

MARCELLE SANTANA DE ARAUJO

**NÍVEIS DE CROMO ORGÂNICO NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS,
MANTIDAS SOB ESTRESSE POR CALOR, NA FASE DE POSTURA**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de “*Magister Scientiae*”

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T	Araujo, Marcelle Santana de, 1978-	
A663n	Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas	
2005	japonesas, mantidas sob estresse por calor, na fase de	
	postura / Marcelle Santana de Araujo. – Viçosa : UFV,	2005.
	xi, 35f. : il. ; 29cm.	
	Orientador: Sergio Luiz de Toledo Barreto.	
	Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de	
	Viçosa.	
	Referências bibliográficas: f. 31-35.	
	1. Codorna - Nutrição. 2. Minerais na nutrição animal.	
	3. Codorna - Condições climáticas. 4. Codorna - Registros	
	de desempenho. 5. Ovos - Qualidade. 6. Codorna -	
	Imunologia. 7. Bioclimatologia. I. Universidade Federal de	Viçosa.
II. Título.		
	CDD 22.ed. 636.594	

MARCELLE SANTANA DE ARAUJO

**NÍVEIS DE CROMO ORGÂNICO NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS,
MANTIDAS SOB ESTRESSE POR CALOR, NA FASE DE POSTURA**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de “*Magister Scientiae*”

APROVADA: 07 de julho de 2005.

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof^a. Rita Flavia Miranda de Oliveira
(Conselheira)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

Dr. André Viana Coelho de Souza

Prof. Sergio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

À Deus pela minha vida maravilhosa;

Ao meu pai e a minha mãe, verdadeiros amigos e conselheiros, pelo amor, sinceridade e confiança em mim depositados, dedicação e ensinamentos;

Ao meu irmão, pela amizade, respeito e preocupação;

Ao meu marido, pelo amor, compreensão e força;

À todos amigos e familiares pelo apoio constante;

À todos os animais que já passaram pela minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelas oportunidades, por ter me dado uma família excelente e por ser Piedoso.

Aos meus pais, Jorge e Edna, maravilhosos e atenciosos a quem devo tudo que consegui na vida e por atenderem todas as minhas vontades.

Ao meu irmão, Marcelo, que me guiou para o curso de Zootecnia, e quem eu sei que poderei recorrer sob qualquer circunstância.

Ao meu marido, Sergio Zanetti, por uma dedicação incomparável, paciência e apoio em todos os momentos.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram em tudo, em especial à minha avó Lea, pelos conselhos e atenção.

À todos meus cães, gatos e aves.

Aos meus amigos Silvano Bünzen e Regina Tie Umigi, por me escutarem e terem sempre algo de bom para me dizer.

Ao amigo André Viana pelas oportunidades e força nas horas mais difíceis.

Ao casal Tatiana e Harvey e à amiga Elayna, pela amizade e bons exemplos.

À Lourdes, Marwell, Roberta, Elenice, Lincoln, Jefferson, Carlos Henrique, Weylisson, Guilherme, Alfredo, Anderson, Elisa, Sandra, Will, Eric, Ana Paula, Gustavo, Alysson, Renata, Paulinha e Sheila, pela paciência.

Ao meu orientador Sergio Barreto pela amizade, ensinamentos e constante presença.

Aos professores Juarez Donzele e Rita Flavia Oliveira pela dedicação, Darci Clementino pela amizade, Luis Albino pelos ensinamentos e Giovanni, pelas oportunidades.

Aos funcionários do Aviário e do DZO, Elísio, Zé Lino, Mauro Godoi, Adriano, Chulipa, Adilson, Celeste, Venâncio, Marcia, Rosana, Edson, Cleone, Iraci, Cida, Joelso, Fernanda e Mario.

Em especial, à Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso; à Fundação de Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo e à empresa POLINUTRI, que gentilmente permitiu a presença do Dr. André Viana para compôr a banca de avaliação deste trabalho.

À todas as pessoas que passaram pela minha vida e que me deram exemplos bons e ruins e que, de alguma forma, me ajudaram a crescer.

BIOGRAFIA

MARCELLE SANTANA DE ARAUJO, filha de Jorge Machado de Araujo e Edna Santana de Araujo, nasceu em 10 de julho de 1978, na cidade de São João de Meriti, Estado do Rio de Janeiro.

Em abril de 1999 iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, colando grau em agosto de 2003.

Em setembro de 2003, ingressou-se no curso de pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos e defendendo tese em 7 de julho de 2005.

ÍNDICE

	Págs
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
1 – Introdução.....	1
2 – Revisão de Literatura.....	5
2.1 – Efeitos da temperatura ambiente.....	5
2.1.1 – Sobre o desempenho das aves.....	5
2.1.2 – Sobre o “ status” imunológico das aves.....	6
2.2 – Bioquímica e papel fisiológico do cromo no organismo.....	7
2.3 – Efeitos da suplementação do cromo na dieta das aves.....	9
3 – Material e Métodos.....	13
4 – Resultados e Discussão.....	21
5 – Conclusão.....	30
Referências Bibliográficas.....	31

RESUMO

ARAUJO, Marcelle Santana de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005.
Níveis de Cromo Orgânico na Dieta de Codornas Japonesas, Mantidas sob Estresse por Calor, na Fase de Postura. Orientador: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Conselheiros: Juarez Lopez Donzele e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

O experimento foi conduzido no Setor de Bioclimatologia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar o efeito da adição de cromo orgânico (Cr) na alimentação de codornas japonesas em fase inicial de postura, mantidas em condição de estresse por calor (32°C), em salas climatizadas. Foram alojadas, em gaiolas metálicas, 600 codornas com 63 dias de idade e peso inicial médio de 158,6 g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, 12 repetições e 10 aves em cada unidade experimental. As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com cinco níveis de Cr (na forma do complexo cromo-metionina) em substituição ao inerte (0, 500, 1000, 1500 e 2000 ppb). O teste de Willians ao nível de significância (α) de 5% e a análise de variância foram utilizados para a análise de cada variável estudada, como produção de ovos (taxa de postura por ave-dia, taxa de postura por ave alojada e taxa de postura de ovos comercializáveis), peso de ovo, consumo de ração, conversão alimentar (por kg de ovos e por dúzia de ovos), massa de ovos, peso específico, componentes do

ovo (peso e porcentagem de gema, de casca e de albúmen), unidade Haugh, espessura de casca e peso (absoluto e relativo) do fígado e do baço. O nível de 500 ppb de cromo proporcionou melhora ($P<0,05$) na produção de ovos comercializáveis e nos pesos absoluto e relativo do baço. Os valores de unidade Haugh e de porcentagem de albúmen reduziram ($P<0,05$) a partir da inclusão de 1000 ppb de Cr, e os de espessura de casca reduziram ($P<0,05$) a partir da inclusão de 500 ppb de Cr na dieta das codornas. O consumo de ração aumentou ($P<0,05$) ao nível de 2000 ppb. As demais variáveis não foram influenciadas estatisticamente pelos níveis crescentes de suplementação de Cr. Conclui-se que o nível de 500 ppb de inclusão de Cr na dieta é indicado para aumento da produção de ovos comercializáveis e melhoria do sistema imune de codornas japonesas em fase de postura, submetidas à situações de estresse por calor.

ABSTRACT

ARAUJO, Marcelle Santana de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July, 2005.
Organic Chromium Levels on Laying Japanese Quail Diet, Under Heat Stress.
Adviser: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Committee Members: Juarez Lopez Donzele and Rita Flávia Miranda de Oliveira.

The experiment was conducted in Bioclimatology Sector of Zootecnia Department of Viçosa Federal University. The objective was to evaluate the effects of the addition of organic chromium on the feed of Japanese quail on initial phase of laying, under heat stress. Six hundred quail were used with sixty three days old, and 162,20g initial average body weight, they were fed diets made mainly from corn and soybean meal, supplemented with five levels of chromium on substitution on inert (0, 500, 1000, 1500 e 2000 ppb), for this the methionine-chromium was used. The experimental design was completely randomized with each treatment had twelve repetitions, one hundred twenty birds and composed by ten birds in each experimental unit. The least level to a significant answer with the Cr inclusion on diets was got with the Williams' test on 5% significance level and variance analysis on each variable, they are, egg production (total egg production, egg production by lodged bird and commercial egg production), weight

egg, feed intake, feed conversion (by egg mass (kg) and by dozen of egg), egg mass, specific weight, egg components (yolk, eggshell and white weight and percentage), Haugh Unit, eggshell thickness and liver and spleen weight (absolute and relative). Cr supplementation 500 ppb increased ($P<0,05$) the egg commercial production and spleen absolute weight and spleen relative weight. The Haugh Unit and white percentage were negative effected ($P<0,05$) with the Cr inclusion 1000 ppb on birds diet. The eggshell thickness was negative effected ($P<0,05$) with the Cr inclusion 500 ppb on laying japanese quails diet. The Cr level at 2000 ppb increased fed intake ($P<0,05$). The others variables were no statistics influenced by differents Cr levels supplementation. The results gets concluded that Cr supplementation at 500 ppb was able to improve the egg comercial production and spleen absolute and relative weight.

1 – Introdução

A criação de codornas para fins de produção alcança a cada ano um espaço de destaque no ramo da avicultura, como um produto alternativo, na produção de carne e de ovos, de alta qualidade e de fácil manejo. A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) chegou ao Brasil por volta dos anos 60, e teve aumento significativo na produção, na década de 90, segundo a APAC - Associação Paulista de Coturnicultura. Características como pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, pequeno intervalo de geração, maturidade sexual precoce e alta taxa de crescimento inicial fizeram da codorna uma ave excelente para as instituições de pesquisa, assim como para produtores, de diferentes regiões.

O Brasil, como país tipicamente de clima tropical, quente e úmido, freqüentemente, favorece a exposição das aves a temperaturas acima da sua zona de termoneutralidade, faixa compreendida entre 18 e 24°C. As altas temperaturas dificultam a troca de calor corporal com o ambiente, conseqüentemente predispõem as aves ao estresse por calor e interferem, significativamente, nos seus índices produtivos.

Na zona termoneutra, as aves despendem relativamente pouca energia para manter a homeotermia, assim, quase toda energia assimilada da dieta é destinada para processos produtivos.

Visto que algumas variáveis ambientais, como a temperatura e a umidade, podem gerar efeitos negativos sobre a produção e o bem-estar, se faz necessário que, freqüentemente, estas sejam bem monitoradas e manejadas, a fim de se maximizar a produção.

A alta temperatura exerce influência sobre os animais, de modo a reduzir consumo de ração e de nutrientes, que são essenciais às funções fisiológicas, como por exemplo, os minerais, além de aumentar a sua taxa de excreção.

Os minerais constituem uma parte importante do organismo animal, representando cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves. E, são considerados elementos essenciais para uma boa nutrição, além de exercerem funções extremamente variadas no organismo dos animais, como ativação das reações bioquímicas por meio da ativação de sistemas enzimáticos, participação do processo de absorção e transporte de nutrientes no organismo. Em animais submetidos à condições de estresse por calor ocorre a excessiva excreção urinária de minerais (Lien et al., 1999), o que pode resultar em alteração nas exigências nutricionais.

Dentre os minerais estudados, em ambientes de estresse, está o cromo (Cr) considerado elemento traço essencial para humanos e animais, requerido para um correto metabolismo de carboidratos e lipídeos a nível molecular (Vincent, 2001).

Níveis adequados de nutrientes e técnicas de manejo, para cada região e fase de criação, vêm sendo estabelecidas.

Na criação de codornas, a produção e a qualidade do ovo, têm recebido destaque nas pesquisas, tanto de exigências nutricionais quanto da utilização de nutrientes que melhorem os índices zootécnicos da criação, ou seja, que aumentem valores como taxa de postura e diminuam os de conversão alimentar.

O estresse pode ser causado por diversas classes de fatores, entre eles os fatores físicos, como a temperatura ambiente. Em climas tropicais e subtropicais, a exemplo do Brasil, a radiação solar intensa e os elevados valores da temperatura e da umidade relativa do ar no verão, geram condições de desconforto térmico quase permanentes às aves, prejudicando seu desempenho produtivo e sendo incluído entre os principais problemas que afetam a exploração avícola (Tinôco, 1994).

Com a finalidade de minimizar os danos resultantes do estresse por altas temperaturas, muitas são as modificações que podem ser aplicadas ao ambiente, isto é,

desde modificações onerosas para refrigerar galpões até métodos de manipulação nutricional.

A adição de nutrientes funcionais como vitamina C, vitamina E, Selênio e Cromo (Cr) têm se mostrado eficientes em melhorar o desempenho de aves pela redução dos efeitos negativos causados pelo calor (Sahin et al., 2003) ou pelo frio (Sahin et al., 2001, 2002b, c, d).

Dentre os nutrientes mais pesquisados destaca-se o cromo, que quando empregado nas dietas de aves, mostra-se potente em reduzir os efeitos negativos causados pelo estresse por calor, mantendo elevada a produtividade e a qualidade dos ovos.

A indústria procura cada vez mais ovos de qualidade e com maior tempo de prateleira, ou seja, que apresentem características de um fácil processamento e de um tempo maior de conservação.

A elevada temperatura ambiental tem como principal característica influenciar negativamente as qualidades interna e externa do ovo. Indiretamente, por reduzirem a ingestão de alimentos, diminuem a produção de calor corpóreo e, portanto, a energia térmica associada à produção (Harrison, 1995), comprometendo a qualidade do ovo.

O organismo animal funciona como fonte de calor, necessitando de um gradiente térmico com o meio, a fim de se realizar sua atividade vital e manter a homeotermia. Assim, um ambiente é considerado confortável para a ave quando o calor resultante de seu metabolismo é perdido para o meio ambiente sem prejuízo para o seu rendimento, o que dificilmente ocorre nos meses quentes do Brasil (Tinôco, 1994).

Com o intuito de reverter esta situação, técnicas nutricionais vem sendo utilizadas na tentativa de maximizar a qualidade interna do ovo, associada à características favoráveis também para a indústria de ovos de conserva.

Além de influenciar as características de qualidade do ovo, a exposição das aves a temperaturas extremas, por prolongado período de tempo, pode gerar efeitos adversos ao sistema imune (Dietert & Golemboski, 1994) e influenciar consideravelmente o “status” imunológico, bem como diminuir a capacidade das respostas imune e a proteção do indivíduo contra doenças.

A suplementação das dietas com Cr orgânico tende a melhorar o sistema imune, em função da sua influência nas concentrações de hormônios glicocorticóides, os quais

deprimem as funções imunológicas. Assim, o Cr se mostra capaz de amenizar a imunodepressão causada pelo cortisol (Sahin et al., 2003).

Em vista da escassez de informações sobre o nível de utilização do Cr na dieta de codornas no Brasil e no exterior e, visando a melhoria na produtividade da espécie *Coturnix coturnix japonica*, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação do Cr orgânico na dieta sobre o desempenho de codornas japonesas, mantidas em ambiente de estresse por calor, na fase de produção.

2 - Revisão de Literatura

2.1 - Efeitos da temperatura ambiente

2.1.1 - Sobre o desempenho das aves

As aves apresentam melhor desempenho quando criadas em zona de termoneutralidade compreendida entre 18 a 24°C. Quando são mantidas dentro desta faixa de temperatura, tem-se a maximização do potencial genético: com aumento na produção de ovos ou no ganho de peso, e melhoria significativa na conversão alimentar e na qualidade do produto final.

Altas temperaturas resultam em redução do consumo alimentar, do ganho de peso e da eficiência alimentar (Sahin et al., 2003), afetando negativamente o desempenho das aves. Sendo comum no clima brasileiro, principalmente durante os meses mais quentes do ano, temperaturas acima de 30°C, as quais representam condições de estresse por calor, para esses animais.

Trabalhando com codornas japonesas, mantidas em ambiente de estresse por calor, Sahin et al. (2002a), verificaram redução de proteínas plasmáticas e notável aumento das concentrações de glicose do sangue das aves. Os autores comentam que

temperaturas elevadas também resultam em decréscimo das concentrações de minerais e vitaminas, do soro e dos tecidos de aves, assim como em humanos.

Além disso, a taxa de turnover protéico do músculo esquelético também é influenciada pela temperatura ambiente, sendo a síntese e a quebra de proteína processos que demandam grande gasto de energia. Desse modo, a temperatura ambiental tende a influenciar intensamente no crescimento dos animais, devido às mudanças nas funções endócrinas dos mesmos (Yunianto et al, 1997).

2.1.2 - Sobre o “status” imunológico das aves

O baço é um dos órgãos linfóides secundários que tem, também, a função de “filtrar” o sangue. Os macrófagos do baço, denominados histiócitos, fagocitam hemácias senis e substâncias estranhas indesejadas. Estas células, quando estimuladas produzem citocinas que atraem células inflamatórias, especialmente os neutrófilos, sendo responsáveis pelo processo inflamatório e a liberação de interleucina 2 (IL-2), quadro este que leva à manifestações sistêmicas, como por exemplo, febre.

As células NK (Natural Killer) constituem um subgrupo de linfócitos e são encontradas principalmente no baço, no sangue e nos tecidos linfóides. As NK detectam células, vírus e bactérias estranhas ao hospedeiro, destruindo-as por meio da liberação de linfotóxicos, logo após serem ativadas por interleucinas liberadas pelos linfócitos T respondedores.

Assim, no estresse crônico em especial no calor, vários autores observaram o aumento da concentração de corticosterona no sangue de aves (Sahin et al., 2002a; Yunianto et al., 1997). Por sua vez, a presença de altas concentrações deste hormônio catabólico, resulta em alterações metabólicas (Malheiros et al., 2003). Este último autor verificou a involução do baço e da bolsa de Fabricius quando frangos de corte foram alimentados com dieta suplementada com corticosterona.

Sandoval et al. (2005) citam que situações de estresse levam a involução do sistema linforreticular, que inclui a atrofia do timo, da bolsa de Fabricius e do baço. A

perda de peso, acompanhada da atrofia e regressão dos órgãos linfóides constitui um indicador muito sensível de estresse pelas aves.

Contudo, os efeitos negativos causados pelo estresse, mais especificamente pela corticosterona, podem ser minimizados com o uso de nutrientes funcionais como o Cr, pelo fato deste elemento ser capaz de diminuir a concentração de corticosterona no sangue. Sahin et al. (2002a) em estudos com codornas japonesas avaliando as concentrações de corticosterona e insulina no soro, após a suplementação da dieta das aves com níveis crescentes de Cr, verificaram queda da concentração de corticosterona e aumento de insulina, os quais são hormônios naturalmente antagônicos.

Nos próximos itens desta revisão serão mencionados outros efeitos da suplementação do Cr na dieta de aves.

2.2 - Bioquímica e papel fisiológico do Cromo

Entre os vários modos de se tentar amenizar os problemas causados pelo calor, nutricionalmente, o Cr tem sido relatado como sendo gerador de efeitos positivos na taxa de crescimento, na produção de ovos e na eficiência alimentar de aves submetidas às condições de estresse por calor (Sahin et al., 2003).

O uso do Cr, na alimentação animal, começou a ser estudado, em função de suas, bem vistas, interferências fisiológicas e dos males desnecessários da sua deficiência.

Fisiologicamente, o Cr potencializa a atividade do hormônio insulina através da sua presença em uma molécula organometálica conhecida por GTF - Fator de tolerância à glicose (Sahin et al., 2003; Rosebrough & Steele, 1981), envolvido, também, no metabolismo de lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos (Steele & Rosebrough, 1981).

O complexo GTF parece potencializar a atividade da insulina, de modo a facilitar sua ligação aos seus receptores de membrana, podendo assim aumentar a taxa de glicose que entra na célula, em função do aumento da frequência do transporte por difusão facilitada (Rosebrough & Steele, 1981), ou ainda, devido o aumento da

sensibilidade dos seus receptores celulares ou por ativação da ligação hormônio-receptor (Ward, 1994).

A insulina, por sua vez, pode estimular o anabolismo e inibir o catabolismo, e conseqüentemente, aumentar o reconhecimento da glicose presente no sangue e sua utilização pelas células (Steele & Rosebrough, 1981; Cupo & Donaldson, 1987). Entretanto, a insulina inibe a gliconeogênese e deprime a lipólise dos adipócitos através da redução da atividade de duas enzimas ligadas a formação de tecido adiposo, a adenilato-ciclase e a lipase-hormônio sensível (Lambert & Jacquemin, 1979). A insulina pode estimular a utilização de glicose por meio da formação de acetil-CoA e de NADPH e, também, aumentar a atividade da piruvato-desidrogenase, acetil-CoA carboxilase e citrato liase, promovendo, então, a lipogênese.

O Cr também apresenta função antioxidante (Sahin et al., 2002a), possuindo efeito de proteção do tecido pancreático contra danos causados por oxidações, provavelmente incluindo as secreções das enzimas digestivas, aumentando a retenção de nitrogênio e de minerais (Sahin et al., 2002b). Além disso, o Cr é excretado excessivamente durante o estresse por calor (El Husseny & Creger, 1981), aumentando, então, seu requerimento, no caso de aves criadas sob tal situação.

Segundo Sahin et al. (2003), a deficiência de Cr pode interromper o metabolismo de carboidratos e de proteínas, reduzir a sensibilidade de tecidos periféricos à insulina e prejudicar a taxa de crescimento, pois é considerado essencial para ação de certas enzimas e para a estabilização de proteínas e de ácidos nucléicos (Sahin et al., 2001).

Estudando frangos de corte, Lien et al. (1999) ao suplementar com 1600µg de Cr/ kg de dieta, na forma de picolinato de cromo (CrPi), verificaram aumento no ganho de peso e redução no conteúdo de lipídio abdominal na 6ª semana de idade, em relação às aves que receberam a dieta controle. Este resultado implica que a massa muscular dos animais suplementados com Cr, pode ter sido maior do que daqueles que não receberam suplementação. Comprovando, assim, uma outra função da insulina, que é a incorporação de aminoácidos em proteínas, no fígado e na maioria dos outros tecidos, em função do aumento da afinidade dos aminoácidos pelo mecanismo de transporte à nível de membrana celular.

Quando empregado nas dietas de aves, o Cr pode amenizar os efeitos negativos causados pelas altas temperaturas ambientais. O calor faz com que as concentrações sanguíneas de corticosterona aumentem e as de insulina, diminuam, debilitando o sistema imunológico das aves. Sahin et al. (2003) relatou que o Cr pode estar envolvido na função imunológica devido a mudanças das concentrações de glicocorticóides, os quais deprimem o sistema imune. Assim, a suplementação deste mineral na dieta pode aliviar a indução imunodepressora causada pelo cortisol.

2.3 - Efeitos da suplementação de cromo na dieta das aves

Vários autores vêm pesquisando a ação de fontes de Cr em diversas espécies animais, de modo a verificar seus benefícios. O aumento da produção e da qualidade dos ovos, do ganho de peso e a redução da mortalidade podem ser verificados em aves, mantidas sob estresse por calor, que são alimentadas com dietas contendo Cr suplementar. O Cr age como inibidor dos efeitos negativos causados por diversas situações de estresse, entre elas, as altas e as baixas temperaturas ambientais, as quais deprimem o sistema imune pela mudança das concentrações hormonais causada nos animais.

Trabalhando com frangos de corte, machos de 15 a 27 dias de idade, submetidos às temperaturas entre 16 e 34°C, distribuídos em 3 experimentos, Yunianto et al. (1997) verificaram aumento da concentração plasmática de corticosterona, entre 18 e 34°C, indicando que as aves estavam sob estresse e assim pôde concluir que as concentrações plasmáticas deste hormônio aceleraram o turnover protéico do músculo e a produção de calor, mostrando grande influência da temperatura ambiente nestas duas características.

Ao utilizar pintos de corte, de 1 a 42 dias de idade, à temperatura de 32°C, alimentados com dieta suplementada com vitamina C e/ou Cr, Sahin et al. (2003) relatam que a temperatura acima da zona termoneutra, foi responsável por aumentar a secreção de corticosterona no sangue das aves que receberam a dieta controle, em resposta ao estresse por calor. Em estudos anteriores, estes mesmos autores, puderam comprovar a ação antagônica entre os hormônios corticosterona e insulina.

Avaliando poedeiras, com 46 semanas de idade, mantidas em ambiente sob temperatura de $6,9 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, Sahin et al. (2001), relataram que aves alimentadas com dieta suplementada com $400\mu\text{g}$ de Cr/ kg de dieta apresentaram aumento na concentração plasmática de insulina e diminuição na de corticosterona, em relação aos animais que receberam a dieta controle.

Sahin et al. (2002c), trabalhando com suplementação de Cr e/ou zinco concluíram que a suplementação com $400\mu\text{g}$ de Cr/ kg de dieta provocou aumento nas concentrações de insulina e diminuição das de corticosterona, obtendo efeitos positivos no desenvolvimento de poedeiras mantidas em baixa temperatura ambiente ($6,8^{\circ}\text{C}$), quando comparados aos resultados daquelas que receberam dieta basal.

Avaliando a suplementação de Cr na dieta de codornas japonesas, com 45 dias de idade, mantidas sob estresse calórico ($32,5 \pm 3,7^{\circ}\text{C}$), Sahin et al. (2002a), verificaram aumento na concentração de insulina no soro e queda na concentração de corticosterona com os crescentes níveis de Cr das dietas (0 a $1200\mu\text{g}$ de Cr/ kg de dieta).

Do mesmo modo, Sahin et al. (2002e), trabalhando com galos relataram que as concentrações de glicose e de colesterol diminuíram, enquanto que as de proteína aumentaram linearmente com o aumento do nível de Cr nas dietas e concluíram que 1200 ppb de Cr foi capaz de reduzir os efeitos negativos do estresse por calor ($32,8^{\circ}\text{C}$).

Com o fato de que as concentrações de insulina aumentam na presença do mineral orgânico, Cr, e que este hormônio seja o principal responsável pela absorção de glicose pelas células de diversos tecidos, sugere-se que dietas suplementadas com Cr aumentem a disponibilidade de energia às células do organismo. Além disso, a insulina está envolvida em diversas outras funções fisiológicas, como a síntese protéica, melhorando o desenvolvimento e, conseqüentemente a produção.

Ao avaliar o efeito da suplementação de Cr e/ou de vitamina C na dieta de frangos de corte criados sob estresse por calor (32°C), Sahin et al. (2003) também verificaram que a elevação da concentração de insulina pode ter aumentado a utilização de glicose resultando, assim, em aumentos na concentração de proteína sanguínea, no ganho de peso, na eficiência alimentar e nas características de carcaça, e queda das concentrações de glicose e de colesterol. Tais ocorrências levam a crer que o aumento das concentrações de insulina de acordo com a diminuição das de glicose servem, novamente, de evidência de que a rota fisiológica do Cr como cofator da insulina é um

potencializador da ação deste hormônio, levando a respostas de aumento de desempenho.

Suplementando a dieta de frangos de corte, de 1 dia a 6 semanas, com 5 níveis crescentes de Cr (de 0 a 3200µg de Cr/ kg de dieta), Lien et al. (1999) notou redução significativa da concentração de glicose e de insulina no soro, discordando dos outros autores neste último parâmetro, além de aumento do consumo de ração e do ganho de peso, e, ainda, aumento no crescimento e redução na gordura abdominal, concluindo que o nível de 1600µg de Cr/ kg de dieta foi o ideal de suplementação de Cr na dieta de frangos de corte.

Sahin et al. (2002a) utilizando codornas japonesas, mantidas sob estresse por calor, relataram que a diminuição da concentração de glicose no sangue é provavelmente devido ao aumento da concentração de insulina que, por sua vez, aumenta a utilização de glicose, notando também, elevação da concentração de proteína e redução de colesterol no plasma. Fatores que propiciaram a elevação do ganho de peso, do consumo alimentar, da produção de ovos e da melhora da eficiência alimentar, além de obter maiores valores de peso dos ovos, de espessura de casca, da gravidade específica dos ovos e da unidade Haugh do ovo.

Resultados semelhantes puderam ser observados por Sahin et al. (2002c), quando avaliou poedeiras sob estresse por frio, alimentadas com dieta suplementada com 400µg de Cr/ kg de dieta.

Em experimento, onde compararam dois grupos de aves, mantidas em temperaturas diferentes (18°C x 6°C), Sahin et al. (2002d), observaram que a produção e a qualidade dos ovos foram significativamente reduzidos em estresse de baixa temperatura, comparando somente as dietas basais, em relação à temperatura de 18°C, e que a suplementação com Cr proporcionou aumento no peso corporal, no peso dos ovos, na produção de ovos e na eficiência alimentar de poedeiras mantidas em estresse por frio (6°C) quando comparadas com o grupo que recebeu dieta sem suplementação com Cr.

Contudo, o Cr parece não somente tender a melhorar características de carcaça e de produção, mas também, como já mencionado, capaz de reverter uma situação de deficiência causada pelo calor excessivo, que promove aumento da taxa de excreção de minerais e, conseqüente, aumento do requerimento destes nutrientes. Desse modo,

sugere-se que este seja um dos principais motivos que levem aos resultados positivos do Cr no metabolismo, uma vez que suplementações de Cr, nas dietas, levarão a efeitos significativos sob condições de deficiência deste mineral, ou seja, uma vez que a necessidade do mineral já esteja atendida, a adição de mais Cr não levará a respostas positivas (Lien et al., 1999).

3 - Material e Métodos

Aos 35 dias de idade, 600 codornas japonesas, com peso inicial médio de 158,6 g foram selecionadas de um plantel de 1000 aves, de acordo com a conformação e peso corporal, e, posteriormente, alojadas em baterias metálicas apropriadas para codornas japonesas em fase de postura. Os animais foram alojados em uma sala no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG.

Cada bateria foi composta por cinco gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 96 x 37 x 16 cm (largura x profundidade x altura), sendo uma gaiola por andar e três divisórias (unidade experimental) por gaiola. Em cada unidade experimental, com 1.184 cm², foram alojadas 10 aves. Sob o piso das gaiolas foi colocada uma bandeja de chapa metálica galvanizada, encapada com plástico preto, para o recolhimento das excretas. As gaiolas foram equipadas com comedouros e bebedouros, em chapa metálica galvanizada e cano de PVC - poli (cloro de vinila) - respectivamente, ambos colocados percorrendo toda a extensão da gaiola, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior. Cada comedouro foi equipado com duas divisórias em madeira, coincidindo com largura de cada unidade experimental.

A temperatura foi medida duas vezes ao dia (8 e 16h), por meio de termômetros de máxima e de mínima, mantidos a altura média das baterias e, posicionados no centro da sala.

A água foi trocada três vezes por dia (8, 13 e 17h) e as dietas foram fornecidas duas vezes, no mesmo período. A coleta dos ovos foi realizada diariamente, no horário da manhã, logo após o manejo.

A iluminação do ambiente foi feita por quatro lâmpadas fluorescentes controladas por timer. A partir dos 40 dias de idade das aves, o fornecimento foi de 14 horas de luz artificial por dia, com aumentos semanais de uma hora até chegar ao total de 17 horas de luz diária.

A dieta fornecida para as aves, neste período pré-experimental, foi a mesma fornecida na fase de cria e recria (24% de proteína bruta (PB) e 2.900kcal de energia metabolizável (EM)) até que as aves atingissem uma taxa de postura de 10% (60 ovos), o que aconteceu aos 50 dias de idade, quando então, iniciou-se o fornecimento gradual da dieta de postura (20% de PB e 2.900kcal de EM). Inicialmente, misturou-se 1/3 da dieta de postura, depois de três dias aumentou-se para 2/3 e, com quatro dias, distribuiu-se somente a dieta de postura.

A fase experimental foi realizada no Laboratório de Bioclimatologia do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG.

Aos 68 dias de idade, 600 codornas japonesas, já alojadas em baterias e com produção média de 81,3%, foram transferidas para as salas climatizadas, com dimensões 5,70 x 2,85 (Sala 1) e 5,40 x 3,90 (Sala 2), onde permaneceram durante 63 dias. Cada sala foi composta por seis repetições de cada um dos tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos (níveis de cromo), 12 repetições e 10 aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e de farelo de soja, sendo isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoácídicas, e atenderam as exigências nutricionais preconizadas pelo NRC (1994), exceto para lisina, que foi baseada na recomendação de Pinto et al. (2003), para cálcio, baseada nos resultados de Pereira (2004) e para relação de aminoácidos (metionina + cistina = 99%, treonina = 73% e triptofano = 27%), dando-se continuidade aos trabalhos já desenvolvidos no departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para a espécie *Coturnix*

coturnix japonica, exceto para as relações aminoacídicas, que foram baseadas nas relações estabelecidas para galinhas poedeiras leves.

Os níveis de Cr das dietas foram obtidos pela substituição do inerte (areia) por cromo-metionina, resultando nos níveis de 0, 500, 1000, 1500 e 2000 ppb, conforme consta na Tabela 1.

As dietas foram fornecidas duas vezes por dia, às 8 e 16h, com o cuidado de se evitar desperdícios. A água fornecida à vontade durante todo período experimental foi renovada três vezes por dia (7:30, 13:30 e 20:00 horas), devido aumento no consumo em função da alta temperatura.

No manejo diário, os ovos foram recolhidos e contabilizados. Após fornecimento das dietas se procedia a lavagem dos bebedouros, a limpeza das bandejas de excretas e dos aparadores de ovos.

A temperatura e a umidade relativa do ar, no interior das salas climatizadas, foram mantidas constantes em 32°C e 65%, respectivamente, e medidas duas vezes ao dia, às 8 e 16h, por meio de termômetros de bulbo seco e úmido e de globo negro, posicionados no centro das salas e na altura média dos animais, de modo a evitar o fluxo de ar do sistema de ventilação.

Posteriormente, estes valores foram convertidos em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981).

O programa de iluminação seguiu o fornecimento de 17 horas de luz diárias, controlado por um relógio automático (Timer), conforme procedimento adotado nas granjas comerciais, utilizando para isso três lâmpadas fluorescente de 15 watts em cada sala.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros:

Tabela 1 - Composições percentuais, químicas e valores nutricionais das dietas para codornas japonesas na fase de postura

Ingredientes	Níveis de suplementação de cromo na dieta (ppb)				
	0	500	1000	1500	2000
Milho moído	54,544	54,544	54,544	54,544	54,544
Farelo de soja (45%)	32,162	32,162	32,162	32,162	32,162
Óleo vegetal	2,942	2,942	2,942	2,942	2,942
Calcário	7,167	7,167	7,167	7,167	7,167
Fosfato bicálcico	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Sal	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
DL-Metionina (99%)	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574
L-Lisina HCl (78%)	0,247	0,247	0,247	0,247	0,247
L-Treonina	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164
L-Triptofano	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084
Cloreto de colina(60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Mistura mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Surmax 100 ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cromo-metionina ⁵	0,000	0,050	0,100	0,150	0,200
Inerte ⁶	0,300	0,250	0,200	0,150	0,100
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Energia metabolizável(Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Cromo (µg/kg)	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
Cálcio (%)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Fósforo disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Metionina digestível (%)	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845
Metionina + cistina dig. (%)	1,106	1,106	1,106	1,106	1,106
Lisina total (%)	1,223	1,223	1,223	1,223	1,223
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Treonina digestível (%)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Triptofano digestível (%)	0,301	0,301	0,301	0,301	0,301

¹ Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D₃: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁: 2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆: 5.000 mg; Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

² Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

³ Butil-hidróxi-tolueno (99%).

⁴ Avilamicina 10%.

⁵ 0,1% de Cr.

⁶ Areia lavada.

3.2.1 - Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente. A produção média de ovos foi obtida somando-se o número de ovos produzidos por dia, incluindo quebrados, trincados e anormais (com defeito de formação), sendo expressa em porcentagem em relação ao número de aves (taxa de postura) e, ao número de aves alojadas no início do experimento (taxa de postura por ave alojada). Também foi calculado o número de ovos comercializáveis, obtidos a partir da subtração dos ovos quebrados, trincados e anormais do número total de ovos produzidos, em relação ao número de aves do período (taxa de postura de ovos comercializáveis). Ao final do experimento, as variáveis relacionadas à produção de ovos foram calculadas com os valores acumulados durante todo período experimental, para cada unidade experimental.

3.2.2 - Consumo de ração

Ao final do período experimental (63 dias), foi determinada a quantidade de ração consumida (g/ave-dia) em cada unidade experimental. Para isso, as sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração fornecida durante o período experimental. O número de aves mortas foi descontado do número total de aves de cada unidade experimental, obtendo-se um consumo por ave verdadeiro.

3.2.3 - Conversão Alimentar

Foram avaliadas duas conversões, a conversão por dúzia de ovos, expressa em kg de ração/ dúzia de ovos e a conversão por massa de ovos, expressa em kg de ração/ kg de ovos. Ao final do período experimental, as conversões foram calculadas com a

relação do consumo total de ração e da produção total de ovos (expressas em dúzia ou em quilo) de cada unidade experimental.

3.2.4 - Peso médio dos ovos

Todos os ovos íntegros, de cada unidade experimental, foram coletados e pesados durante três dias consecutivos, obtendo-se um peso médio, que por sua vez foi novamente calculado, a cada 21 dias. E ao final do experimento, o peso médio dos ovos foi recalculado a partir da média dos pesos médios de cada um dos três períodos.

3.2.5 - Massa de ovos

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos, obtendo-se assim a massa de ovos total. Esta massa total foi dividida pelo número de aves e pelo número de dias do período experimental (63 dias), sendo expressa em gramas de ovo/ave/ dia.

3.2.6 - Peso Específico dos Ovos

No final de cada 21 dias, durante três dias consecutivos (19, 20 e 21°), todos os ovos íntegros e sem trincas foram imersos em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³. A densidade ou peso específico dos ovos foi medido utilizando-se um densímetro da marca INCOTERM - OM-5565.

3.2.7 - Componentes do Ovo

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso do ovo, o peso da gema, o peso da casca e o peso do albúmen, sendo que o último foi obtido por diferença.

Para isso, quatro ovos de tamanho médio, de cada repetição, foram coletados nos 16, 17 e 18º dias a cada 21 dias. Os ovos foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens, os ovos foram identificados, e posteriormente quebrados com estilete. A gema de cada ovo foi pesada, e a respectiva casca lavada e seca ao ar por dois dias, para posterior obtenção do peso e espessura da mesma.

3.2.8 - Espessura da Casca

A espessura da casca foi medida incluindo as membranas. A espessura média de cada ovo foi resultante da média proveniente de três leituras tomadas em pontos distintos na região equatorial do ovo, padronizando-se sempre a metade mais larga. As leituras foram obtidas por meio de um paquímetro digital da marca DIGIMESS, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 25,00 mm).

3.2.9 - Unidade Haugh

Os quatro ovos escolhidos, de cada unidade experimental, para avaliação dos componentes, foram os mesmos utilizados para a leitura da altura de albúmen, e posteriormente, cálculo da unidade Haugh. A altura da clara foi feita com o auxílio de um micrômetro do tipo AMES S-6428, seguindo-se a metodologia descrita por Snyder

(1961). Os valores de unidade Haugh foram determinados segundo o critério desenvolvido por Haugh (1937).

Unidade Haugh (UH):

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

em que:

H = altura do albúmen em mm; e

W = peso do ovo, em gramas.

3.2.10 - Peso Absoluto e Relativo de órgãos

No último dia do experimento, três aves de cada gaiola foram abatidas, para a retirada do fígado e do baço. Cada tratamento foi representado por 36 animais, ou seja, foram pesados num total de 180 fígados e 180 baços, em balança de precisão de 0,0001 g.

3.3 – Análise Estatística

Para o cálculo da análise de variância utilizou-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – UFV (1999) e posteriormente foi aplicado o teste de Willians (Willians, 1971) às médias obtidas, ao nível de 5% de probabilidade, determinando-se o nível mínimo de resposta significativa da suplementação de Cr nas dietas.

4 - Resultados e Discussão

A temperatura e a umidade relativa do ar foram mantidas constantes, no interior das duas salas, durante todo período experimental, em $31,8 \pm 0,35^{\circ}\text{C}$ e $64,9 \pm 2,20\%$, respectivamente. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi calculado em $82,2 \pm 0,40$.

Os dados de consumo de ração, produção de ovos por ave-dia, produção de ovos comercializáveis, produção de ovos por ave alojada, peso de ovo, massa de ovos produzidos por ave, conversão alimentar por massa de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos de acordo com os níveis de Cr nas dietas, são apresentados na Tabela 2.

Com exceção do consumo de ração (CR) das aves, que aumentou ($P < 0,05$) quando se utilizou o nível de 2000 ppb de Cr e da taxa de postura de ovos comercializáveis (TPOC) que aumentou ($P < 0,05$) quando se utilizou a dieta com 500 ppb de Cr, em relação ao grupo de aves que recebeu o tratamento controle sem suplementação de Cr. Os demais parâmetros avaliados não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de Cr da dieta.

Os resultados de CR obtidos neste estudo estão consistentes com os encontrados por Sahin et al. (2002a) que avaliando níveis de cromo-picolinato (CrPi) em dietas para codornas japonesas em postura mantidas em ambiente de alta temperatura ($32,5^{\circ}\text{C}$), observaram que a suplementação de Cr à dieta resultou em aumento do CR das aves.

Tabela 2 – Valores médios de consumo de ração (CR), produção de ovos por ave dia (TP), produção de ovos comercializáveis (TPOC), produção de ovos por ave alojada (TPAA), peso de ovo (PO), massa de ovos produzidos por ave por dia (MOAD), conversão alimentar por massa de ovos (CA) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CAD) de acordo com os níveis de cromo suplementados na dieta

Parâmetros	Níveis de Cromo (ppb)					CV ¹	NMRS ²
	0	500	1000	1500	2000		
CR (g)	19,93	19,86	20,16	20,35	20,62	3,6	2000
TP (%)	82,29	85,02	84,59	84,16	85,07	4,7	-
TPOC (%)	80,23	83,62	83,50	82,65	83,52	4,7	500
TPAA (%)	81,50	83,27	83,29	83,65	83,52	5,0	-
PO (g)	10,77	10,77	10,88	10,81	10,79	2,4	-
MOAD (g)	8,856	9,134	9,199	9,099	9,250	5,6	-
CA	2,255	2,176	2,193	2,242	2,233	4,1	-
CAD	0,291	0,280	0,286	0,291	0,291	4,2	-

¹ Coeficiente de variação (%).

² Nível mínimo a partir do qual são verificadas respostas significativas por intermédio do teste de Willians (P<0,05).

Em estudos conduzidos com galinhas poedeiras sob estresse por frio (Sahin et al. 2001) e com frangos de corte em ambiente termoneutro (Lien et al. 1999) e sob estresse por calor (Sahin et al. 2002e e 2003), os autores também verificaram aumento de CR das aves em razão da suplementação de Cr às dietas.

Com relação aos resultados da TPOC, o aumento observado de 4,22% (P<0,05) com a inclusão de 500ppb de Cr orgânico à dieta em relação ao tratamento controle, ocorreu de forma independente ao CR, uma vez que não se verificou variação neste parâmetro entre esses dois tratamentos.

Esse resultado evidenciou que o Cr tem influência positiva na formação da casca do ovo de codornas japonesas mantidas em ambiente de alta temperatura, já que a melhora na TPOC ocorreu em razão da redução do número de ovos com casca mole, ovos sem casca e ovos quebradiços e conseqüentemente na perda total de ovos (Tabela 3).

Como a qualidade da casca do ovo está diretamente relacionada com a sua concentração de cálcio, pode-se deduzir que o Cr pode ter influenciado na deposição de cálcio na casca do ovo das aves.

Não foi possível comprovar esta hipótese tendo em vista que na literatura consultada não se encontraram dados sobre a influência da inclusão do Cr na dieta sobre a qualidade da casca do ovo de codornas japonesas ou galinhas poedeiras.

Tabela 3 – Números de ovos com casca mole, sem casca, quebrados e perda total em comparação com os níveis de Cr adicionados à ração

Parâmetros	Níveis de Cromo (ppb)				
	0	500	1000	1500	2000
Casca mole	0,50	0,25	0,15	0,27	0,37
Sem casca	0,54	0,39	0,26	0,54	0,54
Quebradiços	1,31	0,90	0,66	1,03	0,93
Perda total	2,35	1,54	1,07	1,83	1,84

A taxa de postura (TP) não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de Cr na dieta. Porém, verificou-se uma melhora de 3,3% na produção média de ovos por ave-dia com a inclusão de 500 ppb de Cr quando comparado com a dieta sem adição de Cr.

Este resultado difere do encontrado por Sahin et al. 2002a, que trabalhando com codornas japonesas, em postura, mantidas em ambientes de alta temperatura (32,5°C), constataram aumento na produção de ovos quando suplementou a dieta com 1200 ppb de CrPi. Em estudos conduzidos com galinhas poedeiras sob estresse por frio, Sahin et al. 2001 e 2002c, comprovaram os efeitos positivos da inclusão, respectivamente de 200 e 400 ppb, sobre a taxa de postura das aves.

O nível de Cr da dieta não influenciou ($P>0,05$) o peso de ovo (PO) das aves. De maneira similar, ao adicionarem 10.000 ppb de Cr ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) na dieta de galinhas poedeiras, Jensen & Maurice (1980), não observaram variação significativa no peso de ovo das aves.

Em contrapartida, os resultados de peso obtidos neste estudo diferem dos encontrados por Sahin et al. (2002a), que verificaram um aumento ($P<0,05$) no peso do ovo em razão da inclusão de 1200 ppb de Cr na dieta de codornas japonesas mantidas sob estresse de calor (32,5°C). Sahin et al. 2002c, submetendo poedeiras ao estresse por baixas temperaturas (6,8°C), também verificaram que a inclusão de 400 ppb de Cr aumentou ($P<0,05$) no peso dos ovos em relação aos ovos das aves que receberam a dieta controle.

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de Cr da dieta sobre a massa de ovos produzidos por ave-dia (MOAD), embora a inclusão de Cr às dietas tenha ocasionado um aumento médio consistente de 3,1% neste parâmetro avaliado para as aves que receberam a dieta com 500 ppb de Cr em comparação com aquelas que receberam a dieta controle. A massa de ovos por ave-dia também se mostra como sendo um

parâmetro pouco estudado entre os pesquisadores, principalmente os autores estrangeiros.

Segundo Pereira, (2004a) a massa de ovos de codornas japonesas foi em média de 9,37g, ou seja, um valor próximo ao observado neste experimento, de 9,12g em média, sendo que nesse último os animais estavam sob situação de estresse, mostrando que as codornas japonesas na fase de postura foram capazes de suportar os efeitos negativos gerados pela alta temperatura. E, ainda, comparando com Pinto et al. 2003 verifica-se uma massa de ovos inferior, de 9,04g ao testar níveis de lisina com codornas japonesas sob temperatura de conforto.

A conversão alimentar por massa de ovos (CA) não foi influenciada ($P>0,05$) pela inclusão de Cr nas dietas, embora tenha apresentado melhora de 3,5% com a utilização de 500 ppb de Cr, em relação a dieta com nenhuma suplementação do mineral. Este resultado difere do obtido por Sahin et al, (2002a) que observaram melhora significativa na CA de codornas japonesas mantidas em ambiente de alta temperatura (32,5°C) em razão da inclusão de 1200 ppb de Cr na dieta. Em estudo conduzido com galinhas poedeiras sob estresse por frio (6,9°C) Sahin et al. (2001) também observaram melhoria nos valores de conversão alimentar das aves quando a dieta foi suplementada com 400 ppb de Cr (CrPi).

Do mesmo modo que a conversão alimentar por massa de ovos, a conversão alimentar por dúzia de ovos (CAD) também não variou ($P>0,05$) entre os tratamentos, embora tenha sido observado melhora de 3,8%, com a inclusão de 500 ppb de Cr nas dietas experimentais.

Os resultados obtidos para as características de qualidade do ovo, de baço (peso absoluto e peso relativo) e de fígado (peso absoluto e peso relativo), a princípio foram submetidos a análise de Regressão, porém os resultados se mostraram incoerentes entre si, por isso o teste de Willians foi aplicado com a finalidade de comparar a resposta obtida para cada nível de inclusão de Cr, com o nível zero de adição do mineral, e assim, chegar um nível mínimo para uma resposta significativa.

Os valores de gravidade específica, peso e porcentagem de gema, de casca e de albúmen, espessura de casca e Unidade Haugh são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias de unidade Haugh (UH), peso de gema (PG), porcentagem de gema (%G), peso de casca (PC), porcentagem de casca (%C), peso de albúmen (PA), porcentagem de albúmen (%A), espessura de casca (EC) e gravidade específica (GE) em função dos níveis de cromo da dieta

Parâmetros	Níveis de Cromo (ppb)					CV (%)	NMRS ¹
	0	500	1000	1500	2000		
UH	88,50	88,79	88,18	87,88	87,13	1,6	1000
PG (g)	3,197	3,149	3,213	3,220	3,191	2,9	-
%G	29,05	28,94	29,10	29,30	29,26	1,6	-
PC (g)	0,899	0,899	0,899	0,903	0,903	3,2	-
%C	8,170	8,261	8,169	8,213	8,280	2,5	-
PA (g)	6,916	6,832	6,924	6,869	6,812	2,3	-
%A	62,85	62,80	62,71	62,49	62,46	0,7	1000
EC (mm)	0,191	0,189	0,186	0,186	0,187	3,5	500
GE (g/ cm ³)	1,071	1,069	1,070	1,065	1,066	0,9	-

¹ Nível mínimo a partir do qual são verificadas respostas significativas por intermédio do teste de Willians (P<0,05).

Houve efeito (P<0,05) dos tratamentos sobre a unidade Haugh (UH) e a porcentagem de albúmen (%A), que reduziram a partir do nível de inclusão de 1000 ppb de cromo e sobre a espessura de casca que diminuiu a partir do nível de 500 ppb de cromo.

A gravidade específica, o peso e a porcentagem de gema, de casca e o peso do albúmen não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de cromo.

Esses resultados diferem daqueles encontrados por Sahin et al., 2002a, que verificaram aumento do peso específico dos ovos de codornas japonesas recebendo dietas suplementadas com CrPi. Diferem também dos resultados obtidos por Sahin et al. (2002c) que testando 400 µg de Cr/ kg para galinhas poedeiras constataram aumento dos valores de gravidade específica dos ovos das aves, em relação aos ovos daquelas que receberam a dieta controle.

O peso e a porcentagem de gema e de casca não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de na dieta, assim como o peso do albúmen. Porém a porcentagem de albúmen reduziu-se (P<0,05) a partir de 1000 ppb de Cr na dieta, indicando que a partir deste nível a quantidade de albúmen em relação ao peso do ovo foi prejudicada, podendo-se inferir numa piora da qualidade interna do ovo.

Ao avaliar a qualidade dos ovos, Sahin et al. (2002a) estudaram apenas o peso da casca e verificaram aumento dos valores quando acrescentou 400µg de Cr/ kg (ppb) à dieta de poedeiras Hy-line em comparação com a dieta controle.

Comparando os resultados do presente experimento com dados de pesquisas obtidos de criações de codornas mantidas em temperatura ambiente, verifica-se que os valores de porcentagem de casca não diferem em grande escala. Segundo Pinto et al. (2003), a porcentagem de casca, obtida de dietas com quantidade de nutrientes equivalente às dietas do presente experimento, foi de 8,36, valor bem próximo a 8,26, encontrado nesta pesquisa.

De forma semelhante, à porcentagem de albúmen, os valores de Unidade Haugh, que traduzem a qualidade interna do ovo, relacionando altura de albúmen e peso do ovo, reduziram ($P < 0,05$) a partir do nível de 1000 ppb de Cr na dieta das aves, em relação à dieta controle. Pode-se afirmar que a partir do nível de 1000 ppb de Cr na dieta, possivelmente a qualidade interna do ovo, principalmente do albúmen, tenha reduzido em função da alta temperatura utilizada durante o experimento.

Os resultados obtidos de pesquisas avaliando o efeito do nível de Cr na dieta sobre a qualidade interna do ovo não têm sido consistentes.

Jensen & Maurice (1980), avaliando o efeito do Cr na qualidade interna do ovo, observaram que 10 ppm de Cr na dieta de galinhas poedeiras Leghorn Branca pode aumentar significativamente os valores de Unidade Haugh. Porém, esses mesmos autores ao realizarem um novo ensaio, com a mesma fonte e nível de Cr, verificaram que a presença do mineral diminuiu os valores de Unidade Haugh quando comparados com os da dieta sem suplementação, apesar da resposta não ter sido significativa estatisticamente.

Já, Sahin et al. (2002a) observaram que os valores de Unidade Haugh dos ovos de codornas japonesas, submetidas ao calor, aumentaram com a elevação dos níveis de Cr (CrPi) nas dietas. Da mesma maneira, Sahin et al., (2002c), em um experimento com galinhas poedeiras sob situação de estresse por baixa temperatura e alimentadas com dietas suplementadas com 400 µg de Cr/ kg (CrPi), concluíram que os valores de Unidade Haugh foram maiores que aqueles observados para os ovos das aves que receberam a dieta sem Cr.

A espessura da casca dos ovos reduziu ($P < 0,05$) com a inclusão de 500 ppb de Cr na dieta.

No processo de formação da casca do ovo, o CO_2 vindo do sangue, juntamente com o Ca^{++} constituirão o CaCO_3 , o qual é o principal composto da casca do ovo, a

enzima envolvida neste processo é a anidrase carbônica, que é Zn-dependente (Andriguetto et al., 1990).

Durante o estresse por calor, as aves, ao ofegarem, tendem a diminuir a quantidade de CO_2 no sangue, provocando um estado de alcalose, e assim, diminuem a quantidade de CaCO_3 na casca do ovo e, conseqüentemente a sua espessura, segundo Ozbey et al. (2004).

A espessura, juntamente com os parâmetros peso e porcentagem da casca e unidade Haugh, está diretamente relacionada com a qualidade da casca dos ovos. No presente estudo, os resultados diferem entre as variáveis citadas, não se sabendo explicar o porque de tal ocorrência.

Segundo Pereira, 2004b, ao avaliar a exigência de cálcio para codornas japonesas em fase de postura, a espessura da casca é uma característica que pode variar conforme o objetivo da criação, ou seja, para a indústria de ovos em conserva uma casca mais fina facilita o processo de descasca do ovo e agrega valor ao produto vendido desta forma. Assim, espessuras mais finas nem sempre reduzem o valor econômico dos ovos, desde que se tenha observado a quantidade de ovos quebrados.

Confrontando estes resultados, Sahin et al. (2002a) analisando os ovos de codornas japonesas, que receberam dietas com níveis crescentes de Cr e foram mantidas em ambiente quente ($32,5^\circ\text{C}$), observaram que a espessura da casca mostrou-se diretamente relacionada com o nível de Cr da dieta.

Sahin et al. (2002c), medindo a espessura de casca de ovos de galinhas, observaram aumento dos valores, ao adicionar $400\text{ }\mu\text{g}$ de Cr/ kg à dieta das aves, em relação àqueles encontrados nos ovos das aves do grupo controle.

Os resultados de peso absoluto e relativo de fígado e de baço são apresentados na Tabela 5.

Os parâmetros peso absoluto e peso relativo de fígado não foram influenciados ($P>0,05$), pelos diferentes níveis de inclusão de Cr na dieta, embora em relação aos valores absolutos verificou-se aumento de 1,2% e 1,3% nos pesos absoluto e relativo do fígado das aves que receberam a dieta suplementada com o nível de 500 ppb de Cr/ kg, respectivamente.

Tabela 5 - Médias dos parâmetros peso de fígado (PF), peso relativo de fígado (PRF), peso de baço (PB) e peso relativo de baço (PRB) em função dos níveis de cromo

Parâmetros	Níveis de Cromo (ppb)					CV (%)	NMRS ¹
	0	500	1000	1500	2000		
PF (g)	4,218	4,267	4,173	4,152	4,369	15,5	-
PRF ($\times 10^{-1}$, %)	0,376	0,381	0,369	0,367	0,390	15,9	-
PB ($\times 10^{-1}$, g)	0,546	0,586	0,686	0,614	0,668	26,2	500
PRB ($\times 10^{-3}$, %)	0,483	0,526	0,604	0,547	0,597	26,3	500

¹ Nível mínimo a partir do qual são verificadas respostas significativas por intermédio do teste de Willians ($P < 0,05$).

Steele & Rosenbrough (1981) ao calcularem o peso relativo do fígado de perus alimentados com dietas contendo 20 ppm de Cr^{+3} não observaram diferença para esta variável em relação ao achado para animais que receberam a dieta controle.

Já, Cupo & Donaldson (1987) ao fornecerem uma dieta com 20 ppm de Cr ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) para frangos de corte, verificaram que o peso do fígado reduziu quando compararam com o peso do órgão de animais do grupo controle.

Lien et al. (1999) verificaram que o nível de 800 ppb de Cr/ Kg proporcionou o maior tamanho de fígado de frangos de corte, embora tenha concluído que os melhores resultados tenham sido obtidos com a suplementação de 1600 ppb de Cr/ Kg, o que resultou em um fígado de peso inferior, tanto quando comparado ao nível de 800 ppb quanto ao controle.

Sahin et al. (2003) testando a adição de 400 μg de Cr/ kg de dieta de frangos de corte em ambiente quente ($32,0^\circ\text{C}$), verificaram maiores pesos relativos de fígado e de baço quando comparados com o grupo controle.

O peso absoluto e o peso relativo do baço foram influenciados ($P < 0,05$) a partir do nível de 500 ppb de Cr, revelando um quadro de hipertrofia do órgão linfóide secundário, indicando uma possível melhora no sistema imunológico das codornas, ou seja, o organismo das aves se mostra mais preparado para enfrentar ambientes de desafio.

Observa-se, então, resultados contrastantes em relação ao peso dos órgãos. Segundo Yunianto et al. (1996) ao estudar o efeito da temperatura ambiente no turnover protéico no músculo e a produção de calor no tubo digestivo de frangos de corte, verificaram que o peso do fígado dos animais tendeu a diminuir à temperatura de 31°C comparando com o peso do fígado de aves mantidas em temperaturas de 22, 25 e 28°C .

Pode-se dizer que temperaturas acima da termoneutralidade tendem a diminuir o peso dos órgãos, entre outros fatores, por meio de uma ação catabólica de hormônios como a corticosterona, a qual tem suas concentrações aumentadas em situações de estresse observados em várias espécies.

Com base em estudos anteriores observou-se que o Cr pode diminuir a concentração deste hormônio e aumentar a concentração da insulina, os quais possuem naturalmente um efeito antagônico no organismo, ou seja, a insulina é considerada um hormônio anabólico, de efeito benéfico ao metabolismo (Sands et al., 1999; 2002), podendo refletir pontualmente no sistema imune dos animais.

Com relação ao peso dos órgãos linfóides secundários, no presente experimento somente o baço pôde ter seu peso avaliado, uma vez que timo e bolsa de Fabricius já não existiam, em virtude da idade das aves.

5 - Conclusão

O nível de 500 ppb de suplementação de cromo na dieta, correspondendo a um consumo diário de 9,93 µg de cromo/ ave, é indicado para aumento da produção de ovos comercializáveis e melhoria do sistema imune de codornas japonesas em fase de postura, submetidas à situações de estresse por calor.

Referências Bibliográficas

- ANDRIGUETO, J.M. et al. **Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal**. 4ª edição. Livraria Nobel. 1990, 395p.
- BUFFINGTON, D.E., COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G.H. et al. **Black globe-humidity confort index for dairy cows**. St. Joseph, Michigan, American Society of Agricultural Engineers. v.77 - 4517, 19p., 1977.
- CUPO, M.A.; DONALDSON, W.E. Chromium and vanadium effects on glucose metabolism and lipid synthesis in the chick. **Poultry Science**, v. 66, p. 120-128, 1987.
- DIETERT, R.R.; GOLEMBOSKI, K.A. Environment-immune interactions. **Poultry Science** v.73, p.1062-1076, 1994.
- EL HUSSENEY, O.; CREGER, C.R. Effect of ambient temperature on mineral retention and balance of the broiler chicks. **Poultry Science** v. 60, p. 651, 1981 (abstract).

- HARRISON, P.C. O estresse calórico nas aves. Fisiologia e consequências. In: Simpósio Internacional de Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, Campinas, SP, 1995, **Anais...**Campinas, p. 25, 1995.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. U. S. **Egg Poultry Mag.** v.43, p.552-555, 1937.
- JENSEN, L.S.; MAURICE, D.V. Dietary chromium and interior egg quality. **Poultry Science** v.59, p.341-346, 1980.
- LAMBERT, B.; JACQUMIN, C. Inhibition of epinephrine induced lipolysis in isolated white adipocytes of aging rabbits by increased alpha-adrenergic responsiveness. **Journal of Lipid Research**, v.20, p.208-216, 1979.
- LIEN, T.H.; HOMG, Y.M.; YANG, K.H. Performance, serum characteristics, carcass traits and lipid metabolism of broilers as affect by supplement of chromium picolinate. **British Poultry Science**, v. 40, p. 357-363, 1999.
- MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.; COLLIN, A. et al. Free Diet selection by broilers as influenced by dietary macronutrient ratio and corticosterone supplementation. *Poultry Science*, jan:82(1);123-131, 2003.
- NRC - NATIONAL RESERCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9^a ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.
- OZBEY, O., YILDIZ, N., AYSONDU, M.H., OZMEN, O. The effects of high temperature on blood serum parameters and the egg productivity characteristics of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.7, p.485-489, 2004.

- PEREIRA, C.A.; BARRETO, S.L.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio durante o pico de postura. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004a, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia/ Embrapa Gado de Corte, [2004]. CD-ROM. Nutrição de Não Ruminantes. NNR-038.
- PEREIRA, C.A.; BARRETO, S.L.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Qualidade de ovos e status nutricional de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004b, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia/ Embrapa Gado de Corte, [2004]. CD-ROM. Nutrição de Não Ruminantes. NNR-039.
- PINTO, R., FERREIRA A.S., DONZELE, J.L., SILVA, M.A., SOARES, R.T.R.N., Custódio, G. S., Pena, K. S. Exigências de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1182-1189, 2003.
- ROSEBROUGH, R.W.; STEELE, N.C. Effect of supplemental dietary chromium or nicotinic acid on carbohydrate metabolism during basal, starvation, and refeeding periods in poult. **Poultry Science**, v. 60, p. 407-417, 1981.
- SAHIN, K.; KÜÇÜK, O.; SAHIN, N. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on performance and plasma concentrations of insulin and corticosterone in laying hens under low ambient temperature. **J. Anim. Physiol. and Nutr.**, v. 85, p. 142-147, 2001.
- SAHIN, K.; OZBEY, O.; ONDERCI, M et al. Chromium supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality and some serum metabolites of laying japanese quail. **Journal of Nutrition**, v. 132, p. 1265-1268, 2002a.

- SAHIN, K.; SAHIN, N. Effects of chromium picolinate and acid ascorbic dietary supplementation on nitrogen and mineral excretion of laying hens reared in a low ambient temperature (7°C). **Acta vet. Brno**, v. 71, p. 183-189, 2002b.
- SAHIN, N.; ONDERCI, M.; SAHIN, K. Effects of dietary chromium and zinc on egg production, egg quality and some blood metabolites of laying hens reared under low ambient temperature. **Biol. Trace Elem. Res.**, v. 85, p. 47-58, 2002c.
- SAHIN, K.; ONDERCI, M.; SAHIN, N.; et al. Effects of dietary chromium picolinate and ascorbic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood metabolites of laying hens reared under low ambient temperature (6 degrees C). **Arch. Tieremahr**, v. 56, p. 41-49, 2002d.
- SAHIN, K.; SAHIN, N.; ONDERCI, M. et al. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effects of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens. **Biol. Trace Elem. Res.**, v. 89, p. 53-64, 2002e.
- SAHIN, K.; SAHIN, N.; KUÇÜK, O. Effects of chromium, and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high ambient temperature (32°C). **Nutrition Res.**, v. 23, p. 225-238, 2003.
- SANDOVAL, G.L.; ZBINDEN, C.T.; JUAN, C., REVIDATTI, F., FERNANDEZ, R.J. Relación heterófilo/linfócito e índice morfométrico bursal como indicadores de estrés crónico en pollos parrileros. [www. unne.edu.ar/cyt/2002/04-veterinarias/v-044.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/04-veterinarias/v-044.pdf). Site acessado em 30/05/2005.
- SANDS, J.S.; SMITH, M.O. Broilers in heat stress conditions: effects of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 8, p. 280-287, 1999.

- SANDS, J.S.; SMITH, M.O. Effects of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation on plasma insulin, glucagon, glucose and serum lipids in broilers chickens reared under thermoneutral or heat stress conditions. **International Journal of Poultry Science**, v.1, n.5, p.145-149, 2002.
- STEELE, N.C.; ROSEBROUGH, R.W. Effect of trivalent chromium on hepatic lipogenesis by turkey poult. **Poultry Science**, v. 60, p. 617-622, 1981.
- TINOCO, I.F.F. Resfriamento adiabático evaporativo no controle térmico de galpões avícolas. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia, Campinas, SP. 1994, **Anais...**Campinas, p. 119, 1994.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Central de Processamento de Dados (UFV/CPD). **Manual de Utilização do Programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG: UFV, 1999. 59p.
- VINCENT, J.B. The biochemistry of chromium. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 715-718, 2001.
- WARD, T.L.; BERRIO, L.F.; SOUTHERN, L.L.; FERNANDEZ, J.M.; THOMPSON, D.L. In vivo and in vitro evaluation of chromium picolinate on insulin binding in pig liver cell plasma membranes. **FASEB Journal**, v.8, A, p.194, 1994.
- WILLIAMS, D.A. A test for differences between treatments means when several dose levels are compared with a zero dose control. **Biometrics**, v.27, p.103-117, 1971.
- YUNianto, V.D.; HAYASHI, K.; KANEDA, S. et al. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broilers chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 77, p. 897-909, 1997.