

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

## CROMO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Autora: Luciana Maria Garcia de Souza da Silva  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Alice Eiko Murakami

“Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal”.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

USO DE CROMO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE  
CORTE

Autora: Luciana Maria Garcia de Souza da Silva  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Alice Eiko Murakami

“Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal”.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março – 2007

*“Para tudo há um tempo, para cada coisa há um momento debaixo dos*

*céus:*

*Tempo para nascer, e tempo para morrer;*

*Tempo para plantar, e tempo para arrancar o que foi plantado;*

*Tempo para matar, e tempo para sarar;*

*Tempo para demolir, e tempo para construir;*

*Tempo para chorar, e tempo para dançar;*

*Tempo para atirar pedras, e tempo para ajuntá-las;*

*Tempo para dar abraços, e tempo para apartar-se;*

*Tempo para procurar, e tempo para perder;*

*Tempo para guardar, e tempo para jogar fora;*

*Tempo para rasgar, e tempo para costurar;*

*Tempo para falar, e tempo para falar;*

*Tempo para amar, e tempo para odiar;*

*Tempo para a guerra, e tempo para a paz.”*

*Eclesiastes (3, 1-8)*

À

minha mãe Vera Lucia Ap<sup>a</sup> Garcia de Souza  
por todo amor, carinho, incentivo, cumplicidade,  
dedicação e exemplo de vida.

Ao

meu pai João Gusman de Souza  
pelo carinho, exemplo de luta e perseverança,  
força e todo amor.

Ao

meu marido Waldir Pereira da Silva Junior pela  
compreensão durante minhas ausências,  
companheirismo, amor e incentivo

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus irmãos Sara Raquel Garcia de Souza e Jonatah Jacó Garcia de Souza, pelo carinho, companheirismo, amizade e paciência a mim dispensadas, Muito obrigada por tudo!

A Profª Drª Alice Eiko Murakami, pela orientação, amizade, profissionalismo, incentivo e pelos ensinamentos durante toda a minha trajetória, minha eterna gratidão.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e a Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pelos ensinamentos e oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Profº Drº Elias Nunes Martins, pela orientação nas análises estatísticas, amizade e paciência, Muito Obrigada!

Ao Profº Drº Makoto Matsushita, pela oportunidade de realização de minhas análises.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em especial Profº Dr. Antônio Cláudio Furlan, Prof. Dr. Cláudio Scapinello, Prof. Dr. Ivan Moreira, Prof. Dr. Clóves Jobim, Profª Drª Claudete Regina Alcalde, pela amizade e ensinamentos durante o curso.

As companheiras de estrada Josinete e Marina, pela paciência, amizade e principalmente por toda ajuda e atenção a mim dispensadas.

Aos funcionários, companheiros de estrada, do setor de avicultura, em especial Célio Passolongo, pela constante ajuda nos trabalhos a campo, meu “braço direito”; e ao Sr. Pedro e Valentim, por todo auxílio e paciência na realização dos trabalhos.

Às funcionárias do LANA, Cleuza e Creuza, pelo auxílio nas análises laboratoriais, principalmente o “extrato eterno”.

Às “irmãs” Jovanir Inês Muller Fernandes, Elis Regina de Moraes Garcia e Suelen, por todos os momentos de alegrias e tristezas, sangues e penas e todo apoio, muito obrigada!!

À minha “amiga-irmã” Márcia, pela eterna amizade, companheirismo, cumplicidade que mesmo longe se fez tão presente na minha vida, em todos os momentos, minha eterna gratidão.

Aos meus amigos Ana Paula Silva Ton e Luis Daniel Giusti Bruno, pela amizade e ouvido grande para me ouvir sempre que eu precisei e por estarem sempre de braços abertos para me ajudar, Obrigada por vocês.

Aos amigos, Eliany e Rafael, pela amizade e auxílio na realização deste e muitos outros trabalhos, Muito obrigada!!

Aos amigos e companheiros de caminhada, Fábio, Elkin, Alexandra, Letícia, Priscilla “Quisko”, Emília, Carol Conti, Ana Carolinda, Fabiana, Karina, Luciane, Andréia Froes, pela amizade e companheirismo.

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

## BIOGRAFIA DO AUTOR

LUCIANA MARIA GARCIA DE SOUZA DA SILVA, filha de João Gusman de Souza e Vera Lúcia Aparecida Garcia de Souza, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 18 de maio de 1981.

Em maio de 2005, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

No dia 03 de março de 2006, adquiriu o título de Mestre em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, pela Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Aves.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
I – INTRODUÇÃO.....	1
Cromo e a Fisiologia.....	3
Mecanismo de ação do cromo.....	6
Absorção/excreção do cromo.....	8
Efeito do cromo sobre o desenvolvimento e qualidade de carne de aves....	9
Literatura Citada.....	13
II – Influência do cromo sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne e colesterol do peito e lípides no plasma sangüíneo.....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	18
Introdução.....	20
Objetivos.....	25
Material e métodos.....	26
Resultados e discussão.....	31
Conclusão.....	39
Literatura Citada.....	40

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais (1 – 21 dias).....	28
TABELA 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais (22 – 42 dias).....	29
TABELA 3. Valores médio dos parâmetros de desempenho e percentual de mortalidade dos frangos de corte de 1 a 41 dias de idade.....	31
TABELA 4. Valores médios dos parâmetros de rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo cromo aos 42 dias de idade.....	32
TABELA 5. Valores médios obtidos para matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de carne de peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo cromo de 1 a 42 dias de idade.....	33
TABELA 6. Valores de colesterol total do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com cromo.....	34
TABELA 7. Valores de colesterol total, HDL, LDL, VLDL e triglicérides no soro de frangos de corte alimentados com dietas contendo cromo..	35

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
FIGURA 01. Porcentagem de extrato etéreo na carne do peito de frangos de corte aos 41 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.....	33
FIGURA 02. Níveis sorológicos de HDL de frangos de corte aos 14 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.....	36
FIGURA 03. Níveis sorológicos de VLDL de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.....	37
FIGURA 04. Níveis sorológicos de triglicérides de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.....	37

## RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da suplementação dietética de cromo sobre o desempenho, rendimento de carcaça, qualidade de carne e o teor de colesterol presente no peito e parâmetros bioquímicos do sangue em frangos de corte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco níveis de tripicolinato de cromo a 0,4%, como fonte do mineral orgânico cromo (0, 150, 300, 450 e 600 µg/kg de cromo) e seis repetições com 50 aves por unidade experimental. Os níveis de tripicolinato de cromo foram utilizados durante todo o período experimental (1 a 42 dias de idade). A utilização do tripicolinato de Cromo não apresentou efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o desempenho dos frangos de corte em nenhuma fase de criação. Não houve efeito ( $P \geq 0,05$ ) dos níveis de cromo sobre o rendimento de carcaça e pH do peito dos frangos de corte aos 42 dias de idade. A carne do peito dos frangos alimentados com cromo foi avaliada quanto à matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. Apenas a porcentagem de extrato etéreo foi influenciada de forma quadrática ( $P < 0,05$ ), indicando que com o nível de 262,5 µg/kg de cromo diminuiu a porcentagem de extrato etéreo em 7,03% quando este foi comparado com o grupo controle. A suplementação de cromo nas dietas de frangos de corte, não influenciou ( $P > 0,05$ ) o teor de colesterol total na carne do peito. Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos apenas sobre o HDL aos 14 dias de idade e sobre o VLDL e os triglicérides aos 21 dias de idade os quais foram influenciados de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pela suplementação de cromo na dieta de frangos de corte. Pode-se concluir que o cromo não influenciou o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne e colesterol e parâmetros bioquímicos do sangue dos frangos de corte.

**Palavras-chave:** desempenho, rendimento de carcaça, lípides, colesterol na carne

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of chromium dietary supplementation on performance, carcass yield, meat quality, cholesterol on chest and biochemical parameters of blood in broiler chickens. The experimental design adopted was a completely randomized with five chromium tripicolinate levels at 0.4% as source of organic mineral chromium (0, 150, 300, 450 and 600  $\mu\text{g}/\text{kg}$  of chromium) and six replications with 50 broilers per experimental unit. The chromium tripicolinate levels were used during the whole experimental period (1 to 42 days of age). The chromium tripicolinate use did not affect ( $P \geq 0.05$ ) broilers performance in any rearing period. The supplementation did not show effects ( $P \geq 0.05$ ) on carcass yield and chest pH at 42 days of age. Chest meat of broilers fed with chromium was evaluated for dry matter, crude protein and ethereal extract. Only the ethereal extract percentage was influenced in a quadratic way ( $P < 0.05$ ) indicating that the level of 262.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  of chromium decreased the ethereal extract percentage in 7.03% when compared with control group. The chromium supplementation on broiler chickens diets did not influence ( $P > 0.05$ ) the total cholesterol level on chest meat. It was observed experimental treatments effect ( $P < 0.05$ ) only on HDL at 14 days of age and on VLDL and triglycerides at 21 days of age, which was influenced in a quadratic way ( $P < 0.05$ ) by chromium supplementation. It was concluded that supplementation did not influence performance, carcass yield, meat quality, cholesterol and blood biochemical parameters of broiler chickens.

**Key-words:** performance, carcass yields, lipids, meat cholesterol

## I - INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem crescido muito nos últimos anos, o que fez com que o Brasil ocupasse uma posição de destaque no mercado internacional no que se refere tanto a produção quanto a exportação de carne de frango. Tal fato está associado à modernização dos setores de produção e comercialização da indústria avícola, que melhorou os índices produtivos e a qualidade final do produto oferecido ao consumidor.

A produção e o consumo mundial de carne de frangos de corte têm apresentado um crescimento considerável nos últimos anos. Segundo o relatório anual da ABEF (2007), a produção de frangos no Brasil em 2006 foi de 9,336 milhões de toneladas, um desempenho bem acima da média mundial e que manteve o país como o terceiro maior produtor. Além disso, com uma participação de 43% nas exportações, o Brasil assumiu o posto de maior exportador de carne de frango, bem como a posição de país com maior crescimento em vendas nos últimos anos.

Esse aumento tem ocorrido principalmente devido ao preço acessível dessa carne a todas as classes sociais, a imagem de produto mais saudável, a maior eficiência de produção, facilitada pelo seu curto ciclo produtivo, à ausência de restrições culturais e adaptabilidade ao consumidor (Benício, 2000).

A adaptabilidade ao consumidor é um fator que tem contribuído muito para aceitação da carne de frango, pois está relacionada à praticidade e facilidade de

preparo que seus cortes comerciais e produtos processados têm oferecido. Com aumento da comercialização de cortes desossados e do preparo de produtos processados, o tamanho dos filés de peito e da perna de frangos de corte tem recebido atenção especial das indústrias.

Os frangos de corte têm se mostrado cada vez mais precoces e com elevado ganho de peso, por outro lado, tem se observado um aumento de gordura na carcaça, principalmente na região abdominal. A composição da carcaça e o rendimento de carne são dependentes de vários fatores, tais como, nutrição, manejo e condições de ambiente.

A qualidade de carne de frangos está relacionada com o teor de gordura presente na carcaça, sendo que a síntese de gordura é bem mais dispendiosa do que a do tecido muscular. Os meios utilizados para reduzir a gordura na carcaça de frangos são o melhoramento genético, níveis de energia e proteína presentes na dieta, e a utilização de alguns suplementos e aditivos. Entre os suplementos, tem se dado grande destaque ao cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ), que é reconhecido como um elemento traço essencial exigido no metabolismo dos carboidratos, proteínas, lipídeos e como componente ativo do fator de tolerância à glicose (GTF) (Mertz, 1992).

A quantidade recomendada de cromo a ser consumida diariamente é de 50-200  $\mu\text{g}$  e a falta desse elemento na alimentação humana podem causar sérias complicações à saúde, como diabete e problemas cardiovasculares (Anderson, 1998). Parte desse problema é gerado pela baixa palatabilidade dos alimentos naturalmente ricos em cromo, tais como pimenta, levedura de cerveja, farelo de aveia, e ainda agravado pelas condições de estresse, exercício extremo, dietas com elevado teor de açúcar, traumas psicológicos, resultando em sintomas iniciais de diabetes e doenças cardiovasculares causadas pela deficiência de cromo.

A utilização do cromo na alimentação de frangos de corte pode trazer benefícios à alimentação humana e ao próprio animal. O enriquecimento da carne pode ser uma fonte palatável de cromo de modo a atender as recomendações de ingestão deste micromineral. O uso de cromo na dieta de frangos de corte pode melhorar o desempenho, a qualidade da carne e diminuir a deposição de gordura abdominal nos frangos de corte uma vez que este elemento traço tem ação sobre o metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídeos.

Sabe-se também que o cromo minimiza o estresse, reduzindo os níveis dos glicocorticóides, melhorando assim, o desempenho, a qualidade da carne e resistência à patógenos (Mohamed & Afifi, 2001).

## Cromo e a Fisiologia

O cromo é reconhecido atualmente como um elemento traço essencial no metabolismo de carboidratos e lipídeos, sendo que sua função está relacionada com o mecanismo de ação da insulina (Vicent, 2000). Contudo, por agir estimulando a sensibilidade à insulina, o cromo pode influenciar também no metabolismo protéico, promovendo maior estímulo da captação de aminoácidos e, conseqüentemente, aumentando a síntese protéica (Clarkson, 1997).

O cromo é um elemento traço essencial, sendo que seu papel fisiológico principal é o fator de tolerância à glicose (GTF), o qual potencializa a ação da insulina. Esta forma biologicamente ativa do cromo é uma molécula orgânica composta por ácido nicotínico, glicina, ácido glutâmico, cisteína, cálcio e cromo (Mertz, 1975), sabe-se ainda, que sem o cromo a molécula de GTF é inativa (Mertz, 1993; Hossain et al., 1998). Quando em presença de cromo na forma biologicamente ativa, os níveis de insulina necessários ao metabolismo são menores.

O GTF estimula a atividade da insulina, potencializando suas ações, facilitando desta forma o acoplamento insulina-receptor da superfície da célula (Morris et al., 1993). As células sensíveis a insulina, convertem glicose em energia, e esta energia adicional é combustível para síntese protéica, suporte para crescimento tecidual (músculo), manutenção celular e melhora da fertilidade (Anderson, 1995). Sendo assim, a insulina tem como função participar do metabolismo energético, permitir a deposição de tecidos nos músculos, atuar no metabolismo das gorduras e regular a utilização do colesterol. Caso a glicose não seja utilizada pelas células do organismo devido a baixa atividade da insulina, esta é convertida em gordura. Além disso, caso os aminoácidos não consigam entrar no interior das células, os músculos não poderão ser formados (Anderson, 1988). Além de o cromo estar envolvido no metabolismo da glicose, segundo Spears (1999) ele promove também redução da quantidade de gordura na carcaça, de colesterol nos ovos e potencializa a imunidade, incrementando maior resistência às doenças.

O cromo atua ainda como antioxidante, além de ser essencial para a ativação de certas enzimas e estabilização de proteínas e ácidos nucléicos (Linder, 1991). Rosebrough & Steele (1981) observaram um aumento da enzima glicogênio sintetase, em aves alimentadas com dietas suplementadas com cromo, sugerindo que esta atua na síntese de glicogênio, aumentando a glicogênese a partir da glicose e acelerando o transporte desta. Este micromineral pode acelerar a lipogênese a partir da glicose e armazenar os lipídios no fígado e tecido adiposo (Rosebrough & Steele, 1981), além de proporcionar redução de lipídios, colesterol total e lipoproteína de baixa densidade (LDL) e aumentar as lipoproteínas de alta densidade (HDL) no sangue (Press et al., 1990).

Króliczewska et al., (2004) trabalhando com a suplementação de 300 e 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de cromo em ração de frangos de corte, observaram o desempenho, colesterol

total, HDL, LDL, triglicérides, glicose, proteína total e concentração de cromo no sangue e verificaram que com o nível de 500 µg/kg de cromo houve um decréscimo dos níveis de colesterol total, LDL, triglicérides e glicose e um aumento do HDL, ou seja, do “bom colesterol”, além de melhorar também o peso corporal, ganho de peso e eficiência alimentar, concluindo que a suplementação de cromo, particularmente o nível de 500 µg/kg de Cr, influencia no metabolismo de carboidratos e lipídios de frangos de corte, porém o uso deste na alimentação animal ainda necessita de maiores estudos.

Em trabalho com codornas, Yildiz et al., (2004) verificaram que as concentrações séricas de glicose e colesterol diminuíram, enquanto que, as concentrações de proteína total e insulina aumentaram linearmente conforme os níveis de cromo foram aumentando (0, 250, 500, 750 e 1000 ppb de Cr picolinato).

Os requerimentos do cromo para os animais são decorrentes dos fatores que geralmente são descritos como estressores, tal como fadiga, traumas, prenhez e vários outros efeitos, tais como nutricionais (dietas ricas em glicose), metabólicos, físicos, ambientais e também distúrbios emocionais (Burton, 1995). Durante o estresse, ocorre o aumento da secreção de cortisol que atua sobre o antagonismo da insulina, através do aumento da concentração da glicose plasmática e reduz a utilização da glicose nos tecidos periféricos, especialmente músculos e gorduras. O aumento da glicose no sangue estimula a mobilização das reservas de cromo que são inversamente excretadas através da urina (Mertz, 1992). Todos os fatores que podem induzir o estresse aumentam a excreção do cromo via urina. A explicação desse fato é que todos os fatores que favorecem a preservação de altos níveis de glicose no sangue ou, geralmente, alta insulina, criam condições de predisposição para iniciar a deficiência de cromo (Anderson et al., 1990).

## Mecanismo de ação do cromo

Sobre a descrição dos mecanismos pelo qual o cromo age, se propôs que esse mineral aumenta a fluidez da membrana celular para facilitar a ligação da insulina com seu receptor (Evans & Bowman, 1992) e que o GTF funciona como um carreador de cromo para proteínas celulares deficientes neste elemento (Vicent, 1994). Mais recentemente, o cromo foi caracterizado como componente participante do mecanismo de amplificação da sinalização celular de insulina, ou seja, um fator colaborador do aumento da sensibilidade de receptores insulínicos na membrana plasmática (Vicent, 1999).

O mecanismo de participação do cromo na ação da insulina começou a ser esclarecido em meados dos anos de 1980 por meio do isolamento e da caracterização de um oligopeptídeo ligador de cromo, que inicialmente foi denominado substância ligadora de cromo de baixo peso molecular (*low-molecular weigh chromium-binding substance – LMWCr*) (Vicent, 2000).

O LMWCr, em função da semelhança com a calmodulina em estrutura e função, recebe o nome também de cromodulina quando ligado aos quatro íons de cromo, enquanto na forma livre de minerais é denominado apocromodulina e encontra-se predominantemente no meio intracelular, mais especificamente no citosol e no núcleo (Vicent, 2000).

O estímulo a ação da insulina é dependente do conteúdo de cromo na cromodulina intracelular. A cromodulina favorece a sensibilidade à insulina por estimular atividade tirosina quinase do receptor insulínico na membrana plasmática. O sítio de ativação parece estar localizado próximo ou no próprio sítio ativo da enzima tirosina quinase, a qual causa a inibição da enzima fosfotirosina fosfatase, um inativador da tirosina quinase (Anderson, 1998). Em resposta a um aumento da glicemia, a insulina é rapidamente secretada para a circulação e liga-se na

subunidade de seu receptor, localizada na face externa da membrana plasmática, o que provoca uma alteração conformacional que resulta na autofosforilação dos resíduos de tirosina na subunidade  $\alpha$ , localizada na face interna da membrana. Esta alteração desencadeia uma série de reações de fosforilação em cascata com o objetivo de estimular a translocação dos transportadores de glicose (GLUTs) para a membrana plasmática.

O modelo proposto (figura 1) para explicar a ação da cromodulina como parte do sistema de auto-amplificação da sinalização da insulina sugere que a cromodulina é estocada na forma de apo no citosol e núcleo de células sensíveis à insulina. O aumento da insulina circulante provoca duas situações concomitantes: maior mobilização do cromo para célula alvo, mediada principalmente pela transferrina; e mobilização de receptores de transferrina a partir de vesículas intracelulares para se fundirem com a membrana. Sendo assim, a transferrina saturada com cromo liga-se a seus respectivos receptores e o complexo formado é internalizado por endocitose. No espaço intravesicular o pH ácido promove a digestão deste complexo e a liberação do cromo para o citosol. Quatro íons de  $Cr^{3+}$  unem-se a apocromodulina tornando-se ativa sob a forma de cromodulina, que por sua vez liga-se ao sítio ativo no receptor insulínico, completando a ativação do mesmo e amplificando o sinal da insulina (Vicent, 2000).

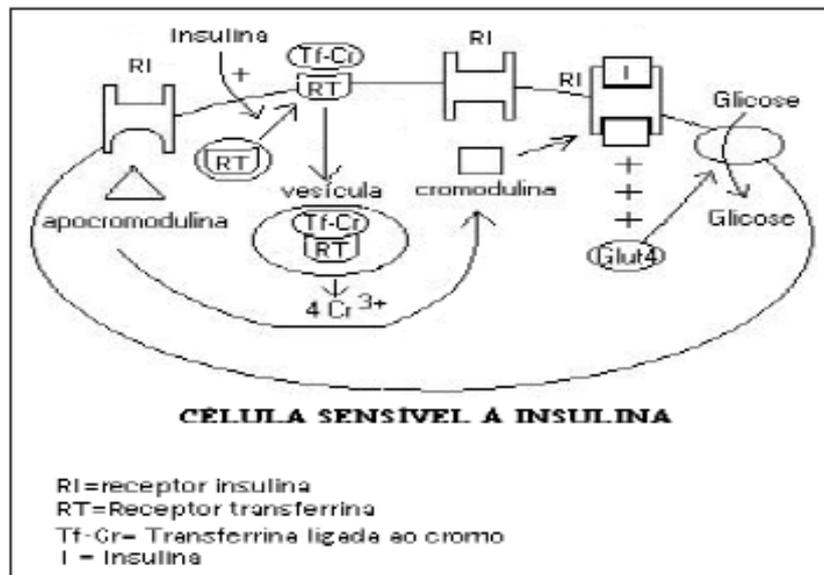


Figura 1 – Mecanismo proposto da participação do cromo na ação da insulina

### Absorção/ excreção do cromo

O mecanismo de absorção do cromo atualmente não é bem conhecido, mas pesquisadores sugeriram que em ratos, o cromo é absorvido principalmente na parte média do intestino delgado, seguido pelo íleo e duodeno. Após a absorção, provavelmente ele é transportado por proteínas carreadoras de ferro do plasma sanguíneo, denominada transferrina. Não se sabe se o GTF absorvido através do intestino entra no sangue por si só ou ligado também a transferrina. A partir do intestino, o cromo prossegue em direção ao fígado, onde deverá ser incorporado no interior do GTF. Determinadas quantidades de GTF são secretadas para dentro do plasma onde está disponível para ajudar a ação da insulina. Quando os níveis de glicose sanguíneos se elevam, a insulina é secretada, aumenta os níveis de GTF e o cromo flui para o interior do plasma. O cromo aumenta o efeito da insulina, movendo a glicose para o interior da célula. O cromo aumenta o efeito da insulina, movendo a glicose para o interior das células e posteriormente sendo excretado via urina (Linder, 1985).

O cromo pode ser disponível nas dietas na forma inorgânica ou orgânica. As formas inorgânicas, tais como cloreto crômico, são pobremente absorvidos pelos animais. As razões desta pobre absorção são devido a formação de complexos insolúveis durante a ingestão e a aderência de moléculas de cromo livres em seus antagonistas da dieta (carboidratos). As formas inorgânicas de cromo mostram mínimos efeitos no desempenho quando fornecidos nas dietas de animais. Por outro lado, as formas quelatadas têm fornecido melhores disponibilidades de cromo.

A absorção de cromo pelo organismo animal depende de sua forma, sendo que o cromo inorgânico na forma de cloreto e acetato é absorvido no intestino na faixa de 0,4 a 3%, enquanto que o cromo orgânico, isto é, complexado com aminoácidos, carboidratos, ácidos orgânicos, leveduras e vitaminas apresenta uma absorção intestinal na faixa de 15 a 30%. Entretanto, a excessiva ingestão de cromo não resulta em absorção eficiente (Hossain, 1998).

### Efeito do cromo sobre o desenvolvimento e qualidade de carne de aves

Em aves, a suplementação dietética de cromo orgânico ( $\text{Cr}^{+3}$ ) resulta em melhora da velocidade de crescimento, eficiência alimentar, rendimento de carne e qualidade de carcaça com reduzida quantidade de gordura (Gursoy, 2000).

O cromo é um micromineral importante na qualidade de carne, pois atua no metabolismo dos lipídios, carboidratos, proteínas e ácidos nucléicos. Vários relatos na literatura têm mostrado o efeito do cromo sobre o crescimento e qualidade da carcaça de suínos (Lindemann et al., 1995) e aves (Motozono et al., 1998).

Lima et al., (1999) trabalhando com níveis de cromo-ácido nicotínico (0, 100, 200, 300, 400 e 500 ppb de Cr) em dietas de suínos em crescimento e terminação, não verificaram efeito do nível de Cr sobre o desempenho e na avaliação de carcaça, concluindo que a adição de até 500 ppb de Cr, na forma de Cr-ácido nicotínico, não

altera o desempenho e a qualidade de carcaça de suínos em crescimento e em terminação.

Analisando o crescimento, o metabolismo da glicose e a síntese lipídica em pintos de corte, Cupo e Donaldson (1987) avaliaram a suplementação de cromo inorgânico (20 ppm) e vanádio (20 ppm) e suas associações e concluíram que, nas dietas com vanádio, houve redução do peso das aves, do fígado e da concentração de colesterol no fígado e aumento do colesterol sérico; já nas dietas com o cromo, não houve diferenças entre os parâmetros analisados, por outro lado, quando associados os dois minerais, estes obtiveram resultados semelhantes aos da dieta com vanádio. O antagonismo cromo-vanádio foi observado em alguns processos metabólicos, porém não observado no peso dos órgãos e das aves.

Lien et al., (1999) trabalhando com suplementação de frangos de corte com 0, 800, 1600 e 3200  $\mu\text{g Cr/kg}$  de dieta, verificaram que 1600  $\mu\text{g Cr/kg}$  proporcionou melhor consumo e melhor ganho de peso. Foi observado ainda que aves suplementadas com 1600 e 3200  $\mu\text{g Cr/kg}$  apresentaram menores níveis de glicose sangüínea, e que a suplementação com cromo, independente do nível, proporcionou um maior nível de HDL e menor nível de LDL e VLDL. Suplementando dietas de perus com 0, 1 e 3 mg Cr/kg, na forma de nicotinato de cromo. Chen et al. (2001) observaram que 1 mg Cr/kg aumentou significativamente o ganho de peso e consumo de ração entre 9 e 18 semanas de idade, porém, com o nível mais alto não se observou diferença significativa em relação ao tratamento controle. Para rendimento de peito, obteve-se o maior rendimento com a suplementação de 1 mg Cr/kg e menor rendimento com 3 mg Cr/kg. Para o rendimento de coxa, observou-se que independentemente do nível utilizado, a suplementação de cromo proporcionou melhora no rendimento.

Sahin et al. (2002) utilizando níveis de picolinato de cromo 0, 200, 400, 800 e 1200 µg Cr/kg para se determinar os efeitos sobre o desempenho, características de carcaça e metabólitos sorológicos em frangos de corte sobre stress calórico, concluíram que, com o nível de 1200 µg Cr/kg, houve melhora do peso das aves, consumo de ração, características de carcaça e conversão alimentar. Quanto às análises bioquímicas sorológicas, as concentrações de corticosterona, glicose e colesterol diminuíram, porém a proteína sérica aumentou. Avaliando o efeito separado e/ou combinado da suplementação de picolinato de cromo (400 mg/kg), e ácido ascórbico (250 mg/kg), em ambientes com temperaturas elevadas (32°C), Sahin et al. (2003) observaram que houve melhora do ganho de peso e conversão alimentar, quando separados ou combinados. Desta mesma forma, a suplementação do cromo e vitamina C resultou em aumento de insulina sérica, T3 (triiodotironina) e T4 (tiroxina) e diminuição das concentrações de corticosterona, glicose, colesterol e menadiona (indicador da peroxidação lipídica). Na avaliação de carcaça, houve acréscimo quanto aos rendimentos de carcaça e peso do fígado, coração, pâncreas e moela. Os autores concluíram que o cromo e a vitamina C proporcionaram efeitos similares, e quando estes foram combinados, houve uma melhora efetiva na prevenção do estresse calórico.

Króliczewska et al., (2005) avaliando o efeito da suplementação do cromo levedura (300 e 500 µg Cr/kg) sobre o crescimento e características de carcaça em frangos de corte, verificaram que a suplementação de 500 µg Cr/kg proporcionou um aumento no peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar, quando comparado com a dieta basal e com 300 µg Cr/kg. O uso do cromo levedura na alimentação de frangos causou uma diminuição dos níveis e teor de colesterol na carne. Foram observadas grandes diferenças no músculo do peito das aves alimentadas com 500 µg Cr/kg, onde o conteúdo de colesterol diminuiu aproximadamente 19%. Não houve

diferenças para matéria seca, proteína e características organolépticas dos músculos do peito e perna.

## Literatura Citada

- ABEF. [2007] Associação dos Produtores e Exportadores de Frangos. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>> Acesso em: 25/01/07.
- ANDERSON, R.A. Chromium, glucose and lipid metabolism. **J. Adv. Med.** V.8, p.37, 1995.
- ANDERSON, R.A. Chromium. In: Trace minerals in foods. Marcel Dekkes Inc., New York, p. 231-247, 1988.
- ANDERSON, R. A., BRYDEN, N.A., POLANSKY, M.M., REISER, S. Urinary chromium excretion and insulogenic properties of carbohydrates. **Animal Journal Clinical Nutrition**, v.51, p.864-869, 1990.
- ANDERSON, R.A., **Nutr. Rev.**, v.56, p. 266, 1998.
- BENÍCIO, L.S. **Avicultura. Passado, presente e futuro.** 2000. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/anais2000/Palestras/Apresenta%E7%E3%20LSB.pdf>> Acesso em: 28 ago. 2005.
- BURTON, J.L. Supplemental chromium, its benefits to the bovine immune system. **Animal Feed Science Hechnology**, v.53, p.117-133, 1995.
- CHEN, K.L., LU, J.J., LIEN, F.F., CHIOU, P.W. Effects of chromium nicotinate on performance, carcass characteristics and blood chemistry of growing turkeys. **British Poultry Science**, v.42, p.399-404, 2001.
- CLARKSON, P.M. Effects of exercise on chromium levels: is supplementation required? **Sports Med.**, v.23, p. 341-349, 1997.
- CUPO, M.A., DONALDSON, W.E. Chromium and vanadium effects on glucose metabolism and lipid synthesis in the chick. **Poultry science**, v.66, p.120-126, 1987.
- EVANS, G.W., BOWMAN, T.D. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. **J. Inorg. Biochem.** V.46, p. 243-250, 1992.

- GURSOY, U. Chromium in broiler diets. **Feed Int.**, March, p.24-26, 2000.
- HOSSAIN, S.M., BARRETO, S.L., SILVA, C.G. Growth performance and carcass composition of broilers fed supplemental chromium from chromium yeast. **Animal feed science technology**, v.71, p.217-228, 1998.
- KRÓLICZEWSKA, B., ZAWADZKI, W., DOBRZANSKI, Z., KACZMAREK-OLIWA, A. Changes in selected serum parameters of broiler chicken fed supplemental chromium. **Journal Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.**, v. 88, p. 393-400, 2004.
- KRÓLICZEWSKA, B.; ZAWADZKI, W.; SKIBA, T.; MISTA, D. Effects of chromium supplementation on chicken broiler growth and carcass characteristics. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.74, p. 543-549, 2005.
- LIEN, T.F., HORNG, Y.M., YANG, K.H. Performance, serum characteristics, carcass traits and lipid metabolism of broilers as affected by supplement of chromium picolinate. **British Poultry Science**, v.40, p. 357-363, 1999.
- LINDEMAN, M.D.; WOOD, C.M. HARPER, A. F.; KORNEGAY, E.T.; ANDERSON, R.A. Dietary chromium picolinate additions improve gain: feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. **Journal Animal Science**, v.73, p.457-465, 1995.
- LINDER, M.C. In: Nutritional biochemistry and metabolism with clinical applications. Linder, M.C. **Ed. Elsevier Publishing**, New York, p. 189-192, 1985.
- LINDER, M.C. Nutrition and metabolism of the trace elements. In: Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications (Linder, M.C.) **Ed. Elsevier**, New York, NY, p.215-276, 1991.
- LIMA, G.J.M.M., GUIDONI, A.L. Níveis de cromo-ácido nicotínico em dietas de suínos em crescimento e terminação. **Pesq. Agropec. Brasil.**, v.34, n.3, p.433-439, 1999, Brasília.
- MOTOZONO, Y. et al. Effects of dietary chromium picolinate on growth, carcass quality and serum lipids of female broilers. **Animal Science and Technology (Jpn)**, v. 69, p. 659-665, 1998.
- MERTZ, W. **Chromium – history and nutritional importance. Biological Trace Element Research.** v. 32, p. 3-8, 1992.
- MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal of Nutrition**, v.123, p.626-633, 1993.

- MOHAMED, F.F., AFIFI, M. Role of inorganic chromium in modulating performance and immunity in broilers. **Vet. Med. J. Giza**, V. 49, p. 147-162, 2001.
- MORRIS, B.W. et al. The inter-relationship between insulin and chromium in hyperinsulinaemic euglycaemic clamps in healthy volunteers. **Journal of Endocrinology**, v.139, p. 339-345, 1993.
- PRESS, R.I., GELLER, J., EVANS, G.W. Effects of chromium picolinate on serum cholesterol and apolipoprotein fractions in human subjects. **Western Journal of Medicine**, v. 152, p. 41-45, 1990.
- ROSEBROUGH, R.H., STEELE, N.C. Effect of supplemental dietary chromium or nicotinate acid on carbohydrate metabolism during basal, starvation and refeeding periods in poult. **Poultry Science**, n.60, p.407-417, 1981
- SAHIN, K., SAHIN, N., ONDERCI, M., GURSU, F., CIKIM, G. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effect of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens. **Biological Trace Element Research**, v.89, p.53-64, 2002.
- SAHIN, K., SAHIN, N., KUCUK, 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. **Nutrition Research**, v.23, p.25-238, 2003.
- SPEARS, J.W. Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals: Review. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.12, p.1002-1008, 1999.
- VICENT, J.B. Relationship between glucose tolerance factor and low-molecular weight chromium-binding substance. **Journal Nutrition**, v.124, p.117-119, 1994.
- VICENT, J.B. Mechanisms of chromium action low-molecular-weight chromium-binding substance., **J. Am. Coll. Nutr.**, v.18, p. 6-12, 1999.
- VICENT, J.B. The biochemistry of chromium. **J. Nutr.** v.130, p. 715-718, 2000.
- YILDIZ, A.O., PARLAT, S.S., YAZGAN, O. The effects of organic chromium supplementation on production traits and some serum parameters of laying quails. **Revue Méd. Vét.**, v. 155, n.12, p.642-646, 2004.

## **II – Influência do cromo sobre o desempenho, rendimento de carcaça, qualidade da carne, colesterol do peito e lípides no plasma sanguíneo de frangos de corte**

**RESUMO** – O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da suplementação dietética de cromo sobre o desempenho, rendimento de carcaça, qualidade de carne e o teor de colesterol presente no peito e parâmetros bioquímicos do sangue em frangos de corte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco níveis de tripicolinato de cromo a 0,4%, como fonte do mineral orgânico cromo (0, 150, 300, 450 e 600 µg/kg de cromo) e seis repetições com 50 aves por unidade experimental. Os níveis de tripicolinato de cromo foram utilizados durante todo o período experimental (1 a 42 dias de idade). A utilização do tripicolinato de Cromo não apresentou efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o desempenho dos frangos de corte em nenhuma fase de criação. Não houve efeito ( $P \geq 0,05$ ) dos níveis de cromo sobre o rendimento de carcaça e pH do peito dos frangos de corte aos 42 dias de idade. A carne do peito dos frangos alimentados com cromo foi avaliada quanto à matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. Apenas a porcentagem de extrato etéreo foi influenciada de forma quadrática ( $P < 0,05$ ), indicando que com o nível de 262,5 µg/kg de cromo diminuiu a porcentagem de extrato etéreo em 7,03% quando este foi comparado com o grupo controle. A suplementação de cromo nas dietas de frangos de corte, não influenciou ( $P > 0,05$ ) o teor de colesterol total na carne do peito. Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos apenas sobre o HDL aos 14 dias de idade e sobre o VLDL e os triglicérides aos 21 dias de idade os quais foram influenciados de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pela suplementação de cromo na dieta de frangos de corte. Pode-se concluir que o cromo não influenciou o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne e colesterol e parâmetros bioquímicos do sangue dos frangos de corte.

**Palavras-chave:** desempenho, rendimento de carcaça, lípides, colesterol na carne

## **II – Chromium influence on performance, yields carcass, meat quality, breast cholesterol and blood plasma lipids of broiler chickens**

**ABSTRACT** - The aim of this work was to evaluate the effect of dietary chromium supplementation on performance, carcass yield, meat quality, chest cholesterol and blood biochemical parameters of broiler chickens. The experimental design adopted was a completely randomized with five levels chromium tripicolinate levels at 0.4% as source of organic mineral chromium (0, 150, 300, 450 and 600  $\mu\text{g}/\text{kg}$  of chromium) and six replications with 50 broilers per experimental unit. The chromium tripicolinate levels were used during the whole experimental period (1 to 42 days of age). The chromium tripicolinate use did not affect ( $P \geq 0.05$ ) broilers performance in any rearing period. The supplementation did not show effects ( $P \geq 0.05$ ) on carcass yield and chest pH at 42 days of age. Chest meat of broilers fed with chromium was evaluated for dry matter, crude protein and ethereal extract. Only the ethereal extract percentage was influenced in a quadratic way ( $P < 0.05$ ) indicating that the chromium level of 262.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  decreased the ethereal extract percentage in 7.03% when compared with control group. The chromium supplementation on broiler chickens diets did not influence ( $P > 0.05$ ) the total cholesterol level on chest meat. It was observed experimental treatments effect ( $P < 0.05$ ) only on HDL at 14 days of age and on VLDL and triglycerides at 21 days of age, which was influenced in a quadratic way ( $P < 0.05$ ) by chromium supplementation. It was concluded that supplementation did not influence performance, carcass yield, meat quality, cholesterol and blood biochemical parameters of broiler chickens.

Key-words: performance, carcass yields, lipids, meat cholesterol

## **Introdução**

A produção e o consumo mundial de carne de frangos de corte têm apresentado um crescimento considerável nos últimos anos. Segundo o relatório anual da ABEF (2007), a produção de frangos no Brasil em 2006 foi de 9,336 milhões de toneladas, um desempenho bem acima da média mundial e que manteve o país como o terceiro maior produtor. Além disso, com uma participação de 43% nas exportações, o Brasil assumiu o posto de maior exportador de carne de frango, bem como a posição de país com maior crescimento em vendas nos últimos anos.

Esse aumento tem ocorrido principalmente devido ao preço acessível dessa carne a todas as classes sociais, a imagem de produto mais saudável, a maior eficiência de produção, facilitada pelo seu curto ciclo produtivo, à ausência de restrições culturais e adaptabilidade ao consumidor (Benício, 2000).

A adaptabilidade ao consumidor é um fator que tem contribuído muito para aceitação da carne de frango, pois está relacionada à praticidade e facilidade de preparo que seus cortes comerciais e produtos processados têm oferecido. Com aumento da comercialização de cortes desossados e do preparo de produtos processados, o tamanho dos filés de peito e da perna de frangos de corte tem recebido atenção especial das indústrias.

Os frangos de corte têm se mostrado cada vez mais precoces e com elevado ganho de peso, por outro lado, tem se observado um aumento de gordura na carcaça, principalmente na região abdominal. A composição da carcaça e o rendimento de

carne são dependentes de vários fatores, tais como, nutrição, manejo e condições de ambiente.

A qualidade de carne de frangos está relacionada com o teor de gordura presente na carcaça, sendo que a síntese de gordura é bem mais dispendiosa do que a do tecido muscular. Os meios utilizados para reduzir a gordura na carcaça de frangos são o melhoramento genético, níveis de fontes de energia e proteína presentes na dieta, e a utilização de alguns suplementos e aditivos. Entre os suplementos, tem se dado grande destaque ao cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ), que é reconhecido como um elemento traço essencial exigido no metabolismo dos carboidratos, proteínas, lipídeos e como componente ativo do fator de tolerância à glicose (GTF) (Mertz, 1992).

Em aves, a suplementação dietética de cromo orgânico ( $\text{Cr}^{+3}$ ) resulta em melhora da velocidade de crescimento, eficiência alimentar, rendimento de carne e qualidade de carcaça com reduzida quantidade de gordura (Gursoy, 2000).

O cromo é reconhecido atualmente como um elemento traço essencial no metabolismo de carboidratos e lipídeos, sendo que sua função está relacionada com o mecanismo de ação da insulina (Vicent, 2000). Contudo, por agir estimulando a sensibilidade à insulina, o cromo pode influenciar também no metabolismo protéico, promovendo maior estímulo da captação de aminoácidos e, conseqüentemente, aumentando a síntese protéica (Clarkson, 1997).

Lien et al., (1999) trabalhando com suplementação de frangos de corte com 0, 800, 1600 e 3200  $\mu\text{g Cr/kg}$  de dieta, verificaram que 1600  $\mu\text{g Cr/kg}$  proporcionou melhor consumo e melhor ganho de peso e que aves suplementadas com 1600 e 3200  $\mu\text{g Cr/kg}$  apresentaram menores níveis de glicose sangüínea. A suplementação com cromo, independente do nível, proporcionou um maior nível de HDL e menor nível de LDL e VLDL. Suplementando dietas de perus com 0, 1 e 3 mg Cr/kg, na forma de

nicotinato de cromo, Chen et al., (2001) observaram que 1 mg Cr/kg aumentou o ganho de peso e consumo de ração entre 9 e 18 semanas de idade, porém, com o nível mais alto não se observou melhora em relação ao tratamento controle. Para rendimento de peito, obteve-se o maior rendimento com a suplementação de 1 mg Cr/kg e menor rendimento com 3 mg Cr/kg. Para o rendimento de coxa, observou-se que independentemente do nível utilizado, a suplementação de cromo proporcionou melhora no rendimento.

Sahin et al., (2002), utilizando níveis de picolinato de cromo 0, 200, 400, 800 e 1200  $\mu\text{g Cr/kg}$  para se determinar os efeitos sobre o desempenho, características de carcaça e metabólitos sorológicos em frangos de corte sobre stress calórico, concluíram que, com o nível de 1200  $\mu\text{g Cr/kg}$ , houve melhora do peso das aves, consumo de ração, características de carcaça e conversão alimentar. Quanto às análises bioquímicas sorológicas, as concentrações de corticosterona, glicose e colesterol diminuíram, porém a proteína sérica aumentou. Avaliando o efeito separado e/ou combinado da suplementação de picolinato de cromo (400 mg/kg), e ácido ascórbico (250 mg/kg), em ambientes com temperaturas elevadas (32°C), Sahin et al. (2003) observaram que houve melhora do ganho de peso e conversão alimentar, quando separados ou combinados. Desta mesma forma, a suplementação do cromo e vitamina C resultaram em aumento de insulina sérica, T3 (triiodotironina) e T4 (tiroxina) e diminuição das concentrações de corticosterona, glicose, colesterol e menadiona (indicador da peroxidação lipídica). Na avaliação de carcaça, houve acréscimo quanto aos rendimentos de carcaça e peso do fígado, coração, pâncreas e moela. Os autores concluíram que o cromo e a vitamina C tiveram efeitos similares, e quando estes foram combinados, houve uma melhora efetiva na prevenção do stress calórico.

Króliczewska et al., (2005) avaliando o efeito da suplementação do cromo levedura (300 e 500 µg Cr/kg) sobre o crescimento e características de carcaça em frangos de corte, verificaram que a suplementação de 500 µg Cr/kg houve um aumento no peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar, quando comparado com a dieta basal e com 300 µg Cr/kg. O uso do cromo levedura na alimentação de frangos causou uma diminuição dos níveis e teor de colesterol na carne. Foram observadas grandes diferenças no músculo do peito das aves alimentadas com 500 µg Cr/kg, onde o conteúdo de colesterol diminuiu aproximadamente 19%. Não houve diferenças para a matéria seca, proteína e características organolépticas dos músculos do peito e perna.

O cromo atua ainda como antioxidante, além de ser essencial para a ativação de certas enzimas e estabilização de proteínas e ácidos nucléicos (Linder, 1991). Rosebrough & Steele (1981) observaram um aumento da enzima glicogênio sintetase, em aves alimentadas com dietas suplementadas com cromo, sugerindo que está atua na síntese de glicogênio, aumentando a glicogênese a partir da glicose e acelerando o transporte desta. Este micromineral pode acelerar a lipogênese a partir da glicose e armazenar os lipídios no fígado e tecido adiposo (Rosebrough & Steele, 1981), além de proporcionar redução de lipídios, colesterol total e lipoproteína de baixa densidade (LDL) e aumentar as lipoproteínas de alta densidade (HDL) no sangue (Press et al., 1990). A principal forma cujos lipídios absorvidos são transportados em aves, é a VLDL (*very low density lipoprotein*).

Em trabalho com codornas, Yildiz et al. (2004), verificaram que as concentrações séricas de glicose e colesterol diminuíram, enquanto que, as concentrações de proteína total e insulina aumentaram linearmente conforme os níveis de cromo foram aumentando (0, 250, 500, 750 e 1000 ppb de Cr picolinato). Króliczewska et al. (2004), trabalhando com a suplementação de 300 e 500 µg/kg de

cromo em ração de frangos de corte, sobre o desempenho, colesterol total, HDL, LDL, triglicérides, glicose, proteína total e concentração de cromo no sangue, verificaram que com o nível de 500 µg/kg de cromo houve um decréscimo dos níveis de colesterol total, LDL, triglicérides e glicose e um aumento do HDL, ou seja, do “bom colesterol”, além de melhorar também o peso corporal, ganho de peso e eficiência alimentar, concluindo que a suplementação de cromo, particularmente o nível de 500 µg/kg de Cr, influencia no metabolismo de carboidratos e lipídios de frangos de corte.

## **Objetivos**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação dietética de cromo sobre o desempenho, rendimento de carcaça, qualidade de carne e o teor de colesterol presente no peito e parâmetros bioquímicos do sangue.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no setor de avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, sob aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal – CEEA/UEM (Registro N°047/2006).

Foram utilizados 1.500 pintos de corte machos de um dia de idade (peso médio de 45,07g), da linhagem Cobb – Vantress<sup>®</sup>. As aves foram alojadas em um galpão convencional de 30m de comprimento e 8m de largura, com cobertura de telha francesa e lanternim, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria com 40 cm de altura, sendo o restante da parede completa com tela de arame até o telhado, providos de cortinas móveis. O galpão foi dividido em 30 boxes de 6,3 m<sup>2</sup> cada com capacidade para 50 aves.

Na fase inicial foram utilizados comedouros infantis e bebedouros do tipo copo de pressão até o quinto dia de idade, sendo os comedouros substituídos gradativamente pelos comedouros tubulares e bebedouros automáticos do tipo pendular. Em cada boxe foram utilizados um círculo de proteção e uma campânula como fonte de aquecimento para os pintinhos. Água e ração foram fornecidas à vontade em um programa de alimentação dividido em duas fases, sendo a inicial do 1º aos 21 dias de idade, e a de crescimento, dos 22 a 42 dias de idade.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco níveis de tripicolinato de cromo a 0,4%, como fonte do mineral orgânico

cromo (0, 150, 300, 450 e 600 µg/kg de cromo) e seis repetições com 50 aves por unidade experimental. Os níveis de tripicolinato de cromo foram utilizados durante todo o período experimental (1 a 41 dias de idade). As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja de modo a atender as exigências nutricionais para as fases: inicial (1-21 dias de idade) e de crescimento (22-42 dias de idade), de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005). A composição percentual e calculada das rações experimentais encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

As aves e as rações foram devidamente pesadas aos 1, 7, 14, 21 e 41 dias de idade, para avaliação do desempenho das aves (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). A mortalidade, bem como as sobras de ração, foram devidamente registradas para a determinação do real consumo de ração pelas aves.

A cama utilizada foi de palha de arroz (1º uso). As aves foram vacinadas no incubatório contra a Doença de Marek, sendo que após o alojamento, as mesmas não receberam nenhuma vacina. Foi utilizado um programa de luz contínua durante os primeiros 10 dias e o restante do período experimental com 23 horas de luz/dia. As temperaturas médias dentro do galpão foram de: máxima de 30 °C e mínima de 23 °C e umidade relativa média de 74%. O percentual de mortalidade registrado durante todo o período experimental foi de 3,06%.

Para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, aos 42 dias de idade, duas aves por unidade experimental, escolhidas ao acaso, foram submetidas ao jejum alimentar por 6 horas e abatidas através de atordoamento por choque elétrico (220W) e posterior sangria.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais (1 a 21 dias).

Table 1 – Percentual and calculated compositions of experimental diets (1-21 days)

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Níveis de Cromo ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ de Ração) <i>Chromium levels (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> of diets)</i>				
	0	150	300	450	600
Milho grão <i>Corn grain</i>	53,66	53,52	53,48	53,44	53,41
Farelo de soja 45% <i>Soybean meal, 45%</i>	37,12	37,12	37,12	37,12	37,12
Fosfato Bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
Calcário <i>Limestone</i>	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Bicarbonato de Sódio <i>Sodium bicarbonate</i>	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	5,16	5,26	5,26	5,26	5,26
Sal comum <i>Common Salt</i>	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
DL-metionina-98% <i>DL-metionine, 98%</i>	0,299	0,299	0,299	0,299	0,299
L-Lisina HCl – 78% <i>L-lisyl HCl, 78%</i>	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236
L-Treonina-98% <i>L-threonine</i>	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
Cloreto de Colina – 70% <i>Choline chloride – 70%</i>	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Supl. Min – Vit. <sup>1,2</sup> <i>Mineral- vitamin supplement</i>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Cromo <sup>3</sup> <i>Chromium</i>	0,00	0,038	0,075	0,113	0,150
BHT <i>BHT</i>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Valores calculados</b> <i>Calculated values</i>					
EM (kcal/kg) <i>Metabolizable energy (Kcal/kg)</i>	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
PB (%) <i>Crude protein (%)</i>	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4
Cálcio (%) <i>Calcium (%)</i>	0,911	0,911	0,911	0,911	0,911
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus (%)</i>	0,455	0,455	0,455	0,455	0,455
Met+Cis (%) <i>Methionine+cistine (%)</i>	0,962	0,962	0,962	0,962	0,962
Lisina (%) <i>Lysine (%)</i>	1,345	1,345	1,345	1,345	1,345
Treonina (%) <i>Threonine (%)</i>	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913
Arginina (%) <i>Arginine (%)</i>	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Sódio (%) <i>Sodium (%)</i>	0,219	0,219	0,219	0,219	0,219

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00 UI; Vit. D3 2.200.000,00 UI; Vit.E 11.000,00 mg; Vit. K3 1.600,00 mg; Vit. B1 2.000,00 mg; Vit. B2 5.000,00 mg; Vit. B12 12.000,00 mcg; Niacina 35.000,00 mg; Ácido Pantotênico 13.000,00 mg; Ácido Fólico 800,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>1</sup>Starting vitamin supplement (Content per kg of premix): Vit. A 7,000,000,00 UI; Vit. D3 2,200,000,00 UI; Vit.E 11000,00 mg; Vit. K3 1,600,00 mg; Vit. B1 2,000,00 mg; Vit. B2 5,000,00 mg; Vit. B12 12,000,00 mcg; Niacin 35,000,00 mg; Pantotenic Ácid 13,000,00 mg; Folic Ácid 800,00 mg; Antioxidant 100,000,00; Vehicle q.s.p. 1,000,00g.

<sup>2</sup>Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>2</sup>Mineral Supplement (Content per kg of premix): Iron 10,000,00 mg; Copper 16,000,00 mg; Iodine 2,400,00 mg; Zinc 100,000,00 mg; Manganese 140,000,00 mg; Selenium 400,00 mg; Vehicle q.s.p. 1,000,00g.

<sup>3</sup>Cromo (mineral orgânico – tripicolinato de cromo 0,4%, MCASSAB)

<sup>3</sup>Chromium (organic mineral – Chromium tripicolinate 0,4%, MCASSAB)

Tabela 2 – Composição percentual e calculada das rações experimentais (22 a 42 dias).

Table 2 – Percentual and calculated compositions of experimental diets (22-42 days)

<b>Ingredientes</b> <i>Ingredients</i>	<b>Níveis de Cromo (µg/kg de Ração)</b> <i>Chromium levels (µg/kg of diets)</i>				
	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>450</b>	<b>600</b>
Milho grão <i>Corn grain</i>	59,250	59,05	59,02	58,98	58,94
F. de soja 45% <i>Soybean meal, 45%</i>	31,63	31,68	31,68	31,68	31,68
F. Bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Calcário <i>Limestone</i>	0,853	0,853	0,853	0,853	0,853
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	5,56	5,66	5,66	5,66	5,66
Sal comum <i>Common Salt</i>	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417
DL-metionina-98% <i>DL-metionine, 98%</i>	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234
L-Lisina HCl – 78% <i>L-lisyl HCl, 78%</i>	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
L-Treonina-98% <i>L-threonine</i>	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
Cloreto de Colina – 70% <i>Choline chloride – 70%</i>	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Supl. Min – Vit. <sup>1,2</sup> <i>Mineral- vitamin supplement</i>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Cromo <sup>3</sup> <i>Chromium</i>	0,000	0,038	0,075	0,113	0,150
BHT <i>BHT</i>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Valores calculados</b> <i>Calculated values</i>					
EM (kcal/kg) <i>Metabolizable energy (Kcal/kg)</i>	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
PB (%) <i>Crude protein (%)</i>	19,410	19,410	19,410	19,410	19,410
Cálcio (%) <i>Calcium (%)</i>	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus (%)</i>	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411
Met+Cis (%) <i>Methionine+cistine (%)</i>	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Lisina (%) <i>Lysine (%)</i>	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170
Treonina (%) <i>Threonine (%)</i>	0,797	0,797	0,797	0,797	0,797
Arginina (%) <i>Arginine (%)</i>	1,290	1,290	1,290	1,290	1,290
Sódio (%) <i>Sodium (%)</i>	0,205	0,205	0,205	0,205	0,205

<sup>1</sup>Mistura Vitamínica de Crescimento (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 6.000.000,00 UI; Vit. D3 2.000.000,00 UI; Vit.E 10.000,00 mg; Vit. K3 1.000,00 mg; Vit. B1 1.400,00 mg; Vit. B2 4.000,00 mg; Vit. B12 10.000,00 mcg; Niacina 30.000,00 mg; Ácido Pantotênico 11.000,00 mg; Ácido Fólico 600,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>1</sup>Growth Vitamin Supplement (Content per kg of premix): Vit. A 6,000,000,00 UI; Vit. D3 2,000,000,00 UI; Vit.E 10,000,00 mg; Vit. K3 1,000,00 mg; Vit. B1 1,400,00 mg; Vit. B2 4,000,00 mg; Vit. B12 10,000,00 mcg; Niacin 30,000,00 mg; Pantotenic Acid 11,000,00 mg; Folic Acid 600,00 mg; Antioxidant 100,000,00; Vehicle q.s.p. 1,000,00g.

<sup>2</sup>Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>2</sup>Mineral supplement (Content per kg of premix): Iron 10,000,00 mg; Copper 16,000,00 mg; Iodine 2,400,00 mg; Zinc 100,000,00 mg; Manganese 140,000,00 mg; Selenium 400,00 mg; Vehicle q.s.p. 1,000,00g.

<sup>3</sup>Cromo (mineral orgânico – tripicolinato de cromo 0,04%, MCASSAB)

<sup>3</sup>Chromium (organic mineral – Chromium tripicolinate 0,4%, MCASSAB)

Para o cálculo do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves que foram pesadas individualmente antes do abate. As aves foram identificadas através de anilhas numeradas colocadas na asa. Para o rendimento dos cortes nobres, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos e pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), que foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada, após a retirada, estes permaneceram em uma câmara fria a uma temperatura de 3°C durante 24 horas, para posterior análise.

A gordura abdominal presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes foi retirada conforme descrito por Smith (1993). Em seguida, foi pesada e também calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

A determinação do pH foi realizada diretamente no filé do peito de duas aves por unidade experimental, utilizadas para o rendimento de carcaça, com auxílio de um pHmetro TECNAL<sup>®</sup> 24h *post mortem*. O ponto de incisão do eletrodo foi a parte cranial ventral do filé conforme descrito por Boulianne & King (1995).

Aos 7, 14, 21 e 41 dias de idade foram coletados sangue de duas aves/ unidade experimental, na veia braquial, para realização do lipidograma total no soro dessas aves, segundo o Kit comercial Labtest<sup>®</sup>.

Para a extração e quantificação de colesterol na carne do peito de frango, os peitos retirados no rendimento de carcaça, dois peitos por unidade experimental, foram moídos e uma amostra foi submetida ao método da saponificação direta, descrito por Al Hasani *et al.* (1993).

Foram determinados a matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo das amostras de peitos, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2004).

Os dados obtidos de cada parâmetro foram desdobrados em polinômios ortogonais de forma a permitir a análise de variância e regressão de acordo com suas distribuições, utilizando o programa estatístico SAEG<sup>®</sup>.

O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_i = \mu + T_i + e_{ij}$$

Onde:

$Y_i$  = valor observado das variáveis estudadas;

$\mu$  = média geral de todas as observações;

$T_i$  = efeito do nível  $i$  de cromo,  $i = (0, 150, 300, 450 \text{ e } 600 \mu\text{g Cr/kg})$ ;

$e_{ij}$  = erro experimental.

## **Resultados e Discussão**

Os resultados médios dos parâmetros de desempenho encontram-se na Tabela 3. A utilização do tripicolinato de Cromo não apresentou efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o desempenho dos frangos de corte em nenhuma fase de criação. Resultados semelhantes foram verificados por Oba (2004), que suplementou dietas de frangos de corte com 0, 400, 800 e 1.200  $\mu\text{g Cr/kg}$ , na forma de cromo complexado a levedura e Chen et al. (2001), que suplementaram dietas de perus com cromo nicotinato, nos níveis de 0, 1 e 3  $\text{mg/kg}$ . Ambos não verificaram efeitos do cromo sobre o peso das aves, consumo de ração e conversão alimentar.

Motozono et al. (1998), também verificou que a adição de cromo picolinato a dieta de frangos de corte de 0, 200 e 400 ppb não afetou o desempenho dessas aves, concordando com Lee et al. (2003).

Tabela 3 – Valores médios dos parâmetros de desempenho (PF – peso final; GP – ganho de peso; CR – consumo de ração; CA – conversão alimentar) e percentual de mortalidade dos frangos de corte de 1 a 41 dias de idade.

*Table 3 – Performance parameters means (final weight; body weight gain; feed intake; feed:gain ratio) and mortality percentage of broiler chickens reared until 41 days..*

Período (dias) <i>Period (days)</i>	PF (g) <i>Final weight (g)</i>	GP (g) <i>Weight gain (g)</i>	CR (g/ave) <i>Feed intake (g/bird)</i>	CA (g/g) <i>Feed:gain (g/g)</i>	Mortalidade (%) <i>Mortality (%)</i>
1 a 7	196,69±0,94	151,63±0,95	154,32±0,58	1,018±0,005	0,8
<i>CV (%)</i>	<i>2,394</i>	<i>3,084</i>	<i>1,929</i>	<i>2,777</i>	
1 a 14	552,56±1,89	507,49±1,88	369,17±2,91	0,727±0,004	1,00
<i>CV (%)</i>	<i>1,831</i>	<i>1,954</i>	<i>4,501</i>	<i>3,685</i>	
1 a 21	1035,70±4,09	990,63±4,09	1039,41±8,64	1,049±0,008	1,80
<i>CV (%)</i>	<i>2,162</i>	<i>2,264</i>	<i>4,845</i>	<i>4,680</i>	
1 a 41	2760,71±12,22	2715,65±12,35	4171,56±15,16	1,536±0,008	3,06
<i>CV (%)</i>	<i>2,485</i>	<i>2,534</i>	<i>2,111</i>	<i>3,093</i>	

$P \geq 0,05$

Os valores médios obtidos para o rendimento de carcaça dos frangos de corte aos 42 dias de idade, encontram-se na Tabela 4. Com base nos resultados encontrados, pode-se observar que não houve efeito ( $P \geq 0,05$ ) dos diferentes níveis de suplementação sobre esta característica. Da mesma forma, Anandhi et al. (2006) não verificaram efeito da inclusão de cromo sobre o rendimento de carcaça, peso e porcentagem de coração, fígado e moela, rendimento de cortes e porcentagem de gordura abdominal.

Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros de rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo cromo (PESO – peso ave; PE – peso eviscerado; %PEITO – porcentagem de peito; %COXA – porcentagem de coxa; %GORD – porcentagem de gordura abdominal; REND% – rendimento de carcaça) aos 42 dias de idade.

*Table 4 – Means values of carcass yield parameters of broiler chickens fed with diets containing chromium supplementation (body weight; eviscerated body weight; breast percentage; thigh percentage; abdominal fat percentage; carcass yield) 42 days of age.*

Cromo ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) Chromium ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	PESO (g) Weight (g)	PE (g) eviscerated weight (g)	%PEITO Breast %	%COXA thigh %	%GORD abdominal fat %	REND% carcass yields %
0	2892,08 $\pm$ 27,63	1969,83 $\pm$ 29,92	35,67 $\pm$ 0,20	31,83 $\pm$ 0,19	2,41 $\pm$ 0,21	68,08 $\pm$ 0,6
150	2916,67 $\pm$ 29,73	2023,83 $\pm$ 44,23	36,30 $\pm$ 0,73	30,55 $\pm$ 0,32	2,34 $\pm$ 0,25	69,37 $\pm$ 1,10
300	2892,08 $\pm$ 50,96	1983,83 $\pm$ 40,87	36,63 $\pm$ 0,43	31,39 $\pm$ 0,64	2,73 $\pm$ 0,12	68,59 $\pm$ 0,32
450	2944,58 $\pm$ 55,52	2030,83 $\pm$ 49,79	35,63 $\pm$ 0,41	31,38 $\pm$ 0,43	2,46 $\pm$ 0,13	69,00 $\pm$ 0,86
600	2851,67 $\pm$ 31,91	1987,33 $\pm$ 28,04	36,23 $\pm$ 0,45	30,68 $\pm$ 0,35	2,25 $\pm$ 0,15	69,71 $\pm$ 0,46
CV %	3,452	4,836	3,241	3,269	18,330	2,600

( $P \geq 0,05$ )

Após um intervalo de 24 horas *post mortem*, as amostras dos peitos das aves submetidas aos diferentes tratamentos foram avaliadas para determinação do pH, o qual não mostrou qualquer alteração em função dos tratamentos. Os valores obtidos de pH estão dentro da faixa considerada normal, ou seja, acima de 5,7 e abaixo de 6,2, segundo Kijowski & Niewiarowicz (1978), o pH de 5,7 obtido após 15 minutos é o período de tempo em que ocorre PSE em carnes de frangos, no presente estudo, o pH médio do músculo do peito foi de 6,0.

Os valores médios dos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e colesterol total da carne de peito de frangos estão apresentados na Tabela 5. Apenas a porcentagem de extrato etéreo foi influenciada de forma quadrática ( $P < 0,05$ ), indicando que com o nível de 292,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de cromo diminuiu a porcentagem de extrato etéreo em 7,03% quando este foi comparado com o grupo controle. O extrato etéreo indica o teor de gordura presente nos alimentos, assim pode-se verificar que o nível de 292,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de cromo foi eficiente na redução da gordura da carne do peito de frangos de corte (Figura 1 e Tabela 5). Segundo Vicent (2000), o cromo é um elemento traço essencial no metabolismo carboidratos e lipídios, por agir estimulando a sensibilidade das células à insulina, a qual promove o transporte dos

carboidratos para o interior das células, aciona a atividade das enzimas celulares que facilitam a síntese protéica e acelera o catabolismo dos ácidos graxos.

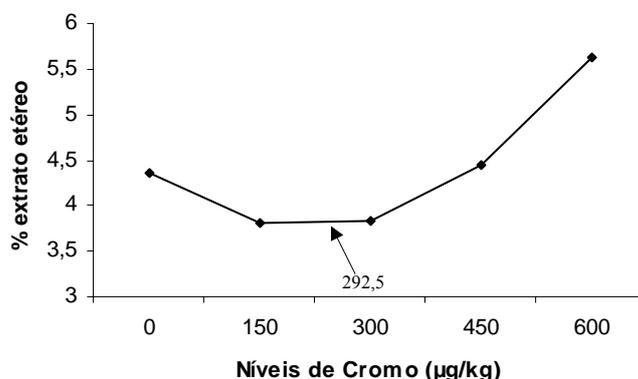


Figura 01 – Porcentagem de extrato etéreo na carne do peito de frangos de corte aos 41 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.  $Y = 4,36707 - 0,00561242X + 0,0000128627X^2$ ,  $R^2 = 0,16$

Figure 01 – Ether extract (%) in the chicken breast with 41 days of age fed with diets containing chromium supplementation..  $Y = 4.36707 - 0.00561242X + 0.0000128627X^2$ ,  $R^2 = 0.16$

A diminuição do teor de gordura na carne do peito do frango torna essa carne mais saudável. Essa diminuição pode atender a necessidade de um consumidor mais exigente, uma vez que a busca por alimentos mais saudáveis, tem aumentado consideravelmente nos últimos tempos, a fim de possibilitar uma melhor qualidade de vida.

Tabela 5 – Valores médios obtidos para Matéria seca (%MS), Proteína bruta (PB) e Extrato etéreo (%EE) de carne de peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo cromo de 1 a 42 dias de idade.

Table 5 – Means values obtained for dry matter, crude protein and ether extract of meat breast o broiler chickens fed with diets containing chromium supplementation in the period of 1-42 days of age

Níveis de Cromo (µg/kg) Chromium levels (µg/kg)	% MS Dry matter%	% PB Crude protein %	% EE Ether extract %	Colesterol Total (mg/100g) Total cholesterol(mg/100g)
0	24,83 ± 0,229	84,48 ± 1,110	4,27 ± 0,412	46,70±2,16
150	27,02 ± 1,725	84,87 ± 1,194	3,97 ± 0,620	43,65±2,50
300	24,95 ± 0,284	84,83 ± 1,524	3,93 ± 0,436	51,66±1,96
450	24,90 ± 0,198	84,30 ± 1,865	4,17 ± 0,442	47,39±3,65
600	25,23 ± 0,191	82,21 ± 1,322	5,75 ± 1,138	45,10±4,17
CV%	7,705	4,161	37,076	15,54

( $P \geq 0,05$ )

Os valores médios de colesterol total, HDL, LDL, VLDL e triglicérides, estão apresentados na Tabela 7. Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos apenas sobre o HDL aos 14 dias de idade e sobre o VLDL e os triglicérides aos 21 dias de idade os quais foram influenciados de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pela suplementação de cromo na dieta de frangos de corte (Figuras 2, 3 e 4). Aos 14 dias de idade, pode-se verificar um aumento ( $P < 0,05$ ) dos níveis de HDL no soro de frangos de corte, quando estes foram alimentados com rações contendo níveis a partir de 292,5  $\mu\text{g Cr/kg}$ . Aos 21 dias de idade verifica-se um menor valor ( $P < 0,05$ ) dos níveis de VLDL com o nível de 360,3  $\mu\text{g Cr/kg}$ , onde o valor obtido é de 8,74 mg/dL de soro, já para os níveis de triglicérides o menor valor foi obtido com 289,2  $\mu\text{g Cr/kg}$  o qual foi de 44,79 mg/dL de soro

Segundo Press et al. (1990), o cromo proporciona redução de lipídios, colesterol total e lipoproteína de baixa densidade (LDL) e aumenta as lipoproteínas de alta densidade (HDL) no sangue. Isso provavelmente ocorre porque o cromo parece agir inibindo a enzima hidroximetilglutaril-CoA redutase, a qual é responsável pela síntese do colesterol, diminuindo assim a concentração plasmática deste no organismo.

Tabela 7 – Valores de colesterol total, HDL, LDL, VLDL e triglicérides no soro de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com cromo.

*Table 7 – Values of total cholesterol, HDL, LDL, VLDL and triglycerides in the broiler chickens serum fed with diets containing chromium supplementation.*

Níveis de Cromo (µg/kg) <i>Chromium levels (µg/kg)</i>	Idade <i>Age</i>	Colesterol Total (mg/dL) <i>Total cholesterol (mg/DL)</i>	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	VLDL (mg/dL)	Triglicérides (mg/dL) <i>Triglycerides (mg/dL)</i>
Controle <i>Control</i>	7	129,33±6,13	93,50±7,97	11,67±2,43	24,17±4,00	120,53±20,04
	14	127,83±3,17	100,33±2,75	13,23±3,29	14,27±2,33	71,33±11,66
	21	92,33±3,41	70,33±2,61	6,73±2,61	15,27±1,96	76,33±9,80
	41	92,67±6,16	74,00±4,09	13,06±2,84	5,60±0,63	28,00±3,17
150	7	137,66±4,21	102,17±6,45	14,07±4,57	21,43±2,65	107,17±13,28
	14	112,50±8,06	88,50±4,85	10,13±3,20	13,87±2,04	69,33±10,22
	21	88,50±6,38	67,67±4,92	12,57±2,39	8,27±0,87	41,33±4,35
	41	94,67±4,05	76,00±2,70	12,97±1,82	5,70±0,68	28,50±3,43
300	7	123,50±7,50	89,67±3,73	11,53±1,95	22,30±3,74	111,50±18,72
	14	119,33±5,78	91,00±4,02	13,10±2,12	15,23±1,75	76,17±8,76
	21	85,83±4,31	68,17±3,78	7,97±3,21	9,70±1,46	48,50±7,30
	41	104,67±4,51	84,67±3,17	14,23±2,30	5,77±0,77	28,83±3,87
450	7	144,50±12,63	107,50±7,91	10,93±3,53	26,06±5,87	130,33±29,38
	14	118,33±7,46	95,67±3,30	9,10±4,53	13,57±1,50	67,83±7,53
	21	91,83±11,44	68,17±7,00	13,30±4,83	10,37±2,32	51,83±11,64
	41	84,67±7,60	72,33±5,80	8,67±1,66	3,67±0,22	18,33±1,11
600	7	135,33±8,05	102,50±6,87	6,10±0,92	26,73±3,40	133,67±17,00
	14	119,50±5,88	97,83±3,78	9,96±2,48	11,70±1,73	58,50±8,65
	21	82,66±3,74	62,00±4,10	10,27±1,86	10,40±1,54	52,00±7,73
	41	88,50±6,20	72,50±3,52	10,00±1,80	6,00±1,29	30,00±6,46

Resultados semelhantes foram encontrados por Króliczewska et al., (2004), que ao suplementarem a dieta de frangos de corte com níveis de 0, 300 e 500 µg Cr/kg, verificaram que a suplementação de cromo diminuiu os parâmetros sorológicos de colesterol total, LDL, triglicérides e concentrações de glicose e aumentou os níveis de HDL. Lien et al., (2001) também trabalhando com a

suplementação de frangos de corte com 1600 e 3200 µg Cr/kg, verificaram a diminuição de glicose, VLDL e LDL e aumento de triglicérides e HDL. Uyanik et al. (2002) suplementaram a dieta de galinhas de postura com 20 ppm de cromo e verificaram que não houve redução significativa dos níveis sorológicos de colesterol total, porém os níveis de triglicérides reduziram. Por outro lado, Sands & Smith (2002), utilizando picolinato de cromo e manganês proteinado na dieta de frangos de corte, não verificaram efeito dos níveis de cromo utilizados sobre as concentrações sorológicas de ácidos graxos não esterificados, triglicérides, HDL e colesterol total, porém os níveis de ácidos graxos não esterificados tenderam a uma diminuição. Kim et al. (1995) relataram aumento do HDL, decréscimo do colesterol total (CHOL) e uma elevada relação HDL:CHOL em frangos suplementados com dietas contendo picolinato de cromo.

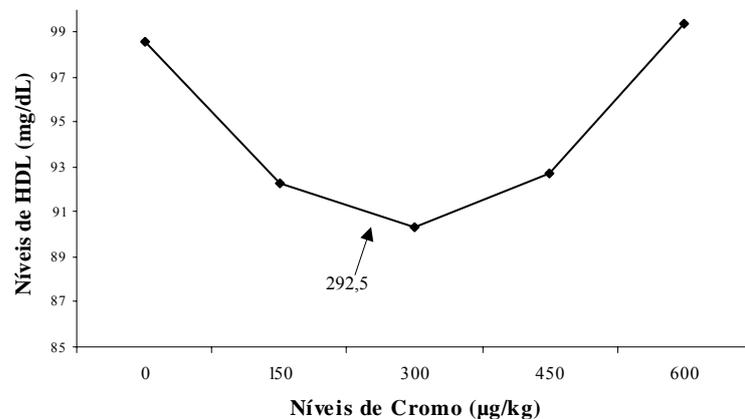


Figura 02 – Níveis sorológicos de HDL de frangos de corte aos 14 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.  $Y = 98,5429 - 0,0560163X + 0,0000957679X^2$ ,  $R^2 = 0,14$

*Figure 02 – Levels of serum HDL for broiler chickens at 14 days of age fed with diets containing chromium supplementation.  $Y = 98.5429 - 0.0560163X + 0.0000957679X^2$ ,  $R^2 = 0.14$*

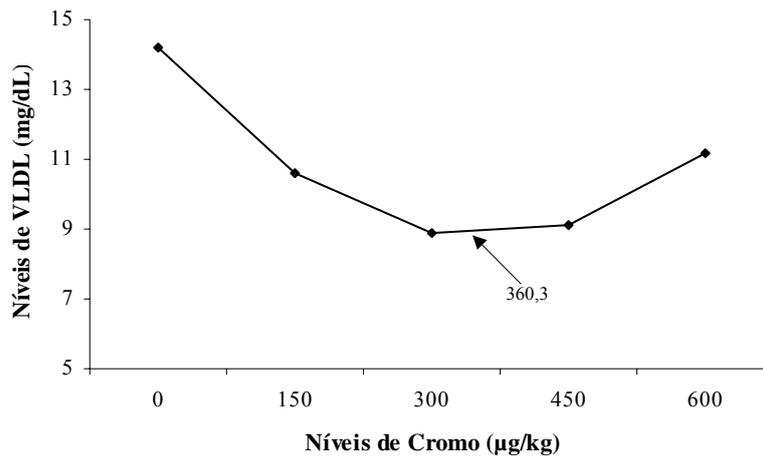


Figura 03 – Níveis sorológicos de VLDL de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.  $Y = 14,2267 - 0,0304224X + 0,0000422226X^2$ ,  $R^2 = 0,18$

Figure 03 – Levels of serum VLDL for broiler chickens with 21 days of age fed with diets containing chromium supplementation.  $Y = 14.2267 - 0.0304224X + 0.0000422226X^2$ ,  $R^2 = 0.18$

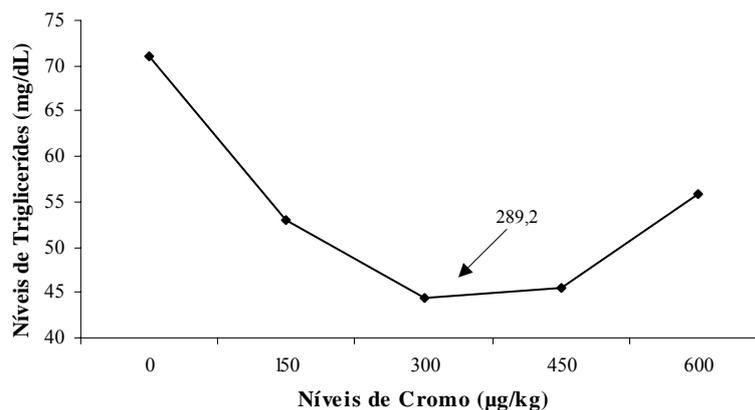


Figura 04 – Níveis sorológicos de triglicérides de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com cromo.  $Y = 71,133 - 0,152112X + 0,000211113X^2$ ,  $R^2 = 0,18$

Figure 04 – Levels of serum triglycerides for broiler chickens at 21 days of age fed with diets containing chromium supplementation.  $Y = 71.133 - 0.152112X + 0.000211113X^2$ ,  $R^2 = 0.18$

. O cromo interfere no metabolismo das gorduras, de modo que diminui os níveis de colesterol LDL e aumenta os níveis de HDL, reduzindo o risco de doenças cardíacas. Assim no presente estudo apesar da diminuição dos níveis de VLDL e triglicérides aos 21 dias e um aumento do HDL aos 14 dias, este não se manteve até a idade de abate, o que seria o desejável.

## **Conclusões**

O cromo não influenciou o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne e colesterol e parâmetros bioquímicos do sangue dos frangos de corte.

## Literatura Citada

- ABEF. [2007] Associação dos Produtores e Exportadores de Frangos. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>> Acesso em: 25/01/07.
- AL-HASANI, S. M.; HLAVAC, J.; CARPENTER, M. W. (1993). Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods. **Journal of the Association Official Analytical Chemists International**, v. 76, p. 902-906
- ANANDHI, M., MATHIVANAN, R., VISWANATHAN, K., MOHAN, B. Dietary inclusion of organic chromium on production and carcass characteristics of broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.9, p. 880-884, 2006.
- BENÍCIO, L.S. **Avicultura. Passado, presente e futuro**. 2000. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/anais2000/Palestras/Apresenta%E7%E3%20LSB.pdf>> Acesso em: 28 ago. 2005.
- BOULIANNE, M.; KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, v. 74, p. 1693-1698, 1995.
- CHEN, K.L., LU, J.J., LIEN, F.F., CHIOU, P.W. Effects of chromium nicotinate on performance, carcass characteristics and blood chemistry of growing turkeys. **British Poultry Science**, v.42, p.399-404, 2001.
- CLARKSON, P.M. Effects of exercise on chromium levels: is supplementation required? **Sports Med.**, v.23, p. 341-349, 1997.
- GURSOY, U. Chromium in broiler diets. **Feed Int.**, March, p.24-26, 2000.
- KIM, S.W., HAN, I.K., SHIN, I.S., CHAE, B.J. Effects of supplemental chromium picolinate on growth performance, carcass composition and serum traits of broiler fed diets varying in protein and lysine. **Asian Australian Journal of Animal Science**, v.8, p. 455-462, 1995.
- KIJOWSKI, J. and NIEWIAROWICZ, A. Emulsifying properties of proteins and meat from broiler breast muscles as affected by their initial pH values. **Journal Food Technology**, v.13, p.451-459, 1978

- KRÓLICZEWSKA, B., ZAWADZKI, W., DOBRZANSKI, Z., KACZMAREK-OLIWA, A. Changes in selected serum parameters of broiler chicken fed supplemental chromium. **Journal Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.**, v. 88, p. 393-400, 2004.
- KRÓLICZEWSKA, B.; ZAWADZKI, W.; SKIBA, T.; MISTA, D. Effects of chromium supplementation on chicken broiler growth and carcass characteristics. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.74, p. 543-549, 2005.
- LEE, D.N., WU, F.Y., CHENG, Y.H., LIN, R.S., WU, P.C. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on growth performance and immune responses of broilers. **Asian Australian Journal of Animal Science**, v.16, p. 227-233, 2003.
- LIEN, T.F., HORNG, Y.M., YANG, K.H. Performance, serum characteristics, carcass traits and lipid metabolism of broilers as affected by supplement of chromium picolinate. **British Poultry Science**, v.40, n. 3, p. 357-363, 1999.
- LINDER, M.C. Nutrition and metabolism of the trace elements. In: Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications (Linder, M.C.) Ed. **Elsevier**, New York, NY, p.215-276, 1991.
- MERTZ, W. **Chromium – history and nutritional importance. Biological Trace Element Research**. v. 32, p. 3-8, 1992.
- MOTOZONO, Y. et al. Effects of dietary chromium picolinate on growth, carcass quality and serum lipids of female broilers. **Animal Science and Technology (Jpn)**, v. 69, p. 659-665, 1998.
- OBA, A. **Utilização do cromo na dieta de frangos de corte criados sob diferentes condições de ambiente**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2004. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, 2004.
- PRESS, R.I., GELLER, J., EVANS, G.W. Effects of chromium picolinate on serum cholesterol and apolipoprotein fractions in human subjects. **Western Journal of Medicine**, v. 152, p. 41-45, 1990.
- ROSEBROUGH, R.H., STEELE, N.C. Effect of supplemental dietary chromium or nicotinate acid on carbohydrate metabolism during basal, starvation and refeeding periods in poults. **Poultry Science**, n.60, p.407-417, 1981
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais para Aves e Suínos (Tabelas Brasileiras)**. Viçosa: Imp. Univ. 2005. 186p.

- SAHIN, K., SAHIN, N., ONDERCI, M., GURSU, F., CIKIM, G. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effect of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens. **Biological Trace Element Research**, v.89, p.53-64, 2002.
- SAHIN, K., SAHIN, N., KUCUK, 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. **Nutrition Research**, v.23, p.25-238, 2003.
- SANDS, J.S.; SMITH, M.O., Effects of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation on plasma insulin, glucagon, glucose and serum lipids in broiler chickens reared under thermoneutral or heat stress conditions. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p. 145-149, 2002.
- SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A.C.D. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa:UFV, 2004.235p.
- SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v.72, p. 1146-1150, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0 Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário)
- UYANIK, F. ATASSEVER, A., OSDAMAR, S., AYDIN, F. Effects of dietary chromium chloride supplementation on performance, some serum parameters, and immune response in broilers. **Biological Trace Element Research**, v.90, p. 99-115, 2002.
- VICENT, J.B. The biochemistry of chromium. **J. Nutr.** v.130, p. 715-718, 2000.
- YILDIZ, A.O., PARLAT, S.S., YAZGAN, O. The effects of organic chromium supplementation on production traits and some serum parameters of laying quails. **Revue Méd. Vét.**, v. 155, n.12, p.642-646, 2004.