

# Qualidade da carne de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados em diferentes temperaturas ambientais

Alexandre Oba<sup>1\*</sup>, Pedro Alves de Souza<sup>2</sup>, Hirasilva Borba Alves de Souza<sup>2</sup>, Fábio Roberto Leonel<sup>2</sup>, Elisabete Regina Leone Pelicano<sup>2</sup>, Nívea Maria Brancaci Zeoula<sup>2</sup> e Isabel Cristina Bolelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, 86051-890, Londrina, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: oba@uel.br

**RESUMO.** Foram realizados dois experimentos. O experimento um objetivou avaliar a composição da carne do peito de frangos alimentados com dietas suplementadas com cromo (0, 400, 800 e 1.200 µg Cr kg<sup>-1</sup>) complexado a levedura, criados sob diferentes condições de temperatura (quente, termoneutra e fria). O experimento dois objetivou avaliar a qualidade da carne do peito de frangos alimentados com dietas suplementadas com cromo (0 e 400 µg Cr kg<sup>-1</sup>), criados nas mesmas condições do experimento um e desossados em diferentes períodos (0, 5 e 24 horas). Os resultados mostram que as aves criadas em ambiente frio apresentaram a carne com menor porcentagem de matéria mineral e cromo e maior intensidade de vermelho, enquanto as aves criadas em temperatura termoneutra apresentaram carne com menor porcentagem de umidade, e as aves criadas em temperatura quente, carne com maior luminosidade. Já a suplementação de cromo não proporcionou qualquer efeito na composição e na qualidade de carne, enquanto que o aumento no período de desossa proporcionou um menor comprimento de sarcômero, força de cisalhamento e intensidade de amarelo, porém uma maior luminosidade.

**Palavras-chave:** cromo, estresse, frango de corte, qualidade de carne.

**ABSTRACT.** Meat quality of broiler chicks submited the supplemented diets with chromium and reared in differents enviromental temperatures. Two experiments were conducted being the objective of the first experiment to evaluate the the composition of breast meat of broiler chicks fed with diets supplemented with chromium yeast (0; 400; 800 and 1,200 µg Cr kg<sup>-1</sup>) reared in different environmental temperatures (hot, thermoneutral and cold). The second experiment aimed to evaluate the quality of breast meat of broiler chicks fed with diets supplemented with chromium yeast (0 and 400 µg Cr kg<sup>-1</sup>), reared in different environmental temperatures (hot, thermoneutral and cold) and deboned in different periods (0, 5 and 24 hours). The results showed that birds reared in cold environmental temperature showed meat with lower mineral matter percentage and chromium and higher values of redness, whereas the birds reared in thermoneutral environment showed breast meat with lower moistness percentage and the birds reared in hot environmental temperature showed increase values of lightness. The supplementation of chromium presented no effect on the composition and meat quality. Whereas the increase in deboned period provided lower sarcomere length, shear force and yellowness, however higher lightness.

**Key words:** chromium, stress, broiler chick, meat quality.

## Introdução

O extraordinário desenvolvimento da avicultura nas últimas décadas fez com que esse segmento se tornasse o mais desenvolvido dentre as atividades agropecuárias, tornando o produto carne de frango uma das fontes de proteínas animais mais acessíveis e consumidas no Brasil e no mundo. Porém, o surgimento de problemas relacionados com a

qualidade dessa carne, como o PSE (pálido, flácido e exudativo), que deixa a carne com aspecto indesejável, além de prejudicar sua utilização em produtos emulsionados de frango, têm sido observados. Segundo Savenije *et al.* (2002), esse problema está relacionado com o manejo pré-abate e com o estresse durante a criação. Tem-se observado, ainda, que as carcaças dos frangos modernos, devido

ao melhoramento genético e a nutrição, têm apresentado grande acúmulo de gordura, o que aumenta o custo de produção e prejudica a qualidade da carne, pois a alimentação atual preconiza a ingestão de alimentos pouco gordurosos.

Os meios utilizados para reduzir a gordura na carcaça de frangos são o melhoramento genético, os níveis e as fontes de energia, os aminoácidos e a utilização de alguns suplementos e aditivos na dieta. Entre os suplementos, tem se dado grande destaque ao cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ), que é um elemento traço essencial requerido no metabolismo dos carboidratos, das proteínas, dos lipídios e como componente ativo do fator de tolerância à glicose (Mertz, 1992).

Segundo Elron (2000), o estresse produz mudanças metabólicas nos animais, resultando em menor ganho de massa muscular e maior acúmulo de gordura. Sabe-se também que o cromo minimiza o estresse, reduzindo os níveis dos glicocorticóides, melhorando, assim, o desempenho, a qualidade da carne e a resistência a patógenos.

Em função do exposto, foram realizados dois experimentos, com o objetivo de avaliar a composição e a qualidade da carne do peito de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com cromo complexado a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), criados sob diferentes condições de temperatura ambiente e desossados em diferentes períodos.

## Material e métodos

Foram realizados dois experimentos, os quais foram conduzidos no aviário experimental da FCAV/Unesp, Jaboticabal, Estado de São Paulo. Utilizaram-se 960 pintainhos de corte, machos (linhagem Cobb), com um dia de idade, os quais receberam água e alimentos à vontade, durante todo o período experimental de 47 dias. As aves foram criadas em 3 câmaras climáticas, contendo 16 boxes cada, alojando-se 20 aves por box. As câmaras climáticas são equipadas com sistemas de aquecimento e refrigeração, proporcionando as seguintes temperaturas (Tabela 1), de acordo com as idades.

As rações (Tabela 2) foram isoproteicas e isoenergéticas, atendendo às recomendações NRC (1994), e apresentaram 4 níveis de cromo complexado a levedura (0, 400, 800 e 1.200  $\mu\text{g Cr kg}^{-1}$  dieta). A levedura utilizada apresentou uma concentração de 1.644,75 mg  $\text{Cr kg}^{-1}$  de levedura, e a quantidade desta, independentemente do nível de cromo, foram sempre a mesma, uma vez que nos menores níveis foram acrescentadas leveduras sem cromo.

**Tabela 1.** Temperaturas utilizadas na criação dos frangos de corte.  
**Table 1.** Temperature utilized on the breeding of broiler chickens.

| Idade das aves<br>Age of poultry | Temperaturas ambientes<br>Environmental temperature |                             |              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
|                                  | Quente<br>Hot                                       | Termoneutra<br>Thermoneutra | Fria<br>Cold |
| 1 - 3 dias (days)                | 35 $\pm$ 2°C                                        | 35 $\pm$ 2°C                | 35 $\pm$ 2°C |
| 4 - 7 dias (days)                | 35 $\pm$ 2°C                                        | 30 $\pm$ 2°C                | 25 $\pm$ 2°C |
| 8 - 14 dias (days)               | 34 $\pm$ 2°C                                        | 27 $\pm$ 2°C                | 20 $\pm$ 2°C |
| 15 - 21 dias (days)              | 33 $\pm$ 2°C                                        | 26 $\pm$ 2°C                | 18 $\pm$ 2°C |
| 22 - 47 dias (days)              | 32 $\pm$ 2°C                                        | 26 $\pm$ 2°C                | 18 $\pm$ 2°C |

**Tabela 2.** Composição porcentual e calculada das dietas experimentais de frangos de corte.

**Table 2.** Percent and calculated composition of the experimental diets for broiler chickens.

| Ingredientes<br>Ingredients                                                              | Fase inicial<br>1 - 21 dias (days) | Fase crescimento<br>22 - 40 dias (days) | Fase acabamento<br>41 - 47 dias (days) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                          | Initial fase<br>(%)                | Growth fase<br>(%)                      | Termination fase<br>(%)                |
| Milho<br>Corn                                                                            | 53,55                              | 60,17                                   | 65,03                                  |
| Farelo de soja<br>Soybean meal                                                           | 39,90                              | 32,20                                   | 27,50                                  |
| Calcário<br>Limestone                                                                    | 1,00                               | 0,81                                    | 0,90                                   |
| Fosfato bicálcico<br>Dicalcium phosphate                                                 | 2,00                               | 2,00                                    | 1,60                                   |
| Óleo de soja<br>Soybean oil                                                              | 2,43                               | 3,80                                    | 4,00                                   |
| Suplemento vit.-mineral <sup>1</sup><br>Vitamin/mineral mix                              | 0,50                               | 0,50                                    | 0,50                                   |
| DL - metionina<br>Methionine                                                             | 0,17                               | 0,15                                    | 0,15                                   |
| Sal<br>Sodium chloride                                                                   | 0,38                               | 0,30                                    | 0,25                                   |
| Cr complex. Leved. + leved. <sup>2</sup><br>Complex yeast Cr + yeast                     | 0,07                               | 0,07                                    | 0,07                                   |
| Total                                                                                    | 100,00                             | 100,00                                  | 100,00                                 |
| Composição calculada<br>Calculated composition                                           |                                    |                                         |                                        |
| Proteína bruta (%)<br>Crude protein (%)                                                  | 23,02                              | 20,03                                   | 18,29                                  |
| Energia Metab. (kcal $\text{kg}^{-1}$ )<br>Metabolizable energy (kcal $\text{kg}^{-1}$ ) | 2.965                              | 3.134                                   | 3.211                                  |
| Fósforo disponível (%)<br>Available phosphorus (%)                                       | 0,49                               | 0,48                                    | 0,40                                   |
| Cálcio (%)<br>Calcium (%)                                                                | 1,00                               | 0,90                                    | 0,83                                   |
| Metionina + cistina (%)<br>Methionine + cystine (%)                                      | 0,90                               | 0,80                                    | 0,75                                   |
| Metionina (%)<br>Methionine (%)                                                          | 0,53                               | 0,47                                    | 0,44                                   |
| Lisina (%)<br>Lysine (%)                                                                 | 1,28                               | 1,07                                    | 0,95                                   |

<sup>1</sup>Composição por kg do produto (composition per kg product) - Inicial (initial): Iodo (iodine): 273 (mg), Selênio (selenium): 59,28 (mg), Manganês (manganese): 15.500 (mg), Zinco (zinc): 18.250 (mg), vit A: 1.900.000 (UI), vit D: 600.000 (UI), vit E: 2.500 (mg), vit K: 98 (mg), vit B1: 356 (mg), vit B2: 1.600 (mg), vit B6: 693 (mg), vit B12: 2.200 (mg), ácido pantotênico (panthotenic acid): 1.710 (mg), niacina (niacin): 15.840 (mg), biotina (biotin): 32 (mg), ácido fólico (folic acid): 148 (mg), colina (choline): 144.000 (mg), cobre (copper): 25.000 (mg), enxofre (sulphur): 2.333 (%). Crescimento (growth): iodo (iodine): 260 (mg), selênio (selenium): 54,72 (mg), manganês (manganese): 18.600 (mg), zinco (zinc): 18.250 (mg), vit A: 1.400.000 (UI), vit D: 600.000 (UI), vit E: 2.000 (mg), vit K: 98 (mg), vit B1: 356 (mg), vit B2: 1.600 (mg), vit B6: 693 (mg), vit B12: 3.200 (mg), ácido pantotênico (panthotenic acid): 1.900 (mg), niacina (niacin): 5.940 (mg), biotina (biotin): 32 (mg), ácido fólico (folic acid): 40 (mg), colina (choline): 144.000 (mg), cobre (copper): 25.000 (mg), sódio (sodium): 1,5 (%), enxofre (sulphur): 3,90 (%) e ferro (iron): 5.400 (%). Acabamento (iodine): 195 (mg), selênio (selenium): 118,56 (mg), manganês (manganese): 30.720 (mg), zinco (zinc): 16.060 (mg), vit A: 1.400.000 (UI), vit D: 100.000 (UI), vit E: 400 (mg), vit K: 196 (mg), vit B2: 672 (mg), vit B12: 2.000 (mg), ácido pantotênico (panthotenic acid): 3.800 (mg), colina (choline): 144.000 (mg), cobre (copper): 3.200 (mg) e enxofre (sulphur): 2 (%). <sup>2</sup>1644,75 mg  $\text{Cr kg}^{-1}$  levedura (yeast). As rações eram completadas com levedura sem cromo, para retirar o efeito da levedura (The rations were completed with yeast without chromium to withdraw the yeast's effect).

\*Porcentagens de cromo complexado em levedura (Percentage of chromium yeast): (400  $\mu\text{g Cr kg}^{-1}$  = 0,02432%; 800  $\mu\text{g Cr kg}^{-1}$  = 0,04864% e 1.200  $\mu\text{g Cr kg}^{-1}$  = 0,07296%).

Para a realização das análises experimentais, foram utilizadas 12 aves de cada parcela

experimental, que foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas. Essas aves foram submetidas apenas ao estresse da apanha e do transporte por apenas 100 m, visto que o abatedouro encontra-se no próprio setor de avicultura. Devido ao baixo estresse, essas aves não foram submetidas a um período de descanso, sendo abatidas imediatamente, de acordo com os procedimentos comerciais, ou seja, foram insensibilizadas eletricamente, sangradas, escaldadas por 3 minutos a 54°C, depenadas e evisceradas. Em seguida, as carcaças foram pré-resfriadas em tanques com água a 18°C, durante 15 minutos, e posteriormente resfriadas em tanques com água e gelo a 2°C, durante 30 minutos. Após gotejamento, os peitos foram retirados com os ossos, os quais foram embalados em sacos plásticos e armazenados em gelo moído para a realização das análises.

### Experimento 1

Este experimento analisou a composição da carne do peito das aves com 47 dias de idade. Para isso foram utilizadas três aves de cada parcela experimental, na qual as aves foram abatidas conforme procedimentos comerciais e em seguida amostras do músculo do peito foram embaladas em sacos plásticos e congeladas a -20°C, até o momento das análises.

As análises realizadas foram:

**Umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral na carne:** segundo AOAC (1995);

**Colesterol total na carne:** segundo metodologia baseada em Bohac, citado por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1992), na qual 10 g de amostra foi submetida à extração de lipídios com clorofórmio:metanol (2:1). Em seguida, 10 mL desse extrato clorofórmico foi submetido à saponificação com KOH a etanol 90%, sendo que a fração insaponificável foi extraída com hexano e submetida à reação com ácido acético saturado em sulfato ferroso e ácido sulfúrico. Após resfriamento, as amostras foram submetidas à leitura espectrofotométrica a 490 nm;

**Crômio na carne:** determinado segundo Blanus e Breski (1981), sendo a amostra digerida com ácido clorídrico e peróxido de hidrogênio; em seguida, promoveu-se a leitura em aparelho de absorção atômica.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 (3 temperaturas de criação e 4 níveis de crômio), com 4 repetições e 3 aves por parcela. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### Experimento 2

Neste experimento, avaliou-se a qualidade da carne. Para isso, foram utilizadas 9 aves de cada parcela experimental (repetições do tratamento controle e 400 µg Cr kg<sup>-1</sup>). Essas aves foram abatidas de acordo com os procedimentos comerciais descritos acima. As análises foram realizadas nos períodos de 0, 5 e 24 horas, sendo o período zero considerado após o término do gotejamento.

As análises laboratoriais realizadas foram:

**Valor de R:** determinado de acordo com a metodologia descrita por Honikel e Fischer (1977). Essa avaliação se baseia na extração dos nucleotídeos, através de homogeneização com solução de ácido perclórico 1 M, na proporção de 1:10 em m v<sup>-1</sup>. Após filtração, uma alíquota de 0,1 mL foi diluída em 4,9 mL de tampão fosfato a 0,1 M, em pH 7,0, e promoveu-se a leitura a 250 nm (monofosfato de inosina) e 260 nm (trifosfato de adenosina) em espectrofotômetro. O valor de R foi determinado entre a razão das duas absorbâncias;

**pH:** determinado com o peagâmetro da marca Jonhis, modelo IP HPJ, através da introdução direta do eletrodo de vidro no músculo;

**Perdas por cozimento:** determinado nas amostras de cada peito desossado, no seu respectivo período de armazenamento e desossa. Essas amostras foram embaladas em sacos plásticos e cozidas em banho-maria a 85°C por 30 minutos, com uma temperatura interna final entre 75°C a 80°C. Após liberação da água exsudada e resfriamento até alcançar a temperatura ambiente, essas foram novamente pesadas e comparadas ao peso inicial (Cason *et al.*, 1997);

**Comprimento de sarcômero:** as amostras foram colhidas nos seus respectivos períodos de armazenamento e desossa, em seguida foram fixadas em formalina tamponada 10% e coradas em hematoxilina fosfotungstica de Mallory (Pinheiro *et al.*, 2001). Os sarcômeros foram capturados em fotos digitais por meio de equipamento microscópico acoplado a uma câmara digital, utilizando-se objetiva de imersão. O método constituiu em contar 10 sarcômeros de uma miofibrila e medir sua extensão por meio de um programa de análise de imagem;

**Força de cisalhamento:** foram utilizadas as mesmas amostras da análise de perdas por cozimento, e, após serem pesadas, foram cortadas em pedaços de aproximadamente 1,5 x 1,5 cm e submetidas ao corte através da lâmina Warner-Bratzler, acoplada ao aparelho Texture Analyser TA-XT2i. Os valores foram expressos em kg cm<sup>-2</sup>;

**Capacidade de retenção de água:** foi determinada em aproximadamente 1,0 g de amostra, que foi colocada entre dois papéis de filtro e placas de acrílico. Estas receberam pressão exercida por um peso de 10,0 kg, durante 5 minutos. Em seguida, pesaram-se novamente as amostras e verificou-se a porcentagem de água retida na carne, admitindo-se que o peso inicial desta correspondia a 100%;

**Cor da carne:** determinada através do aparelho Minolta Chrome Meter CR-300, utilizando-se o sistema CIELAB (L, a\* e b\*). A coloração do músculo *Pectoralis major* foi determinada na parte interna deste, visando a evitar efeitos do processo de abate.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 x 3 (3 temperaturas de criação, 2 níveis de crômio e 3 períodos de desossa), com 4 repetições e 3 aves por parcela. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## Resultados e discussão

### Experimento 1

Os resultados de composição apresentados na Tabela 3 mostram que a umidade da carne do peito de frangos criados em temperatura termoneutra foi menor ( $p < 0,05$ ) em relação à carne do peito das aves criadas em temperatura quente, sendo que a suplementação de crômio não exerceu qualquer efeito sobre essa característica. Esses resultados podem ser devidos ao fato das aves criadas em ambiente quente ingerirem mais água e também ao baixo coeficiente de variação. A porcentagem de proteína apresentou diferenças significativas, porém estas foram em função de diferenças na umidade e no extrato etéreo.

A porcentagem de extrato etéreo não foi influenciada pela temperatura de criação, enquanto a porcentagem de matéria mineral foi significativamente menor nas aves criadas em ambiente frio.

A suplementação de crômio não influenciou qualquer item da composição da carne do peito e não houve interação entre as diferentes temperaturas de criação e a suplementação da dieta com crômio. Isso demonstra que o crômio não atuou de modo efetivo na síntese de lipídios e proteína. Resultados semelhantes foram obtidos por Motozono *et al.* (1998), que, ao suplementarem a dieta de frangos de corte com 0, 200 e 400  $\mu\text{g Cr kg}^{-1}$ , na forma de picolinato de crômio, não observaram diferenças para umidade e proteína, porém, esses autores observaram redução significativa no teor de lipídios no músculo do peito.

**Tabela 3.** Resultados obtidos para umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), colesterol total (Colect.) e crômio (Cr) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com crômio e criados em diferentes temperaturas.

**Table 3.** Results obtained for humidity (UM), crude protein (PB), ether extract (EE) and mineral substance (MM), total cholesterol (Colect.) and chromium (Cr) of the major *Pectoralis* muscle of broiler chickens fed with diets supplemented with chromium and bred in different temperatures.

| Tratamentos<br>Treatments                        | UM (%)              | PB (%)             | EE (%)             | MM (%)             | Colect. (mg 100 g <sup>-1</sup> ) | Cr (mg 100 g <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Temp. ambientes (T)<br>Environmental temperature |                     |                    |                    |                    |                                   |                              |
| Quente<br>Hot                                    | 75,38a <sup>1</sup> | 20,09b             | 1,40a              | 1,23a              | 58,00a <sup>1</sup>               | 0,1095a                      |
| Termoneutra<br>Thermoneutral                     | 74,86b              | 20,40ab            | 1,53a              | 1,23a              | 61,19a                            | 0,0958a                      |
| Fria<br>Cold                                     | 75,15ab             | 20,79a             | 1,32a              | 1,17b              | 59,81a                            | 0,0691b                      |
| Teste F                                          | 3,51*               | 7,24**             | 1,94 <sup>NS</sup> | 4,69*              | 1,03 <sup>NS</sup>                | 13,66**                      |
| DMS                                              | 0,48                | 0,45               | 0,26               | 0,06               | 5,46                              | 0,0192                       |
| Níveis de crômio (Cr)<br>Levels of chromium      |                     |                    |                    |                    |                                   |                              |
| 0 $\mu\text{g kg}^{-1}$                          | 75,07a              | 20,33a             | 1,52a              | 1,22a              | 60,00a                            | 0,0995a                      |
| 400 $\mu\text{g kg}^{-1}$                        | 75,13a              | 20,71a             | 1,37a              | 1,19a              | 59,17a                            | 0,0983a                      |
| 800 $\mu\text{g kg}^{-1}$                        | 75,07a              | 20,41a             | 1,34a              | 1,24a              | 58,42a                            | 0,0870a                      |
| 1.200 $\mu\text{g kg}^{-1}$                      | 75,25a              | 20,27a             | 1,43a              | 1,20a              | 61,08a                            | 0,0810a                      |
| Teste F                                          | 0,29 <sup>NS</sup>  | 1,66 <sup>NS</sup> | 0,81 <sup>NS</sup> | 1,07 <sup>NS</sup> | 0,39 <sup>NS</sup>                | 1,95 <sup>NS</sup>           |
| DMS                                              | 0,61                | 0,57               | 0,33               | 0,07               | 6,94                              | 0,0245                       |
| F interação T x Cr                               | 1,07 <sup>NS</sup>  | 0,76 <sup>NS</sup> | 0,49 <sup>NS</sup> | 0,23 <sup>NS</sup> | 0,44 <sup>NS</sup>                | 0,32 <sup>NS</sup>           |
| Coef. Variação (%)                               | 0,74                | 2,55               | 21,37              | 5,44               | 10,58                             | 24,35                        |

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ( $p < 0,01 = **$  e  $p < 0,05 = *$ ). <sup>NS</sup> = não significativo.

<sup>1</sup> In the same column, averages followed by different letters means statistical differences as analyzed by the Tukey test ( $p < 0,01 = **$  and  $p < 0,05 = *$ ); <sup>NS</sup> not significant.

O teor de colesterol total na carne do peito não foi influenciado pela temperatura de criação e pela suplementação de crômio. Já a concentração de crômio na carne do peito foi influenciada pela temperatura de criação, pois aves criadas em ambiente frio apresentaram menor concentração desse micromineral. Esse processo pode ter ocorrido devido ao maior metabolismo das aves criadas em ambiente frio e, como consequência, a um maior consumo deste micromineral. Porém, Anderson (1987) relata que altas temperaturas diminuem a concentração de minerais e vitaminas no soro e nos tecidos de aves, bem como em humanos, pois o estresse quente aumenta a mobilização de crômio dos tecidos e sua excreção, conseqüentemente, o animal apresentará menor concentração dessa substância em seus músculos. Como pode ser observado ainda, a suplementação de crômio na ração não influenciou na concentração deste no músculo do peito. A razão pelo qual a alta temperatura não afetou a concentração deste micromineral no músculo pode ser devido à aclimação dos frangos à temperatura quente.

### Experimento 2

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que as diferentes temperaturas de criação das aves e a suplementação com crômio não afetaram o valor de R, pH e a capacidade de retenção de água, enquanto

que o período de desossa mostrou ter grande influência sobre essas características. Aves desossadas logo após o abate apresentaram menor ( $p < 0,01$ ) valor de R (medida indireta da depleção de ATP no músculo, durante o desenvolvimento do *rigor mortis*, sendo este maior à medida que o ATP é consumido), maior ( $p < 0,01$ ) pH e capacidade de retenção de água, em relação aos demais períodos de desossa. Esses resultados mostram que no período de desossa de 5 horas, após o gotejamento das carcaças, a carne do peito já apresentava término do *rigor mortis*, visto que o valor de R e pH não se diferenciaram significativamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Papinaho e Fletcher (1996), que, trabalhando com diferentes períodos de desossa, observaram que o pH e o valor de R não se alteravam mais a partir de 6 horas pós-morte, visto que de 6 a 24 horas não se observou alteração significativa. O rápido declínio do pH pós-morte enquanto a temperatura da carcaça está elevada pode resultar em extensiva desnaturação protéica, afetando a cor e a capacidade de retenção de água (Warriss e Brown, 1987), visto que em pH baixo ocorre alteração isoelétrica das proteínas miofibrilares, proporcionando assim menor capacidade de retenção de água. Fernandez *et al.* (1994) notaram que propriedades de retenção de água da carne pode não ser apenas resultado da desnaturação protéica, mas pode também ser resultado do encurtamento do sarcômero, devido ao desenvolvimento do rigor a elevadas temperaturas pós-morte. Contrariando os resultados obtidos, McKee e Sams (1997) observaram que aves estressadas termicamente, isto é, criadas sob condições de temperaturas de 32 a 38°C, apresentaram, desde 15 minutos até 24 horas pós-morte, maior valor de R, indicando que o estresse quente acelera a depleção de ATP. Todavia, Babji *et al.* (1982), submetendo perus a diferentes temperaturas (38, 21 e 5°C), observaram que a temperatura elevada, resultou em carne com menor pH, capacidade de retenção de água, rendimento de cozimento e alto valor de força de cisalhamento. Segundo Schereurs (2000), não se observaram mudanças no pH e nos níveis de ATP em músculos de frangos de corte entre 6 e 24 horas pós-morte. Os autores concluíram que, após 6 horas, os efeitos metabólicos são paralisados, e a redução na dureza da carne vai depender de processos proteolíticos.

Os resultados de perdas de cozimento, comprimento de sarcômero e força de cisalhamento mostram que a temperatura de criação e a suplementação de crômio não influenciaram essas características. Contrariando esses resultados, Bonomi *et al.* (1999) observaram aumento da maciez

e maior concentração desse micromineral na carne, suplementando a dieta de perus com 400 ppb de crômio.

**Tabela 4.** Resultados obtidos para o valor de R, pH e capacidade de retenção de água (CRA), perdas no cozimento (PC), comprimento de sarcômero (CS) e força de cisalhamento (FC) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte criados em diferentes temperaturas, suplementados com crômio e desossados em diferentes períodos.

**Table 4.** Results obtained for the R value, pH and water retention capacity (CRA), cooking losses (PC), sarcomere length (CS) and shear values (FC) of the major *Pectoralis muscle* of broiler chickens bred in different temperatures, supplemented with chromium and deboned in different periods.

| Tratamentos<br>Treatments                        | Valor de R<br>R Value | pH                 | CRA<br>(%)         | PC<br>(%)           | CS<br>(µm)         | FC<br>(g cm <sup>-2</sup> ) |
|--------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Temp. ambientes (T)<br>Environmental temperature |                       |                    |                    |                     |                    |                             |
| Quente<br>Hot                                    | 1,25a <sup>1</sup>    | 5,59a              | 73,82a             | 14,22a <sup>1</sup> | 1,64a              | 2289a                       |
| Termoneutra<br>Thermoneutral                     | 1,28a                 | 5,56a              | 73,55a             | 13,25a              | 1,64a              | 2365a                       |
| Fria<br>Cold                                     | 1,26a                 | 5,56a              | 73,75a             | 13,58a              | 1,63a              | 2339a                       |
| Teste F                                          | 0,69 <sup>NS</sup>    | 0,22 <sup>NS</sup> | 0,05 <sup>NS</sup> | 1,32 <sup>NS</sup>  | 0,33 <sup>NS</sup> | 0,24 <sup>NS</sup>          |
| DMS                                              | 0,05                  | 0,13               | 2,24               | 1,46                | 0,03               | 271,11                      |
| Níveis de crômio (Cr)<br>Levels of chromium      |                       |                    |                    |                     |                    |                             |
| 0 µg kg <sup>-1</sup>                            | 1,27a                 | 5,57a              | 73,62a             | 13,88a              | 1,64a              | 2397a                       |
| 400 µg kg <sup>-1</sup>                          | 1,26a                 | 5,58a              | 73,79a             | 13,48a              | 1,64a              | 2265a                       |
| Teste F                                          | 0,45 <sup>NS</sup>    | 0,02 <sup>NS</sup> | 0,50 <sup>NS</sup> | 0,65 <sup>NS</sup>  | 0,12 <sup>NS</sup> | 2,05 <sup>NS</sup>          |
| DMS                                              | 0,03                  | 0,09               | 1,52               | 0,99                | 0,02               | 184,21                      |
| Períodos de desossa (A)<br>Deboning periods      |                       |                    |                    |                     |                    |                             |
| 0 horas (hours)                                  | 1,06b                 | 6,54a              | 80,89a             | 13,49a              | 1,71a              | 3342a                       |
| 5 horas (hours)                                  | 1,39a                 | 5,15b              | 71,67b             | 14,13a              | 1,62b              | 2276b                       |
| 24 horas (hours)                                 | 1,35a                 | 5,03b              | 68,56c             | 13,43a              | 1,58c              | 1374c                       |
| Teste F                                          | 140,02**              | 486,09**           | 95,23**            | 0,82 <sup>NS</sup>  | 39,26**            | 153,43**                    |
| DMS                                              | 0,05                  | 0,13               | 2,24               | 1,46                | 0,03               | 271,11                      |
| F interação T x Cr                               | 0,13 <sup>NS</sup>    | 0,29 <sup>NS</sup> | 0,83 <sup>NS</sup> | 0,13 <sup>NS</sup>  | 0,15 <sup>NS</sup> | 0,82 <sup>NS</sup>          |
| F interação T x A                                | 0,90 <sup>NS</sup>    | 0,28 <sup>NS</sup> | 0,53 <sup>NS</sup> | 0,22 <sup>NS</sup>  | 0,89 <sup>NS</sup> | 3,06*                       |
| F interação Cr x A                               | 0,13 <sup>NS</sup>    | 0,13 <sup>NS</sup> | 0,71 <sup>NS</sup> | 0,20 <sup>NS</sup>  | 0,40 <sup>NS</sup> | 0,07 <sup>NS</sup>          |
| F interação T x Cr x A                           | 5,21**                | 0,62 <sup>NS</sup> | 1,84 <sup>NS</sup> | 0,68 <sup>NS</sup>  | 0,58 <sup>NS</sup> | 1,77 <sup>NS</sup>          |
| Coef. Variação (%)                               | 5,80                  | 3,36               | 4,37               | 15,32               | 3,06               | 16,71                       |

<sup>1</sup> Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ( $p < 0,01 = **$  e  $p < 0,05 = *$ ); <sup>NS</sup> = não significativo.

In the same column, averages followed by different letters means statistical differences as analyzed by the Tukey test ( $p < 0,01 = **$  and  $p < 0,05 = *$ ); <sup>NS</sup> not significant.

Os resultados de porcentagem de perdas por cozimento não foram influenciados pelos tratamentos. Esses resultados contrariam Dickens e Lyon (1995), que observaram redução nas perdas por cozimento de 20,2 para 18,1%, quando o período de desossa aumentou de 1 para 3 horas. Papinaho e Fletcher (1996) observaram aumento nas perdas de cozimento, com o aumento do tempo para a realização da desossa. Pesquisas têm sugerido que o desenvolvimento do rigor não tem efeito sobre o rendimento de cozimento, porque o processo de aquecimento desnatura as proteínas e desfaz a membrana, separando a água intracelular e extracelular (Hamm, 1986). Santos *et al.* (1994) também postularam que o precoce desenvolvimento do *rigor mortis* em carne de suíno PSE, combinados a altas temperaturas da carcaça, causam desnaturação

das proteínas sarcoplasmáticas e contráteis, resultando em carne com baixa capacidade de retenção de água, refletindo alta perda de drip e cozimento. Como visto neste trabalho, o período de desossa teve influência sobre a capacidade de retenção de água, porém, as perdas por cozimento não foram afetadas.

Os resultados da força de cisalhamento mostram que a temperatura de criação e suplementação de cromo não influenciaram na maciez da carne, porém o período de desossa foi influenciado, mostrando que quanto maior este, mais macia é a carne, independentemente de o comprimento de sarcômero ser menor. Isso é possível devido à ação de enzimas proteolíticas, principalmente as do sistema calpaína, que vão degradar a linha Z, as proteínas desmina, titina, nebulina, troponina e proteína C. Segundo Young (1997), a força de cisalhamento alcança seu valor mínimo depois de 2 horas de armazenamento ou 3 horas pós-morte, enquanto Dawson et al. (1987) relatam que, para se obter carne mais macia, deve-se proceder a desossa após 4 horas. Confirmando isto, Lyon et al. (1985) relataram que carcaças armazenadas e desossadas após 4 a 6 horas apresentaram aumento de 60% para 95% na aceitabilidade de maciez. Já Papinaho e Fletcher (1996) observaram que a força de cisalhamento reduziu significativamente durante as primeiras 10 horas pós-morte, mas de 10 a 24 horas não houve mudanças significativas.

Os resultados de coloração da carne do peito (Tabela 5) indicam que a temperatura de criação influenciou na luminosidade, porque as aves criadas em ambiente quente apresentaram maior luminosidade em relação às aves criadas em ambiente frio. O período de desossa também influenciou na luminosidade, pois as carnes desossadas logo após o abate apresentaram menor valor de luminosidade em relação às carcaças desossadas a 5 e 24 horas de armazenamento em gelo moído, mostrando assim, que após um determinado tempo ocorre a desnaturação protéica, com liberação de líquido intercelular e, conseqüentemente, aumento na luminosidade da carne.

Quanto ao teor de vermelho, observa-se aumento significativo nas carnes de aves criadas em ambiente frio, em relação a aves criadas em ambiente termoneutro, sendo que as aves criadas em ambiente quente não foram significativamente diferentes dos demais tratamentos, mostrando que a temperatura de criação tem maior (e a nutrição menor) influência no desenvolvimento do tipo de fibra muscular, pois Dauncey e Ingram (1988) observaram mudanças no músculo esquelético de suínos resultantes de

variações no consumo de energia, de forma que o baixo consumo de energia aumentou o número de fibras oxidativas. Duchamp et al. (1992) também mostraram que em patos aclimatados ao frio o músculo esquelético desenvolveu alterações estruturais e funcionais de forma a aumentar a capacidade oxidativa, indicada por um aumento na proporção de fibras oxidativas e no suprimento capilar.

**Tabela 5.** Coloração (L= luminosidade, a\*= intensidade vermelho e b\*= intensidade amarelo) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte, criados em diferentes temperaturas, suplementados com cromo e desossados em diferentes períodos.

**Table 5.** CIE LAB color coordinates of *Pectorales major* muscle of broiler chicks reared in different temperature and supplemented with chromium and deboned in different periods.

| Treatments<br>Tratamentos                        | L                   | a*                 | b*                 |
|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Temp. ambientes (T)<br>Environmental temperature |                     |                    |                    |
| Quente<br>Hot                                    | 47,52a <sup>1</sup> | 2,92ab             | 6,33a              |
| Termoneutra<br>Thermoneutral                     | 46,49ab             | 2,83b              | 6,65a              |
| Fria<br>Cold                                     | 45,33b              | 3,30a              | 6,82a              |
| Teste F                                          | 6,75**              | 4,07*              | 1,21 <sup>NS</sup> |
| DMS                                              | 1,44                | 0,42               | 0,77               |
| Níveis de cromo (Cr)<br>Levels of chromium       |                     |                    |                    |
| 0 µg kg <sup>-1</sup>                            | 46,40a              | 3,06a              | 6,33b              |
| 400 µg kg <sup>-1</sup>                          | 46,50a              | 2,97a              | 6,87a              |
| Teste F                                          | 0,04 <sup>NS</sup>  | 0,44 <sup>NS</sup> | 4,22*              |
| DMS                                              | 0,98                | 0,29               | 0,52               |
| Períodos de desossa (A)<br>Deboning of periods   |                     |                    |                    |
| 0 horas (hours)                                  | 44,75b              | 3,07a              | 7,23a              |
| 5 horas (hours)                                  | 47,22a              | 2,93a              | 6,13b              |
| 24 horas (hours)                                 | 47,38a              | 3,04a              | 6,44b              |
| Teste F                                          | 12,10**             | 0,34 <sup>NS</sup> | 6,38**             |
| DMS                                              | 1,44                | 0,42               | 0,77               |
| F interação T x Cr                               | 0,44 <sup>NS</sup>  | 0,74 <sup>NS</sup> | 0,81 <sup>NS</sup> |
| F interação T x A                                | 0,06 <sup>NS</sup>  | 0,96 <sup>NS</sup> | 2,20 <sup>NS</sup> |
| F interação Cr x A                               | 0,99 <sup>NS</sup>  | 0,33 <sup>NS</sup> | 0,09 <sup>NS</sup> |
| F interação T x Cr x A                           | 0,30 <sup>NS</sup>  | 2,45 <sup>NS</sup> | 1,70 <sup>NS</sup> |
| Cocf. Variação (%)                               | 4,46                | 20,22              | 16,80              |

<sup>1</sup>Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (p < 0,01 = \*\* e p < 0,05 = \*); <sup>NS</sup> = não significativo.

In the same column, averages followed by different letters means statistical differences as analyzed by the Tukey test (p < 0,01 = \*\* and p < 0,05 = \*); <sup>NS</sup> not significant.

Os tratamentos com suplementação de cromo e período de desossa não influenciaram nesse parâmetro. Para a intensidade do amarelo, pode-se notar que a temperatura de criação não mostrou qualquer efeito sobre essa característica. Porém, a suplementação de cromo e o período de desossa proporcionaram diferenças significativas, pois as aves alimentadas com dietas suplementadas com cromo apresentaram maior intensidade de amarelo, e o período de desossa logo após o abate proporcionou maior intensidade de amarelo em relação às carcaças desossadas a 5 e 24 horas. Resultados semelhantes foram obtidos por Babji et al. (1982), que, ao analisarem a carne de perus estressados pelo calor, observaram maior valor de L (luminosidade) e b\* (amarelo) e um menor a\* (vermelho). Segundo

esses autores, uma possível explicação pode ser atribuída à rápida taxa de glicólise pós-morte e à alta temperatura, causando um rápido declínio no pH e redução na intensidade da cor, com possível desnaturação da mioglobina.

### Conclusão

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que a temperatura de criação pode alterar a composição da carne do peito, porém o crômio não mostrou qualquer efeito sobre essa característica. Quanto à qualidade da carne, conclui-se que a temperatura de criação e o crômio não influenciaram em características importantes, porém o período de desossa mostrou influenciar muitos fatores importantes, visto que uma desossa tardia proporciona uma carne mais macia.

### Referências

- ANDERSON, R.A. *Chromium*. Trace elements in human and animal nutrition. New York: Academic Press, 1987. p. 225-244.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analyses chemists*, 16. ed. Arlington, 1995.
- BABJI, A.S. *et al.* The effect of preslaughter environmental temperature in the presence of electrolyte treatment on Turkey meat quality. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 61, p. 2385-2389, 1982.
- BLANUSA, M.; BRESKI, D. Comparison of dry and wet ashing procedures for cadmium and iron determination in biological material by atomic absorption. *Talanta*, Amsterdam, v. 28, p. 681-684, 1981.
- BONOMI, A. *et al.* Use of organic chromium in the feeding of turkeys. *Riv. Sci. dell'Alim.*, Roma, v. 28, p. 63-74, 1999.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carnes de frango. *Rev. Farm. Bioq. USP*, São Paulo, v. 28, p. 122-131, 1992.
- CASON, J.A. *et al.* Effect of muscle oppositon during rigor on development of broiler breast meat tenderness. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 76, p. 725-787, 1997.
- DAUNCEY, M.J.; INGRAM, D.L. Influence of environmental temperature and energy intake on skeletal muscle respiratory enzymes and morphology. *European J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, Berlin, v. 58, p. 239-244, 1988.
- DAWSON, P.L. *et al.* Effect of post-mortem boning time during stimulated commercial processing on tenderness of broiler breast meat. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 66, p. 1331-1333, 1987.
- DICKENS, J.A.; LYON, C.F. The effects of electric stimulation and extended chilling times on the biochemical reactions and texture of cooked broiler breast meat. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 74, p. 2035-2040, 1995.
- DUCHAMP, C. *et al.* Histochemical arguments for muscular non-shivering thermogenesis in Muscovy ducklings. *J. Physiol.*, Cambridge, v. 457, p. 27-45, 1992.
- ELRON, K. R Review: Handling and transportation of broilers welfare, stress, fear and meat quality. Part II: Stress. *Israel J. Vet. Med.*, Raanana, v. 55, p. 39-45, 2000.
- FERNANDEZ, X. *et al.* The effect of high post-mortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork: interaction with ultimate pH. *Meat Sci.*, Oxon, v. 37, p. 133-147, 1994.
- HAMM, R. Functional properties of myofibrillar system and their measurements. In: HAMM, R. (Ed.). *Muscle as food*. New York: Academic Press, Inc., 1986. p. 135-200.
- HONIKEL, K.O.; FISHER, C. A rapid method for detection of PSE and DFD porcine muscles. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 42, p. 1633-1636, 1977.
- LYON, C.E. *et al.* Ph and tenderness of broiler breast meat deboned various times after chilling. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 64, p. 307-310, 1985.
- MCKEE, S.R.; SAMS, A.R. The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 76, p. 1616-1620, 1997.
- MERTZ, W. Chromium - history and nutritional importance. *Biol. Trace Elem. Res.*, Totowa, v. 32, p. 3-8, 1992.
- MOTOZONO, Y. *et al.* Effects of dietary chromium picolinate and yeast chromium on growth and carcass fat of broilers. *Anim. Sci. Technol.*, Tokyo, v. 69, p. 247-252, 1998.
- NRC-National Research Council. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry, 9. ed. Washington, D.C.: National Academic Science, 1994.
- PAPINAH, P.A.; FLETCHER, D.L. The effects of stunning amperage and deboning time on early rigor development and breast meat quality of broilers. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 75, p. 672-676, 1996.
- PINHEIRO, R.M.K. *et al.* Temperatura, pH e comprimento de sarcômero durante o rigor mortis, em carcaça frigorificada de suínos abatidos em São Gonçalo - RJ. *Hig. Alim.*, São Paulo, v. 15, p. 39-46, 2001.
- SANTOS, C. *et al.* Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughter house: A survey. *Meat Sci.*, Oxon, v. 38, p. 279-287, 1994.
- SAVENIJE, B. *et al.* Effects of feed deprivation and transport on preslaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites, and meat quality. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 1, p. 99-708, 2002.
- SCHREURS, F.J.G. *Post-mortem changes in chicken muscle*. *W. Poult. Sci. J.*, Beckbergen, v. 56, p. 319-346, 2000.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N. The relationship between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Sci.*, Oxon, v. 20, p. 65-72, 1987.
- YOUNG, L.L. Effect of post-chill deboning on tenderness of broiler breast fillets. *J. Appl. Poult. Res.*, Athens, v. 6, p. 174-179, 1997.

Received on May 25, 2005.

Accepted on April 03, 2007.