manejo de matrizes pesadas**. Campinas: Facta, 2005. cap.10, p.198-216.

BALNAVE, D.; YOSELEWITZ, I.; DIXON, R.J. Physiological changes associated with the production of defective eggshells by hens receiving sodium chloride in the drinking water. **British Journal of Nutrition**. 61:35–43, 1989.

BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science.**, Savoy, v. 76, p. 588-593, 1997.

BELL, D.J.; FREEMAN, B.M. Physiology and biochemistry of the domestic fowl. London: Academic Press, v3:1163 – 1208, 1971

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. 1997. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Curso de Pósgraduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

BORGES, S.A. **Balço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. 2001. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

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

BRANTON, S.L.; REECE, F.N.; DEANTON, J.W. Use of ammonium chloride and sodium bicarbonate in acute heat exposure of broilers. **Poultry Science**, v.65, p.1659-1663, 1986.

CALDERON, C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. FACTA, Conferência APINCO 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.35-66, 1994.

COHEN, I e 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.

COHEN, I. *et al.* Acid-base balance and sodium-to-chloride ratio in diets of laying hens. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 102, p. 1 - 8, 1972.

CRUZ, V.C.; FERNANDEZ, I.B.; TRAVA, C.M.; SEDANO, A.A.; PICCININ, A.; MAIOLI, M.A. Suplementação dietética com Selênio e Zinco orgânicos na qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas submetidas a estresse térmico. In: 46a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. **Anais...** Maringá, 2009.

DAVENPORT, H.W. **ABC do equilíbrio ácido-básico do sangue**. 2.ed. São Paulo: Edart, 84p., 1972.

EATON, D.C.; POOLER, J.P. **Fisiologia Renal de Vander**. 6ª. ed. Belo Horizonte, Editora Artmed, 2006.

ERNST, R. A.; FRANK, F.R.; PRICE, F.C.; BURGER, R.E.; HALLORAN, H.R. The effect of feeding low chloride diets with added sodium bicarbonate on eggshell quality and other economic traits. **Poultry Science**. 54:270–274, 1975.

FURLAN, R.L. **Efeitos do estresse hídrico, alimentar e térmico sobre parâmetros físicos e químicos do sangue de cinco linhagens comerciais de frangos de corte**. 1992. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A. *et al.* Equilíbrio acidobásico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte** . 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. p.51-73.

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. **Nutr. Rep. Int.**, 40:(6):1107-15, 1989.

HOENDEROP, J.G.; NILIUS, B.; BINDELS R.J. Calcium Absorption Across Epithelia. **Physiol Rev.**, 85, 373–422, 2005.

HURWITZ, S.; BAR, A. Site of vitamin D action in chick intestine. **American Journal of Physiology**. 222:761-767, 1972.

HURWITZ, S.; COHEN, I.; BAR, A. Sodium and chloride requirements of chick: relationship to acid-base balance. **Poultry Science**, v.52, p.903-909, 1973.

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

JUNQUEIRA, O.M.; CAMARGO-FILHO, B.; ARAUJO, L.F. et al. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1110-1116, 2000.

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

KUCHINSKI, K.K.; HARMS, R.H.; RUSSEL, G. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. In: ANNUAL MEETING POULTRY SCIENCE, 86, Louisville-Kentucky. **Proceedings...** Louisville: Supplement 1, v.59, 1997, p.236, 1997.

MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. p.17-36.

MAKLED, M.N.; CHARLES, O.W. Eggshell quality as influenced by sodium bicarbonate, calcium source and photoperiod. **Poultry Science**. 66:705–712, 1987.

MAXWELL M.H. Avian blood leucocyte responses to stress. **World's Poultry Science Journal**, v. 49, p.34-43, 1993.

MEDEIROS, C.M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. 2001. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; *et al.* Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13. n.4, 277-286, 2005.

MILES, R.D.; HARMS, R.H. Relationship between egg specific gravity and plasma phosphorus from hens fed different dietary calcium, phosphorus and sodium levels. **Poultry Science**., Savoy, v. 61, p 175-177, 1982.

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

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. **World's Poultry Science Journal**. Beekbergen, Netherlands. v.24, p. 200-230, 1968.

MONGIN, P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 40, n. 1, p. 285-294, 1981.

MORO, D. Sistemas de aquecimento em instalações avícolas na fase inicial. In: Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO. p.139-144, 1995.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. v. 2, p. 75-149.

MURAKAMI, A.E.; FIGUEIREDO, D.F.; PERUZZI, A.Z. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1674-1680, 2003.

NORDI, W. M. et al. Diagnóstico de bem-estar de codornas japonesas utilizando a liberdade sanitária em dois sistemas de criação. *Labea Publicações UFPR*. 2007

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). Nutrient requirements of poultry. Washington : National Academy, 155p. 1994.

ONBASILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.95, 255-263p, 2005.

PEREIRA, C.A. *et al.* Desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com dieta contendo diferentes níveis de cálcio na fase inicial de postura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. CD-Rom.

ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, 41: 161-177, 2004.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; PAN, E.A. Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. In: MACARI, M.; MENDES, A.A. (Eds.) **Manejo de Matrizes de Corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. p.75-143.

SWENSON, M.J.; REECE, W. O. Fisiologia dos Animais Domésticos. Editora Guanabara Koogan S.A. 11^o edição. Rio de Janeiro, 1993. p. 805-813.

TEETER, R.G., SMITH, M.O. Chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. **Poultry Science**, v.65, p.1777-1781, 1985.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride, and potassium carbonate. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.11, p.1777-1781, 1986.

TINÔCO, I.F.F., GATES, R.S. Ambiência e construções para matrizes pesadas. In: MACCARI, M.; MENDES, A.A. (Ed.) **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. cap.2, p.11-33

USAYRAN, N.; FARRAN, M.T.; AWADALLAH, H.H.O.; AL-HAWI, I.R.; ASMAR, R.J.; ASHKARIAN, V.M.. Effects of added dietary fat and phosphorus on the performance and egg quality of laying hens subjected to a constant high environmental temperature. **Poultry Science**. 80:1695–1701, 2001.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; *et al.* Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre Parâmetros Sangüíneos e Ósseos de Frangos de Corte aos 21 Dias de Idade¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1520-1530, 2004.

WIDEMAN, R.F.,*et al.* Evaluation of minimally invasive indices for predicting ascites susceptibility in three successive hatches of broilers exposed to cool temperatures. **Poultry Science**, v.77, n.10, p.1565-1573, 1998.

CAPÍTULO II

EFEITO DE DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) DURANTE O INVERNO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes balanços eletrolíticos sobre a qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a estresse térmico no inverno. Foram utilizadas 600 aves, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, composto por 5 tratamentos (balanços eletrolíticos), com 8 repetições de 15 codornas por unidade experimental. Os balanços eletrolíticos calculados foram de 140, 196, 241, 286 e 320 mEq/kg. As características avaliadas foram produção de ovos, consumo de ração, massa de ovos, conversão alimentar, peso do ovo, gravidade específica, peso de gema, peso de casca, peso de albúmen, espessura de casca e coloração de gema. Os resultados que apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) aos balanços eletrolíticos foram consumo de ração, massa de ovos, conversão alimentar, peso de ovos, peso de albúmen, peso de casca, gravidade específica e coloração de gema. O balanço eletrolítico interferiu na produção de ovos, sendo que na condição experimental os tratamentos que obtiveram os melhores resultados foram de 196 a 286mEq/kg de ração.

Palavras-chave: ácido-base, coturnicultura, estresse térmico e peso de casca

**EFFECT OF DIFFERENT ELECTROLYTE BALANCES ON PERFORMANCE
AND EGG QUALITY OF JAPANESE QUAILS (*Coturnix coturnix japonica*)
SUBMITTED TO WINTER**

ABSTRACT

The objective of the current study was to evaluate effect of different electrolyte balances on egg quality of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to winter termic stress. They were utilized 600 birds, distributed in a completely randomized desing, composed by five treatments (electrolyte balances), with eight replications of 15 quails per experimental unit. The electrolyte balances calculated were 140, 196, 241, 286 and 320 mEq/kg. The characteristics evaluated of were production of eggs, feed intake, mass of eggs, feed conversion, egg weight, specific gravity, yolk weight, shell weight, albumen weight, shell thicknees and staining of yolk. The results presented significative effect ($P < 0,05$) of electrolyte balance on feed intake, mass of eggs, feed conversion, egg weight, shell weight, albumen weight, specific gravity and staining of yolk. The electrolyte balance affected the production eggs, and provided experimental treatments that have the best results were 196 to 286 mEq/kg of food.

Keywords: acid-base, hat stress, quail production and weight bark

1. INTRODUÇÃO

O ovo é um dos alimentos mais completos, uma vez que possui elevado teor de proteína, além de lipídeos, minerais e vitaminas. Para que todo esse potencial nutritivo seja otimizado pelo homem, o ovo precisa ser preservado durante o período de armazenamento, uma vez que podem transcorrer semanas entre o momento da postura e o consumo.

Sabe-se que para se ter uma boa qualidade de ovos é necessário que as aves estejam em ótimas condições de criação (manejo e nutrição). Porém um razoável número de aves vive em locais suscetíveis a estresses provocados por calor e/ou frio. Uma das conseqüências do estresse é a mudança no equilíbrio ácido-base, causando uma série de problemas metabólicos, ocasionando um impacto negativo sobre o desempenho do animal, afetando a produção de ovos, pois as aves tendem a produzir ovos menores e de casca mais fina. A baixa qualidade dos ovos é um problema grave que afeta produtores de ovos, seus custos de produção e acaba, indiretamente, atingindo o consumidor (JUDICE et al., 2002). As perdas de ovos devido à baixa qualidade da casca podem chegar a 20% antes de chegar no varejo (ROLAND, 1988).

A zona de conforto térmico das codornas em fase de produção situa-se em torno de 23° C. Abaixo desta temperatura, as aves devem gerar mais calor a fim de manter o corpo aquecido. Algumas técnicas de manejo podem ser usadas para minimizar as perdas econômicas por estresse calórico, podendo-se citar, entre outras, a utilização de ventiladores e nebulizadores, manipulação da proteína e energia da dieta, aclimatação dos animais, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico e eletrólitos (BORGES, 2001).

O sódio (Na⁺), o potássio (K⁺) e o cloro (Cl⁻) são os principais eletrólitos utilizados, pois são íons fundamentais na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido base dos líquidos corporais. A alta concentração de ânions na dieta (baixo miliequivalente) pode diminuir a qualidade da casca do ovos e baixar 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 (MILES e ROSSI, 1984). MONGIN (1968) foi um dos primeiros a discutir a importância do

balanço cátião-aniônico da dieta, na formação a casca do ovo e sua influência sobre o desempenho, o metabolismo do Ca e a utilização do fósforo.

A tentativa de alguns pesquisadores para utilizar esses conceitos com o objetivo de melhorar a qualidade da casca e o desempenho de poedeiras comerciais tem produzido resultados contraditórios. Segundo MONGIN (1981), para manter o equilíbrio ácido-base, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Existem diferenças na ingestão e excreção de ânions e cátions da dieta. Porém, os ácidos produzidos no metabolismo (H^+ endógeno) também contribuem para o balanço ácido-base. Nas situações em que o animal se encontra em balanço ácido-base constante, sem excesso ou deficiência de ácido ou base, pode ser descrita a equação:

$$(\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{ingeridos}} + H^+_{\text{endógeno}} = (\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{excretados}}$$

Apesar da importância de se balancearem adequadamente os eletrólitos da dieta, os mesmos têm recebido pouca atenção dos nutricionistas. Há várias explicações para esta falta de interesse, como o 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.

BORGES (2001) concluiu que a resposta ao balanço eletrolítico da dieta depende da temperatura ambiente. A ingestão de água está na dependência direta da idade da ave e da relação Na+K-Cl na ração, sendo que o aumento na ingestão de água provocado pela maior relação Na+K-Cl afeta diretamente a umidade da cama e reduz a temperatura retal nas aves. A relação eletrolítica da dieta interfere no desempenho das aves, sendo que a relação ideal variou de 186 a 250mEq/kg. Balanço eletrolítico elevado (340 e 360mEq) pode resultar em alcalose metabólica. Em estresse calórico, a ave retém mais eletrólitos (Na, K e Cl) na tentativa de manter o equilíbrio ácido base, MURAKAMI et al. (2003) sugere que um balanço eletrolítico de 205 mEq/kg é o suficiente para proporcionar adequada qualidade da casca dos ovos para poedeiras comerciais

Dietas formuladas com altos teores de Cl (NH_4Cl , HCl e CaCl_2) diminuem a espessura da casca do ovo, sendo este efeito atribuído a uma redução no pH sanguíneo e dos fluídos uterinos durante a formação do ovo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes balanços eletrolíticos, relação (Na^+ , K^+ e Cl^-), em formulação de rações para codornas japonesas na fase de produção sobre o desempenho zootécnico e qualidade externa dos ovos, criadas durante o inverno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e Local do Experimento

Foram utilizadas 600 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*), alojadas com cinco semanas de idade e passaram por um período de adaptação de duas semanas, estavam portanto com sete semanas de idade no início do experimento. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, oito repetições e quinze aves por unidade experimental. O período experimental foi dividido em quatro ciclos de 23 dias, durante o inverno (junho-setembro).

As aves foram alojadas em 40 gaiolas dispostas em sistema de pirâmide, medindo 100x35x20cm (Largura x Comprimento x Altura), cada gaiola é dividida em 5 células iguais (20x35x20cm), sendo alojadas três aves por célula, fornecendo área de 233,3 cm^2 /ave. As aves tiveram acesso à água por meio de bebedouros tipo copo, sendo um copo para cada duas células de gaiolas. Os comedouros utilizados foram do tipo calha de chapa galvanizada, dispostos na parte frontal, percorrendo toda a extensão das fileiras de gaiolas; com cada unidade experimental possuindo seu próprio comedouro. Os bebedouros foram observados diariamente e a ração fornecida à vontade, distribuída de manhã e à tarde. O programa de luz utilizado na fase de produção foi de 17 horas de luz natural+artificial.

2.2 Dieta e Temperaturas

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Os balanços eletrolíticos das dietas calculados foram de 140, 196, 241, 286 e 320 mEq/kg, correspondendo aos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente. obtidos pela adição de sal comum (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO₃), carbonato de potássio (K₂CO₃) e Cloreto de amônia (NH₄Cl) na ração, conforme a Tabela1.

Tabela 1. Composição das Rações Experimentais:

Macroingredientes	Ração Experimental				
	1	2	3	4	5
Milho Grão	562,00	562,00	562,00	562,00	562,00
Farelo de Trigo	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Soja Farelo 45%	272,00	272,00	272,00	272,00	272,00
Farinha de Carne 45%	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00
Calcário	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00
Carbonato de Potássio 54%	0,00	0,00	1,00	3,30	4,97
Bicarbonato de Sódio	0,00	0,00	2,50	3,50	4,50
Cloreto de Amônia	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto de Sódio	3,20	3,50	1,70	1,00	1,00
Inerte	4,27	6,97	5,27	2,67	0,00
DL - Metionina	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Cloreto Colina 60%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Supl. Min. Vitaminico	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Exigência Calculada					
EM Aves_Kcal/kg	2.701	2.701	2.701	2.701	2.701
Proteína (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Cálcio (%)	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Fósforo Total (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Fósforo Disponível (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sódio (%)	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22
Potássio (%)	0,78	0,78	0,84	0,96	1,05
Cloro (%)	0,48	0,30	0,19	0,15	0,15
Lisina (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Metionina + Cistina (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Ácido Linoleico (%)	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
mEq/kg_mEq/kg	140,17	195,88	241,29	285,67	320,47

O controle do consumo de ração foi obtido por meio da pesagem feita durante o início e final de cada ciclo. No início do ciclo foram pesadas quantidades iguais de rações e colocadas em 40 baldes com tampa, sendo uma para cada unidade experimental, e no final de cada ciclo foram pesados os baldes para quantificar-se as sobras. A coleta de ovos foi realizada duas

vezes ao dia (8:00 e às 16:00 horas), assim como as variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar que foram medidas utilizando termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido (Tabela 2.).

Tabela 2. Valores de Umidade Relativa e Temperaturas Mínimas, Máximas e Médias do Período Experimental.

Índices	Valores
UR Média	70,8%
UR Mínima	33,0%
UR Máxima	90,0%
Temp Média	15,3°C
Temp Mínima Média	11,5°C
Temp Mínima	0,0°C
Temp Máxima Média	19,2°C
Temp Máxima	27,0°C

2.3 Avaliações

Foram avaliados parâmetros de desempenho: consumo de ração, produção diária de ovos, massa de ovos produzidos e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos). Foram também estudados parâmetros de qualidade interna do ovo (peso de gema, peso de albúmen e coloração de gema) e externa (peso do ovo, peso de casca, espessura de casca e gravidade específica).

Para a qualidade de ovo, todos os ovos foram analisados individualmente nos três últimos dias de cada ciclo, pelos métodos não destrutivos e destrutivos. No método não destrutivo, foi realizado o teste de gravidade específica logo após a coleta dos ovos, por imersão dos mesmos em quatro baldes plásticos com diferentes soluções salinas, em concentrações que variaram de 1,060 à 1,090. Os ovos foram submersos nos baldes, da menor para a maior concentração salina. Ao flutuarem, os ovos eram retirados e colocados em bandejas identificadas e os dados anotados em planilhas apropriadas. Para o método destrutivo, os ovos já identificados foram quebrados e pesados com o auxílio de uma balança analítica digital de precisão de 0,01g. Posteriormente, foram pesadas as gemas, e as cascas foram lavadas e secas em estufa à 60°C por 24 horas e em seguida pesadas. Também foram medidas a espessura de casca utilizando um paquímetro

digital. As colorações das gemas destes ovos foram determinadas com o auxílio do Leque Colorimétrico de Roche®, com escala variando de 1 à 15.

2.4 Análise Estatística

Todas as variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, sendo os contrastes de média realizados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Em seguida realizou-se a análise de Regressão a 5% de probabilidade, utilizando-se a regressão linear ou quadrática conforme o melhor ajuste, utilizando-se o SAS 2000.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho, produção de ovos (PRO), consumo de ração (CR), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA), encontram-se na Tabela 3. Para PRO não foram observados efeitos significativos em relação aos balanços eletrolíticos, resultado semelhante foi encontrado por FARIA et al., 2000, que não encontraram diferença na PRO após aumentarem o balanço eletrolítico da ração de 120 mEq/kg para 140 mEq/kg, embora os autores tenham trabalhado com BE muito baixos. Porém, difere ao encontrado por SANTOS et al (2004), que trabalhando com matrizes pesadas, obtiveram uma melhora significativa na produção de ovos após adicionar os eletrólitos na ração.

No presente estudo foi observado um efeito significativo ($P < 0,05$) do CR, onde a dieta (320 mEq/kg) que continha maiores níveis de carbonato de potássio e bicarbonato de sódio e menores níveis de sal comum, obteve o menor consumo de ração. Resultados iguais foram encontrados por (BORGES, 2001), onde em experimento com frangos de corte submetidos a estresse térmico, encontrou a menor consumo de ração para as aves que receberam uma dieta contendo 360 mEq/kg. Essa redução de consumo pode estar relacionada ao excesso de eletrólitos e/ou as propriedades químicas do carbonato de potássio. Além disso, em ambientes frios o animal pode aumentar sua produção de calor como reação ao meio, justamente pelo aumento do consumo, porém se a temperatura ambiente diminui ainda mais, uma parte dos

nutrientes são catabolizadas como reserva de calor em detrimento da produção, ou seja, mesmo o aumento de consumo não será suficiente para manter a máxima produção (MÜLLER, 1989).

Tabela 3. Produção de ovos (PRO), consumo de ração (CR), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.

Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	Índices de Desempenho			
	PRO (%)	CR (g)	MO (g)	CA (kg/kg)
140	90,46	30,47 a	10,02 b	3,04 a
196	91,32	30,39 ab	10,45 a	2,91 ab
241	93,43	29,95 ab	10,65 a	2,81 b
286	91,63	30,32 ab	10,60 a	2,86 b
320	91,18	29,12 b	10,44 a	2,79 b
P ¹	NS	0,04	<0,01	<0,01
PL ²	NS	NS	NS	<0,01 ^{II}
PQ ³	NS	NS	<0,01 ^I	NS
CV % ⁴	2,88	2,85	2,53	3,60
EPM ⁵	0,04	0,16	0,06	0,02

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).

¹Probabilidade da Análise de Variância, ²Probabilidade da Regressão Linear, ³probabilidade da Regressão Quadrática, ⁴Coefficiente de Variação, ⁵Erro Padrão da Média.

^I $\hat{Y} = -5E-05x^2 + 0,0242x + 7,5541$ $R^2 = 0,46$

^{II} $\hat{Y} = -0,0013x + 3,1804$ $R^2 = 0,38$

A massa de ovos, foi afetada pelo balanço eletrolítico da ração, sendo encontrada a massa de ovo menor na dieta que continha 140 mEq/kg. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por JUNQUEIRA *et al.*, 2000, que em experimento realizado com poedeiras comerciais recebendo diferentes balanços eletrolíticos, observou massa de ovos maior nas aves que receberam dietas contendo 265 mEq/kg e menores quando receberam dietas contendo 187 e 300 mEq/kg.

Para a variável CA, houve efeito significativo ($P < 0,05$) em relação ao balanço eletrolítico, mostrando que quanto maior a inclusão de NaHCO_3 na dieta, melhor é a conversão alimentar, dados que corroboram com (FISCHER DA SILVA *et al.*, 1994), que em experimento realizado com frangos de corte, submetidos a altas temperaturas, obtiveram um melhor consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Ribeiro *et al.*, 2008 afirmam que a exigência média de sódio, estimada pela regressão quadrática para a fase de 7 a 12 semanas de idade das aves considerando o ganho de peso diário e a conversão alimentar foi de 0,22 %, resultando em balanço eletrolítico da dieta de 235 mEq/kg.

Os resultados que expressam a qualidade de ovos (Peso de ovos (PO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema (CG)), em relação ao balanço eletrolítico encontram-se na tabela 4.

O peso médio dos ovos e o peso de albúmen foram afetados pelo balanço eletrolítico, sendo que os maiores pesos foram encontrados nos tratamentos que continham 196 e 241 mEq/kg, resultados contrastantes aos encontrados por NOBAKHT *et al.*, 2007, que observaram o maior peso de ovos em dietas com 360 mEq/kg. Houve efeito do balanço eletrolítico para a variável peso de gema. Para espessura de casca também não foram encontradas diferenças significativas em relação o balanço eletrolítico das dietas ($P>0,05$), porém NOBAKHT *et al.*, 2007 trabalhando com poedeiras verificaram as melhores espessuras de casca nas dietas que continham 120 e 360 mEq/kg.

Tabela 4. Peso de ovos (PO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema (CG) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.

Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	Índices de Qualidade de Ovos						
	PO (g)	PG (g)	PA (g)	PC (g)	EC (mm)	GE	CG
140	11,05 b	3,31	6,78 b	0,95 b	0,224	1082,93 b	4,37
196	11,39 a	3,36	6,98 a	0,97 ab	0,221	1084,29 a	4,47
241	11,40 a	3,40	7,06 a	0,97 ab	0,222	1083,24 ab	4,40
286	11,36 ab	3,40	6,98 a	1,00 a	0,222	1084,13 b	4,49
320	11,17 ab	3,34	6,95 ab	0,95 b	0,221	1084,37 b	4,55
P ¹	<0,01	NS	<0,01	0,04	NS	0,04	NS
PL ²	NS	NS	NS	NS	NS	0,01 ^{IV}	0,03 ^V
PQ ³	0,02 ^I	NS	<0,01 ^{II}	0,04 ^{III}	NS	NS	NS
CV% ⁴	1,97	3,02	1,76	3,17	2,86	0,09	2,80
EPM ⁵	0,05	0,02	0,03	0,01	<0,01	0,19	0,02

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).

¹Probabilidade da Análise de Variância, ²Probabilidade da Regressão Linear, ³Probabilidade da Regressão Quadrática, ⁴Coefficiente de Variação, ⁵Erro Padrão da Média.

^I $\hat{Y} = -4E-05x^2 + 0,0191x + 9,1646$ $R^2 = 0,29$

^{II} $\hat{Y} = -2E-05x^2 + 0,0106x + 5,7209$ $R^2 = 0,18$

^{III} $\hat{Y} = -3E-06x^2 + 0,0017x + 0,7746$ $R^2 = 0,16$

^{IV} $\hat{Y} = 0,0061x + 1082,3$ $R^2 = 0,13$

^V $\hat{Y} = 0,0009x + 4,2527$ $R^2 = 0,18$

Neste trabalho não foi encontrado uma relação positiva entre a gravidade específica e o peso de casca, enquanto para GE não houve um efeito significativo ($P<0,05$), para PC houve um efeito significativo ($P<0,05$), sendo

resultados contraditórios relatados por OLSSON (1934), que afirma que a gravidade específica (GE) dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca, podendo ser utilizada como método indireto na determinação da qualidade da casca. Resultado semelhante foi encontrado por ABDALLAH *et al.* (1993), que estudando a relação entre a porcentagem de ovos quebrados e a gravidade específica, observaram que a porcentagem de ovos trincados decresce com o aumento da GE.

Já BARRETO *et al.*, 2007 afirmam que a gravidade específica do ovo se eleva com o aumento dos níveis de Na na dieta das aves, entretanto não verificaram diferença significativa no percentual de casca em relação aos níveis de Na, resultados contrastantes aos encontrados por FIGUEIREDO *et al.* (2004) e PIZZOLANTE (2005) que não verificaram efeito do nível de Na sobre a gravidade específica do ovo.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o balanço eletrolítico da ração (Na+K-Cl) interfere no desempenho e na qualidade de ovos de codornas japonesas em fase de postura, quando criadas durante o inverno.

Dietas com 196 à 286 mEq/kg, para codornas japonesas durante o inverno, foi suficiente para proporcionar bom desempenho e qualidade de ovos.

5. REFERENCIAS

ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v.72, p.2038-2043, 1993.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; MOURA, W.C.O.; COSTA, C.H.R.; SOUSA, M.F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007.

BORGES, S. A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. 1997. 84p. Dissertação de mestrado. UNESP-Jaboticabal.

BORGES, S.A. **Balanço Eletrolítico e sua Interrelação com o Equilíbrio Ácido-Base em frangos de Corte Submetidos a Estresse Calórico**. Jaboticabal, 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2001.

CRUZ, V.C.; FERNANDEZ, I.B.; TRAVA, C.M.; SEDANO, A.A.; PICCININ, A.; MAIOLI, M.A. Suplementação dietética com Selênio e Zinco orgânicos na qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas submetidas a estresse térmico. In: 46a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. **Anais...** Maringá, 2009.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K. et al. Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.458-466, 2000.

FIGUEIREDO, G. O.; KATO, R. K.; BERTECHINI, A. G.; BRITO, J. A. G.; FUKAYAMA, E. H., QUEIROZ, L. S. B. Níveis de sódio para codornas japonesas (*Coturnix Coturnix japonica*) no verão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2., CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras, 2004. p. 216.

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

JUNQUEIRA, O.M.; CAMARGO-FILHO, B.; ARAUJO, L.F. et al. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1110-1116, 2000.

FISCHER DA SILVA, A. V., FLEMMING, J. S., FRANCO, S. G. Utilização de diferentes sais na prevenção do estresse calórico de frangos de corte criados em clima quente. **Revista Setor de Ciências Agrárias**, v. 13, p. 287-92, 1994.

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

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. *World's Poultry Science Journal*, Beekbergen, Netherlands. v.24, p. 200-230, 1968.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications. **Proceedings of the Poultry Nutrition Society**, p. 285-294, 1981.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3ªed. Porto Alegre, Sulina, 1989. 262p

MURAKAMI, A.E., FIGUEIREDO, D. F., PERUZZI, A. Z., FRANCO, J. R. G. F., SAKAMOTO, M.I. Níveis de Sódio para Poedeiras Comerciais no Primeiro e Segundo Ciclos de Produção. *Rev. Bras. Zootec.*, v,32, n.6, p.1674-1680, 2003.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A.R. The effects of dietary eletrolyte balance on the performance and eggshell quality in the early laying period. *J. Anim. Vet. Adv.*, v.6, n.8, p.991-995, 2007.

OLSSON, N. **Studies on specific gravity of hen's eggs**. Otto Harrassowitz: Leipzig, 1934. 89 p.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, CONSUMO DE OVOS E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS - APA. **Anais...** São Paulo: p.89, 2005.

RIBEIRO, M.L.G.; VILAR DA SILVA, J.H.; ARAÚJO, J.A.; RODRIGUES, P.B.; COSTA, F.G.P.; JORDÃO FILHO, J. Níveis de sódio na ração de frangas de 7 a 12 semanas de idade. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1304-1310, 2008

ROLAND, D.A. Eggshell problems: estimates of Incidence and economic impact. *Poultry Science*. 67:1801-1803, 1988.

SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; SUZUKI, E.T. et al. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura (*Coturnix coturnix japonica*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2., CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. p.217.

CAPÍTULO III

EFEITO DE DIFERENTES BALANÇOS ELETROLÍTICOS SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) DURANTE O VERÃO

RESUMO

A exposição de codornas à ambientes de altas temperaturas vêm se tornando um problema comum nas granjas brasileiras, resultando em estresse calórico e problemas fisiológicos e metabólicos, afetando negativamente o desempenho produtivo destas aves, porém alguns métodos podem ser usados para minimizar estas perdas, como a manipulação química do equilíbrio ácido-base por meio da adição de sais na ração. O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos do balanço eletrolítico na ração sobre o desempenho zootécnico de codornas japonesas quando submetidas à altas temperaturas. Foram utilizadas 600 aves, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, composto por 5 tratamentos, com 8 repetições de 15 aves. Os balanços eletrolíticos calculados foram de 140, 196, 241, 286 e 320 mEq/kg. As características de desempenho avaliadas foram produção de ovos, consumo de ração, massa de ovos e conversão alimentar; e para qualidade de ovos foram avaliados o peso do ovo, gravidade específica, peso de gema, peso de casca, peso de albúmen, espessura de casca e coloração de gema. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para consumo de ração e conversão alimentar, sendo que nas condições experimentais os melhores resultados foram obtidos quando se utilizou de 320 mEq/kg de ração. Já os resultados de qualidade de ovos apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) para peso de albúmen, peso de casca e espessura de casca, sendo que nas condições em que as aves foram expostas o tratamento contendo 241 mEq/kg apresentou os melhores índices de qualidade de ovos.

Palavras-chave: ácido-base; coturnicultura; estresse calórico; massa de ovos e produção de ovos.

**EFFECT OF DIFFERENT ELECTROLYTE BALANCES ON THE
PERFORMANCE OF JAPANESE QUAILS (*Coturnix coturnix japonica*)
DURING THE SUMMER**

ABSTRACT

The exposure of quail to very high temperatures see becoming a common problem in brazilian farms, resulting in heat stress and metabolic and physiological problems, negatively affecting the productive performance of these birds, but some methods can be used to minimize these losses, as chemical manipulation of acid-base through the addition of salt in the diet. The purpose of this study was to evaluate the effects of electrolyte balance in the diet upon the performance of Japanese quail when subjected to high temperatures. 600 birds were used, distributed in a completely randomized design with 5 treatments, with 8 replicates of 15 birds. The electrolyte balance was calculated were 140, 196, 241, 286 and 320 mEq/kg. The performance characteristics evaluated were egg production, feed intake, egg mass and feed conversion; and egg quality were evaluated for egg weight, specific gravity, yolk weight, shell weight, albumen weight, thickness shell and yolk color. The performance results showed a significant effect ($P<0,05$) feed intake and feed conversion, and the experimental conditions the best physiological response was obtained when using 320 mEq/kg. Since the results of egg quality had a significant effect ($P<0,05$) for albumen weight, shell weight and shell thickness, and the conditions under which the birds were exposed to the treatment containing 241 mEq/kg showed the best indices of quality of eggs.

Keywords: acid-base; egg mass; egg production; heat stress and quail production.

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se destacando, nos últimos tempos, como promissora criação de aves adaptadas às condições de exploração doméstica. Esta preferência é decorrente do crescente aumento do consumo de ovos e por ter um baixo investimento inicial. A produção de ovos aumenta a cada ano e, conseqüentemente a busca para seu aprimoramento e novas tecnologias. A nutrição desenvolve um papel fundamental para a qualidade do produto final, o ovo (CRUZ *et al.*, 2009).

Um país com o clima do Brasil possui limitações em relação a criação dessas aves, pois elas são muito susceptíveis a modificações de temperatura, lembrando que as aves são animais homeotérmicos e possuem um centro termorregulador no sistema nervoso central, o hipotálamo, que é um órgão que funciona como termostato fisiológico, controlando a produção e dissipação de calor através de diversos mecanismos, como o fluxo sanguíneo na pele, mudança na frequência cardíaca e respiratória e modificação na taxa metabólica (MORO, 1995). O aparelho termorregulador das aves é pouco desenvolvido, tornando-as sensíveis ao frio quando jovens e ao calor quando adultas.

A conseqüência mais grave do aumento da temperatura ambiental e conseqüente aumento da frequência respiratória é o aparecimento de distúrbio do equilíbrio ácido base, chamado de alcalose respiratória. Isso provoca perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando a queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). A resposta renal é o aumento na excreção de bicarbonato (HCO_3^-) e uma redução na excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido base do animal (FURLAN, 1992; MACARI *et al.*, 1994).

Além disso, em poedeiras, esse desequilíbrio pode acarretar em perdas na produção de ovos, pois as aves tendem a produzir ovos menores e de casca mais fina. Isso ocorre porque a alcalose afeta a concentração de cálcio que aparece no sangue, principalmente o cálcio na forma livre ou ionizado, pois esta é a forma utilizada pelas aves para ser efetivamente depositado na casca do ovo. Assim, a câmara calcígena das aves remove cálcio ionizado (cálcio difusível) do sangue para formar a casca, e esse pode ser rapidamente repostado

pela dissociação do cálcio ligado à proteína (cálcio não-difusível). Porém, durante o estresse calórico, há um aumento no pH devido à perda de dióxido de carbono (ofegação) sendo esse aumento no pH resultará em uma diminuição no nível sanguíneo de cálcio difusível. Já com a uma diminuição no pH resultará em um aumento no nível de cálcio difusível, devido à liberação de íons cálcio ligados às proteínas. (FURLAN *et al.*, 2002).

Algumas técnicas de manejo podem ser usadas para minimizar as perdas econômicas por estresse calórico, podendo-se citar, entre outras, a utilização de ventiladores e nebulizadores, manipulação da proteína e energia da dieta, aclimação dos animais, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico e eletrólitos (BORGES, 2001)

O sódio (Na⁺), o potássio (K⁺) e o cloro (Cl⁻) são os principais eletrólitos utilizados, pois são íons fundamentais na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido base dos líquidos corporais. A alta concentração de ânions na dieta (baixo miliequivalente) pode diminuir a qualidade da casca do ovos e baixar 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 (MILES e ROSSI, 1984). MONGIN (1968) foi um dos primeiros a discutir a importância do balanço cátio-aniônico da dieta, na formação a casca do ovo e sua influência sobre o desempenho, o metabolismo do Ca e a utilização do fósforo.

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

Segundo MONGIN (1981), para manter o equilíbrio ácido-base, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Existem diferenças na ingestão e excreção de ânions e cátions da dieta. Porém, os ácidos produzidos no metabolismo (H⁺_{endógeno}) também contribuem para o balanço ácido-base. Nas situações em que o animal se encontra em balanço ácido-base constante, sem excesso ou deficiência de ácido ou base, pode ser descrita a equação:

$$(\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{ingeridos}} + \text{H}^+_{\text{endógeno}} = (\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{excretados}}$$

Apesar da importância de se balancearem adequadamente os eletrólitos da dieta, os mesmos têm recebido pouca atenção dos nutricionistas. Há várias explicações para esta falta de interesse, como o 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.

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito de diferentes balanços eletrolíticos, relação (Na^+ , K^+ e Cl^-), em formulação de rações para codornas japonesas na fase de produção sobre o desempenho zootécnico e qualidade externa dos ovos, quando submetidas a estresse causado por altas temperaturas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e Local do Experimento

Foram utilizadas 600 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*), alojadas com cinco semanas de idade e passaram por um período de adaptação de duas semanas, estavam portanto com sete semanas de idade no início do experimento. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, oito repetições e quinze aves por unidade experimental. O período experimental foi dividido em quatro ciclos de 23 dias, durante o verão (janeiro-abril).

As aves foram alojadas em 40 gaiolas dispostas em sistema de pirâmide, medindo 100x35x20cm (Largura x Comprimento x Altura), cada gaiola é dividida em 5 células iguais (20x35x20cm), sendo alojadas três aves por célula, fornecendo área de 233,3 cm²/ave. As aves tiveram acesso à água por meio de bebedouros tipo copo, sendo um copo para cada duas células de gaiolas. Os comedouros utilizados foram do tipo calha de chapa galvanizada, dispostos na parte frontal, percorrendo toda a extensão das fileiras de gaiolas; com cada unidade experimental possuindo seu próprio comedouro. Os bebedouros foram observados diariamente e a ração fornecida à vontade, distribuída de manhã e à tarde. O programa de luz utilizado na fase de produção foi de 17 horas de luz natural+artificial.

2.2 Dietas e Temperaturas

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Os balanços eletrolíticos das dietas calculados foram de 140, 196, 241, 286 e 320 mEq/kg, correspondendo aos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente. obtidos pela adição de sal comum (NaCl), bicarbonato de sódio (NaHCO₃), carbonato de potássio (K₂CO₃) e Cloreto de amônia (NH₄Cl) na ração, conforme a Tabela 6.

Tabela 5. Composição das Rações Experimentais:

Macroingredientes	Ração Experimental				
	1	2	3	4	5
Milho Grão	562,00	562,00	562,00	562,00	562,00
Farelo de Trigo	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Soja Farelo 45%	272,00	272,00	272,00	272,00	272,00
Farinha de Carne 45%	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00
Calcário	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00
Carbonato de Potássio 54%	0,00	0,00	1,00	3,30	4,97
Bicarbonato de Sódio	0,00	0,00	2,50	3,50	4,50
Cloreto de Amônia	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto de Sódio	3,20	3,50	1,70	1,00	1,00
Inerte	4,27	6,97	5,27	2,67	0,00
DL - Metionina	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Cloreto Colina 60%	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Supl. Min. Vitaminico	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Exigência Calculada					
EM Aves_Kcal/kg	2.701	2.701	2.701	2.701	2.701
Proteína (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Cálcio (%)	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Fósforo Total (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Fósforo Disponível (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sódio (%)	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22
Potássio (%)	0,78	0,78	0,84	0,96	1,05
Cloro (%)	0,48	0,30	0,19	0,15	0,15
Lisina (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Metionina + Cistina (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Ácido Linoleico (%)	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
mEq/kg_mEq/kg	140	196	241	286	320

O controle do consumo de ração foi obtido por meio da pesagem feita durante o início e final de cada ciclo. No início do ciclo foram pesadas quantidades iguais de rações e colocadas em 40 baldes com tampa, sendo uma para cada unidade experimental, e no final de cada ciclo foram pesados

os baldes para quantificar-se as sobras. A coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia (8:00 e às 16:00 horas), assim como as variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar que foram medidas utilizando termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido (Tabela 7).

Tabela 6. Umidade Relativa e Temperaturas Mínimas, Máximas e Médias de cada Ciclo

	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	Média Ciclos
UR Média (%)	72,1	75,1	77,1	72,8	74,3
UR Mínima (%)	50,0	55,0	64,0	64,0	-
UR Máxima (%)	91,0	91,0	86,0	90,0	-
Temp Média (°C)	22,4	25,5	23,3	21,5	23,1
Temp Mínima Média (°C)	19,1	20,4	18,0	15,2	18,2
Temp Mínima (°C)	16,0	17,0	12,0	11,0	-
Temp Máxima Média (°C)	25,7	30,5	28,5	27,7	28,1
Temp Máxima (°C)	31,0	35,0	31,0	35,0	-

2.3 Parâmetros Avaliados

Foram avaliados parâmetros de desempenho: consumo de ração, produção diária de ovos, massa de ovos produzidos e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos). Foram também estudados parâmetros de qualidade interna do ovo (peso de gema, peso de albúmen e coloração de gema) e externa (peso do ovo, peso de casca, espessura de casca e gravidade específica).

Para a qualidade de ovo, todos os ovos foram analisados individualmente nos três últimos dias de cada ciclo, pelos métodos não destrutivos e destrutivos. No método não destrutivo, foi realizado o teste de gravidade específica logo após a coleta dos ovos, por imersão dos mesmos em quatro baldes plásticos com diferentes soluções salinas, em concentrações que variarão de 1,060 à 1,090. Os ovos foram submersos nos baldes, da menor para a maior concentração salina. Ao flutuarem, os ovos eram retirados e colocados em bandejas identificadas e os dados anotados em planilhas apropriadas. Para o método destrutivo, os ovos já identificados foram quebrados e pesados com o auxílio de uma balança analítica digital de precisão de 0,01g. Posteriormente, foram pesadas as gemas, e as cascas foram lavadas e secas em estufa à 60°C por 24 horas e em seguida pesadas.

Também foram medidas a espessura de casca utilizando um paquímetro digital. As colorações das gemas destes ovos foram determinadas com o auxílio do Leque Colorimétrico de Roche®, com escala variando de 1 à 15.

2.4 Análise Estatística

Todas as variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, sendo os contrastes de média realizados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Em seguida realizou-se a análise de Regressão a 5% de probabilidade, utilizando-se a regressão linear ou quadrática conforme o melhor ajuste, utilizando-se o SAS 2000.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos dos diferentes balanços eletrolíticos sobre o desempenho zootécnico, produção de ovos (PRO), consumo diário de ração (CDR), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA), durante o período experimental total encontram-se na tabela 8.

Não foi encontrado diferença significativa entre os balanços eletrolíticos, resultado semelhante ao encontrado por GRIZZLE *et al.* (1992) e JUNQUEIRA *et al.* (2000), que descrevem que a produção de ovos não é afetada pela adição de NaHCO_3 à dieta, nem pelos diferentes balanços eletrolíticos.

Os balanços eletrolíticos das dietas influenciaram significamente ($P \leq 0,05$) o CDR, durante todo o período experimental, onde codornas alimentadas com uma ração contendo 140 e 196 mEq/kg apresentaram o maior consumo de ração, sendo este resultado semelhante ao encontrado por JUNQUEIRA *et al.* (2000), que trabalhando com poedeiras comerciais, afirmam que houve um maior consumo de ração das aves alimentadas com 186 mEq/kg. Resultados iguais também foram encontrados por (BORGES, 2001), em experimento com frangos de corte submetidos a estresse térmico, encontrou um menor consumo de ração para as aves que receberam a dieta contendo 360 mEq/kg.

A massa de ovos não foi afetado ($P > 0,05$) pelo balanço eletrolítico da dieta, corroborando com resultados obtidos por JUNQUEIRA *et al.* (2000), que

não encontraram diferença na MO após alimentar poedeiras comerciais com diferentes balanços eletrolíticos na dieta. Porém, foram encontradas diferenças ($P < 0,05$) para conversão alimentar entre os tratamentos, sendo que a ração que continha 140 mEq/kg na dieta apresentou a pior CA. Estes dados corroboram com (FISCHER DA SILVA *et al.*, 1994), que em experimento realizado com frangos de corte, submetidos a estresse calórico, observaram melhor conversão alimentar a medida que se aumentava o valor do balanço eletrolítico. Estes dados também são semelhantes aos encontrados por JUNQUEIRA *et al.* (2000), que trabalhando com poedeiras comerciais, obtiveram uma CA maior com dietas contendo 196 mEq/kg, e menor com dietas contendo um balanço eletrolítico acima de 378 mEq/kg. Mostrando que as aves em estresse calórico tendem a consumir menos ração e ter uma melhor conversão alimentar quando alimentadas com dietas contendo uma maior quantidade de bicarbonato de sódio e carbonato de potássio.

Tabela 7. Produção de ovos (PRO), consumo diário de ração (CDR), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.

Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	Índices de Desempenho			
	PRO (%)	CDR (g)	MO (g)	CA (kg/kg de ovos)
140	79,29	28,71 a	10,83	3,37 a
196	79,14	28,12 ab	10,75	3,33 ab
241	81,00	27,83 b	10,85	3,25 ab
286	79,71	27,99 b	10,75	3,31 ab
320	82,14	27,64 b	10,78	3,15 b
P ¹	NS	<0,01	NS	0,03
PL ²	NS	NS	NS	NS
PQ ³	NS	NS	0,04	0,01
CV% ⁴	3,63	1,29	1,73	3,56
EPM ⁵	0,01	0,14	0,05	0,04

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).

¹Probabilidade da Análise de Variância, ²Probabilidade da Regressão Linear, ³probabilidade da Regressão Quadrática, ⁴Coefficiente de Variação, ⁵Erro Padrão da Média.

^I $\hat{Y} = -0,0013x + 11,052$ $R^2 = 0,10$

^{II} $\hat{Y} = 0,0002x + 3,4584$ $R^2 = 0,19$

Os resultados que expressam a qualidade de ovos (Peso de ovos (PO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema (CG)), em relação ao balanço eletrolítico encontram-se na tabela 9.

A relação entre o cloro, o sódio e potássio sobre a qualidade da casca do ovo, não está bem definida. Segundo COHEN e HURWITZ (1974), com o

aumento do nível de cloro dietético, decresce a relação sódio/cloro, assim é possível induzir uma acidose, reduzindo o bicarbonato plasmático. A acidose tem um efeito negativo sobre a qualidade da casca, devido a redução do bicarbonato plasmático. Alimentando as aves com mais sódio e/ou potássio se induziria as mesmas a uma alcalose, a qual poderia superar a acidose causada pela adição do cloro, com aumento na qualidade da casca do ovo (CALDERON, 1994).

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que houve uma melhora significativa ($p < 0,05$) na qualidade da casca dos ovos, quando se adequou o balanço eletrolítico da ração em 241 mEq/kg. A qualidade da casca dos ovos é determinada pela gravidade específica, peso e espessura da casca. O peso da casca foi maior 0,97 g quando as codornas receberam a ração contendo 241 mEq/kg, esse resultado é contraditório ao encontrado por MURAKAMI *et al.* (2003), que não verificaram diferença significativa na porcentagem de casca de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.

A espessura de casca também foi maior para o tratamento que continha 241 mEq/kg, no qual foi adicionado 0,25% de NaHCO_3 . Estes resultados corroboram com MAKLED e CHARLES (1987), que descreveram efeitos benéficos da adição de 0,25 ou 0,50% de NaHCO_3 em rações de poedeiras, as quais produziram ovos com cascas mais espessas. MILES e HARMS (1982) registraram que a adição de NaHCO_3 às dietas de poedeiras proporcionou significativa melhora na qualidade da casca dos ovos, quando observada a gravidade específica e espessura da casca.

Neste trabalho não foi encontrado uma correlação entre a gravidade específica e o peso de casca, enquanto para GE houve um efeito significativo ($P < 0,05$), para PC constatou-se efeito significativo ($P < 0,05$), sendo resultados contraditórios aos relatados por OLSSON (1934), que afirma que a gravidade específica (GE) dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca, podendo ser utilizada como método indireto na determinação da qualidade da casca. Resultado semelhante foi encontrado por ABDALLAH *et al.* (1993), que estudando a relação entre a porcentagem de ovos quebrados e a gravidade específica, observaram que a porcentagem de ovos trincados decresce com o aumento da GE.

Já BARRETO *et al.*, 2007, afirmam que a gravidade específica do ovo se eleva significativamente com o aumento dos níveis de Na na dieta das aves, entretanto não acharam diferença significativa no percentual de casca em relação aos níveis de Na, contratando com esses resultados FIGUEIREDO *et al.* (2004) e PIZZOLANTE (2005) verificaram que não houve efeito do nível de Na sobre a gravidade específica do ovo.

Tabela 8. Peso de ovos (PO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e coloração de gema (CG) no período experimental total, de codornas alimentadas com diferentes balanços eletrolíticos.

Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	Índices de Qualidade de Ovos						
	PO (g)	PG (g)	PA (g)	PC (g)	EC (mm)	GE	CG
140	10,93	3,35	6,63 ab	0,92 ab	0,202 b	1077,9	3,71
196	11,02	3,39	6,75 ab	0,93 ab	0,199 b	1078,6	3,48
241	11,29	3,38	6,90 a	0,97 a	0,211 a	1080,2	3,60
286	11,00	3,20	6,54 b	0,91 b	0,200 b	1080,2	3,67
320	10,72	3,27	6,55 b	0,89 b	0,199 b	1078,6	3,64
P ¹	NS	NS	<0,01	<0,01	<0,01	NS	NS
PL ²	NS	NS	NS	NS	NS	<0,01 ^V	NS
PQ ³	NS	0,04 ^I	<0,01 ^{II}	<0,01 ^{III}	0,02 ^{IV}	NS	0,02 ^{VI}
CV% ⁴	3,30	4,50	2,96	3,41	1,95	0,17	4,51
EPM ⁵	0,07	0,03	0,04	<0,01	<0,01	0,33	0,03

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).

¹Probabilidade da Análise de Variância, ²Probabilidade da Regressão Linear, ³probabilidade da Regressão Quadrática, ⁴Coefficiente de Variação, ⁵Erro Padrão da Média.

^I $\hat{Y} = -8E-06x^2 + 0,003x + 3,102$ $R^2 = 0,13$

^{II} $\hat{Y} = -3E-05x^2 + 0,0126x + 5,441$ $R^2 = 0,23$

^{III} $\hat{Y} = -6E-06x^2 + 0,0024x + 0,697$ $R^2 = 0,30$

^{IV} $\hat{Y} = -7E-07x^2 + 0,0003x + 0,1728$ $R^2 = 0,17$

^V $\hat{Y} = 0,0078x + 1077,3$ $R^2 = 0,10$

^{VI} $\hat{Y} = 2E-05x^2 - 0,0075x + 4,4128$ $R^2 = 0,1059$

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o balanço eletrolítico da ração (Na+K-Cl) interferiu no desempenho e na qualidade de ovos de codornas japonesas na fase de produção, quando submetidas a um estresse calórico.

Dietas com 241 mEq/kg, melhoram o desempenho zootécnico e a qualidade de ovos de codornas japonesas durante o período de verão.

5. REFERÊNCIAS

ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v.72, p.2038-2043, 1993.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; MOURA, W.C.O.; COSTA, C.H.R.; SOUSA, M.F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007.

BORGES, S.A. **Balço Eletrolítico e sua Interrelação com o Equilíbrio Ácido-Base em frangos de Corte Submetidos a Estresse Calórico**. Jaboticabal, 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2001.

CALDERON, C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. FACTA, Conferência APINCO 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...** p.35-66, 1994.

COHEN, I e 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.

CRUZ, V.C.; FERNANDEZ, I.B.; TRAVA, C.M.; SEDANO, A.A.; PICCININ, A.; MAIOLI, M.A. Suplementação dietética com Selênio e Zinco orgânicos na qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas submetidas a estresse térmico. In: 46a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. **Anais...** Maringá, 2009.

FISCHER DA SILVA, A. V., FLEMMING, J. S., FRANCO, S. G. Utilização de diferentes sais na prevenção do estresse calórico de frangos de corte criados em clima quente. **Revista Setor de Ciências Agrárias**, v. 13, p. 287-92, 1994.

FIGUEIREDO, G. O.; KATO, R. K.; BERTECHINI, A. G.; BRITO, J. A. G.; FUKAYAMA, E. H., QUEIROZ, L. S. B. Níveis de sódio para codornas japonesas (*Coturnix Coturnix japonica*) no verão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2., CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras, 2004. p. 216.

FURLAN, R.L. **Efeitos do estresse hídrico, alimentar e térmico sobre parâmetros físicos e químicos do sangue de cinco linhagens comerciais de frangos de corte**. 1992. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FURLAN, R.L.; FISCHER DA SILVA, A.V.; BORGES, S.A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.51-73.

GRIZZLE, J., IHEANACHO, M., SAXTON, A. *et al.* Nutritional and environmental factors involved in egg shell quality of laying hens. Br. **Poultry Science**. 33(4):781-784, 1992

JUNQUEIRA, O.M.; CAMARGO-FILHO, B.; ARAUJO, L.F. *et al.* Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1110-1116, 2000.

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

MAKLED, M.N., CHARLES, O.W. Eggshell quality as influenced by sodium bicarbonate, calcium source and photoperiod. **Poultry Science**, 66(4):705-712, 1987.

MILES, R.D., HARMS, R.H. Relationship between egg specific gravity and plasma phosphorus form hens fed different dietary calcium, phosphorus and sodium levels. *Poult. Sci.*, 61(1):175-177, 1982.

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. Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. *World's Poultry Science Journal*, Beekbergen, Netherlands. v.24, p. 200-230, 1968.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications. *Proceedings of the Poultry Nutrition Society*, p. 285-294, 1981.

MORO, D. Sistemas de aquecimento em instalações avícolas na fase inicial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p.139.

MURAKAMI, A.E., FIGUEIREDO, D. F., PERUZZI, A. Z., FRANCO, J. R. G. F., SAKAMOTO, M.I. Níveis de Sódio para Poedeiras Comerciais no Primeiro e Segundo Ciclos de Produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v,32, n.6, p.1674-1680, 2003.

OLSSON, N. **Studies on specific gravity of hen's eggs**. Otto Harrassowitz: Leipzig, 1934. 89 p.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. *et al.* Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, CONSUMO DE OVOS E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS - APA. **Anais...** São Paulo: p.89, 2005.