



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LOUISE MANHA PERES

**INFLUÊNCIA DO CROMO E DO MANEJO PRÉ-ABATE DE  
BAIXO E ALTO ESTRESSE NO DESEMPENHO E NA  
QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

LOUISE MANHA PERES

**INFLUÊNCIA DO CROMO E DO MANEJO PRÉ-ABATE DE  
BAIXO E ALTO ESTRESSE NO DESEMPENHO E NA  
QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (Área de Concentração em Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Bridi

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

P437i Peres, Louise Manha.  
Influência do cromo e do manejo pré-abate de baixo e alto estresse no desempenho e na qualidade da carne suína / Louise Manha Peres. – Londrina, 2014.  
80 f. : il.

Orientador: Ana Maria Bridi.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Leitão (Suíno) – Carne – Qualidade – Teses. 2. Carne – Carcaça – Avaliação – Teses. 3. Suíno – Suplementos dietéticos – Teses. 4. Minerais na nutrição animal – Teses. I. Bridi, Ana Maria. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.4

LOUISE MANHA PERES

**INFLUÊNCIA DO CROMO E DO MANEJO PRÉ-ABATE DE BAIXO E  
ALTO ESTRESSE NO DESEMPENHO E NA QUALIDADE DA CARNE  
SUÍNA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (Área de Concentração em Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Ana Maria Bridi  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Alexandre Oba  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva  
UENP – Luiz Meneghel – PR

Londrina, 21 de Março de 2014.

## **OFEREÇO...**

...esta dissertação aos meus pais, Odair e Eliza, pois sem o apoio e incentivo incondicional, jamais poderia chegar até aqui! Sempre tão dedicados a mim, não mediram esforços para conseguirmos realizar mais um “sonho”. Hoje, além de meus mestres na vida, vocês se tornam “mestres em Ciência Animal” também, afinal, por dois anos seguidos viveram intensamente o mestrado comigo, seja pelas conversas, que em grande parte foram norteadas pelo cromo quelatado, bem-estar animal, oxidação lipídica, além de algumas horas despendidas a me ajudarem na granja de suínos, no laboratório e organização de etiquetas para abate quando estavam em Londrina!!! Obrigada por terem compartilhado (literalmente) comigo essa etapa tão importante da minha vida pessoal e profissional. Amo vocês!!!!

## **DEDICO...**

...ao meu namorado, amigo, companheiro, exemplo de pessoa, incentivador e excelente “estagiário”, Conrado Cagliari Fioretto, que sem cessar me apóia, questiona, incentiva e ensina! Você esteve ao meu lado no TCC, estágio curricular e mestrado, então que venha o doutorado!!! Boa sorte para você!! (rs) Obrigada por tudo! Amo você!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pois mesmo me “esquecendo” de pedir a ele o que necessitava ou para agradecê-lo, sempre fui agraciada por sua proteção, Ele sabe do que precisamos na hora exata!

Aos meus pais, namorado e sogros, os quais sempre estiveram ao meu lado!

À minha orientadora, Ana Maria Bridi, pelos ensinamentos ao longo destes 7 anos. Obrigada.

Ao meu co-orientador Caio Abércio da Silva, pelos ensinamentos, bem como pela fundamental ajuda para realização da parte prática desta dissertação.

Ao professor Alexandre Oba, exemplo de professor, o qual tive a honra de ser aluna na graduação e na pós graduação.

Ao professor Marcos Augusto Alves da Silva, pela disponibilidade e atenção em contribuir com seus conhecimentos para com esta dissertação.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e ao coordenador desta, Amauri Alcindo Alfieri, ao CNPq pelo financiamento do projeto e à Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço à todos os professores do departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina, que de alguma forma contribuíram e me auxiliaram ao longo desta caminhada.

À querida Sandra, secretária do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina, por todo carinho, atenção e amizade! E também a Helenice, secretária da Pós Graduação em Ciência Animal, pela atenção e dedicação ao Programa.

Aos funcionários da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, sr. Pedro e Zé, os quais muito me ensinaram e ajudaram durante a parte prática do mestrado.

Aos amigos de suinocultura Eduardo Raele, Jefferson Alvez e Giovani Frederico, bem como ao companheiro do GEPO (Grupo de Estudos e Pesquisa em Ovinos) Francisco Fernandes Junior pela ajuda nas coletas de sangue, sem vocês teria sido muito pior!!!!

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal desta universidade, Fernando Massaro e Tânia Milani.

Aos meus amigos e companheiros de GPAC (Grupo de Pesquisa e Análise de Carcaças e Carnes) que estiveram presentes seja na granja de suínos, no frigorífico, laboratório e tantos outros momentos, dividindo comigo esta fase tão única da minha vida,

obrigada pela amizade Ana Paula Ayub da Costa Barbon, André Felipe Borges Krinchev, Barbara de Lima Giangareli, Bruna Barboza, Camila Lorena de Lucio, , Camila Piechnicki Rogel, Carina dos Santos Pereira, Cátia Chilanti Pinheiro Barata, Daniela Kaiser Terto, Diogo Sendi Toshimitsu Kawagoe, Evelyn Lopes de Andrade, Evelyn Letícia Tazima Stivaletti, Evelyn Rangel dos Santos, Franciele Caroline Bolfe, Jamilly Wesgueber, Jéssica Aliano, Jéssica Gonçalves Vero, Juliana Soares Brazorotto, Julie Gabriela Nagi Dário, Maiara Braga Pereira Braz, Roberta Abrami Monteiro Silva, Rodrigo César Moreira Alves e Thales de Almeida Bitencourt Cardoso.

Em especial gostaria de agradecer à Camila Constantino e Marina Avena Tarsitano, pois além de muito me incentivar e auxiliar ao longo da graduação e do mestrado, sempre foram grandes amigas e exemplos para mim. E a Nayara Andreo, que em apenas dois anos de convívio, já tem toda a minha amizade e gratidão! Obrigada meninas!!!

Enfim, à todos amigos e familiares que torceram por mim!

**“A tarefa não ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê”**

**Arthur Schopenhauer**

PERES, L. M. **Influência do cromo e do manejo pré-abate de baixo e alto estresse no desempenho e qualidade da carne suína**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2014.

## RESUMO

Este trabalho contemplou dois experimentos. **Experimento 1:** Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação dietética de diferentes fontes de cromo (inorgânica: sulfato de cromo e quelatada: cromo-metionina) na fase de terminação de suínos visando melhorias no desempenho animal e na qualidade de carcaça e carne. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados, utilizaram 44 suínos machos castrados, com peso médio inicial de  $60,49 \pm 5,12$  kg e os quais foram divididos em 4 blocos de acordo com o peso inicial. Os tratamentos foram ração controle sem inclusão de cromo, ração controle + 200 ppb de cromo inorgânico (sulfato de cromo) e ração controle + inclusão 200 ppb de cromo quelatado (cromo-metionina). Nas análises de desempenho, a baía foi considerada a unidade experimental, sendo os tratamentos ração controle sem inclusão de cromo e ração controle com inclusão 200 ppb de cromo quelatado compostos por 7 baias com 2 suínos e 1 baía com apenas 1 animal e a ração controle com inclusão 200 ppb de cromo inorgânico foi composto por 6 baias com 2 suínos e 2 baias com apenas 1 animal, totalizando 24 baias, 44 animais e 8 repetições por tratamento. Nas avaliações de carcaça e carne, cada animal constituiu uma unidade experimental, portanto o número de repetições para os tratamentos sem cromo, cromo inorgânico e cromo quelatado foi de, respectivamente, 15, 14 e 15. Ao alcançarem peso vivo médio final de  $107,23 \pm 5,23$  kg foram abatidos. Em seguida foram feitas avaliações de parâmetros plasmáticos, carcaça e carne. A suplementação de cromo-metionina proporcionou maior ganho diário de peso apenas comparado aos animais que não foram suplementados com cromo, já a conversão alimentar foi melhor em comparação aos demais tratamentos, porém independente da fonte, o cromo proporcionou redução da oxidação lipídica das carnes. **Experimento 2:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso da tábua de manejo nos parâmetros de estresse e de qualidade da carne suína. Foram utilizados 44 suínos, os quais ao atingirem peso de  $107,23 \pm 5,23$  kg seguiram para abate. Na área de espera do frigorífico os animais foram distribuídos ao acaso em dois grupos, “animais não estressados” e “animais estressados”, conduzidos com ou sem a tábua de manejo, respectivamente. Após o abate foi realizada coleta de sangue para determinação de cortisol e lactato, posteriormente procederam as avaliações de carcaça e carne. Verificou apenas diferença estatística os níveis de cortisol, lactato, valor de R e pH inicial, os quais foram menores nos animais conduzidos com a tábua de manejo. Conclui-se que a utilização da tábua de manejo para condução dos suínos no manejo pré-abate mostrou ser eficiente na redução do estresse e no grau de lesão das carcaças, porém não influenciou na qualidade da carne.

**Palavras-chave:** Conversão alimentar. Cortisol. Ganho diário de peso. Oxidação lipídica. pH. Valor de R.

PERES, L. M. **Influence of chromium and pre-slaughter handling of high or low stress on performance and pork quality.** 2014. 80 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Londrina State University, Londrina. 2014.

## ABSTRACT

This study includes two experiments. **Experiment 1:** Having as objective to evaluate the dietetic supplementation from different sources (inorganic: chromium sulfate and chelated: chromium methionine) during the finisher period for swine in order to have improvements on the animal performance, on carcass and meat quality. The statistical design was randomized blocks, where 44 male castrated swine, having as initial weight  $60.49 \pm 5.12$  Kg, was divided in 4 blocks according the initial weight. The experimental treatments were: control feed (without chromium), control feed + 200 ppb of inorganic chromium (chromium sulfate) and control feed + 200 ppb of chelated chromium (chromium-methionine). In the performance measures, the pen was considered the experimental unit, having the control treatment and the chelated chromium treatment 7 pens with 2 animals and 1 pen with 1 animal and the inorganic chromium treatment was compound by 6 pens with 2 swines and 2 pens with 1 animal, having as total 24 pens, 44 animals and 8 repetitions by treatment. On the carcass and meat evaluation each animal constitute the experimental unit, therefore the number of repetitions by treatment without chromium, inorganic chromium and chelated chromium was 15, 14 e 15 respectively. When the animals reach the final medium weight of  $107.23 \pm 5.23$  kg, they were sent to slaughter. The plasmatic, carcass and meat quality parameters were evaluated. The chromium-methionine supplementation caused greater daily weight gain compared to only animals that were not supplemented with chromium, since feed conversion was better as compared to other treatments, but from source and the chromium also provide a reduction on lipid oxidation of swine meat. **Experiment 2:** The objective from this study was evaluating the influence of the management board on the stress and meat quality parameters for swine. There was used 44 male swine having as medium live weight  $107.23 \pm 5.23$  kg in the slaughter. On the waiting pen, in the slaughter commercial establishment, the animals were randomly divided in two different groups: “stressed animals” and “non stresses animals” conducted with or without the management board respectively. After the slaughter was realized the blood collection in order to determinate the cortisol and lactate seric level, and after that to realize the carcass and meat evaluations. There was verified statistical difference on the cortisol level, lactate level, R value and starter pH, having the group of animals that was conducted with management board significant lower results. The management board used do conducted swine during the pre slaughter show efficient reduction on the stress level and on the degree of skin lesions but has showed no influence on the meat quality.

**Keywords:** Cortisol level. Daily weight gain. Feed conversion rate. Lipid oxidation. pH. R Value

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Revestimentos do tecido muscular esquelético .....	17
<b>Figura 2</b> – Organização da fibra muscular .....	18
<b>Figura 3</b> – Conformação muscular: contração e relaxamento.....	19
<b>Figura 4</b> – Mecanismo de ação do cromo .....	24
<b>Figura 5</b> – Estrutura química do cromo-metionina .....	26
<b>Figura 6</b> – Campo de visão monocular e binocular do suíno.....	28
<b>Figura 7</b> – Visão do suíno .....	29
<b>Figura 8</b> – Piso do corredor.....	60
<b>Figura 9</b> – Inclinação do corredor do frigorífico.....	61
<b>Figura 10</b> – Tábua de manejo.....	61

## LISTA DE TABELAS

<b>Artigo I – Suplementação de cromo quelatado visando desempenho animal e qualidade de carne com redução da oxidação lipídica</b> .....	41
<b>Tabela 1 –</b> Composição percentual, química e energética da dieta experimental na fase de terminação .....	45
<b>Tabela 2 –</b> Médias e coeficientes de variação do peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) de suínos suplementados na fase de terminação com com cromo inorgânico ou quelatado.....	48
<b>Tabela 3 –</b> Médias e coeficientes de variação do colesterol inicial (COLi), colesterol final (COLf), triglicerídeos inicial (TRIGi), triglicerídeos final (TRIGf), glicose inicial (GLi), glicose final (GLf) de suínos suplementados na fase de terminação com cromo inorgânico ou quelatado .....	49
<b>Tabela 4 –</b> Médias e coeficientes de variação do peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça (RC), área de olho de lombo (AOL), profundidade do músculo (PM) e espessura de toucinho (ET) de suínos suplementados na fase de terminação com com cromo inorgânico ou quelatado.....	50
<b>Tabela 5 –</b> Médias e coeficientes de variação do pH inicial (pHi), pH final (pHf), perda de água por gotejamento (PAG), luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), força de cisalhamento (FC), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) de suínos suplementados na fase de terminação com com cromo inorgânico ou quelatado .....	51
<b>Tabela 6 –</b> Valores de oxidação lipídica (TBARS) em mg de TBARS/Kg de amostra nos tempos 24 horas e 3 dias de refrigeração após abate de suínos suplementados com cromo inorgânico ou quelatado nas fases de terminação .....	53

<b>Artigo II – Utilização da tábua de manejo na condução de suínos no pré-abate e consequências nos parâmetros de estresse e qualidade de carne .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabela 1 – Médias observadas para os parâmetros cortisol, lactato, pH inicial (pHi), pH final (pHf) e Valor de R de suínos conduzidos com ou sem tábua de manejo no manejo pré-abate.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabela 2 – Médias e coeficientes de variação de grau de lesão das carcaças de suínos conduzidos com ou sem tábua de manejo no manejo pré-abate.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabela 3 – Médias e coeficientes de variação observados para perda de água por gotejamento (PAG), perda de líquido do descongelamento (PLD), perda de líquido na cocção (PLC), força de cisalhamento (FC) e oxidação lipídica (mg TBARS/Kg de amostra) nas 24 horas após abate (TBARS24h) para suínos manejados com ou sem tábua de manejo no manejo pré-abate .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabela 4 – Médias e coeficientes de variação para luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), croma (c*), tonalidade (h°), para suínos manejados sem ou com tábua de manejo no manejo pré-abate .....</b>	<b>69</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1	QUALIDADE DA CARNE .....	16
2.2	DO MÚSCULO A CARNE.....	16
2.2.1	Composição e Estrutura Muscular.....	16
2.2.2	Contração Muscular.....	18
2.2.3	Metabolismo Energético e Transformações <i>Post Mortem</i> .....	19
2.3	CROMO .....	21
2.3.1	Mecanismo e Ação do Cromo .....	22
2.3.2	Exigência Nutricional do Cromo.....	24
2.3.3	Minerais Quelatados.....	25
2.3.4	Efeito do Cromo Sobre o Desenvolvimento e Qualidade da Carne Suína .....	26
2.4	MANEJO PRÉ-ABATE E ESTRESSE.....	27
2.4.1	Fisiologia do Estresse .....	30
2.5	OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	31
2.5.1	Carnes PSE, Fosfolipase A <sub>2</sub> , Ácido Araquidônico e Formação de Radicais Livres.....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	40
3.1	OBJETIVO GERAL .....	40
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
3.2.1	Artigo I: Suplementação de Diferentes Fontes de Cromo para Suínos em Terminação Visando Desempenho e Qualidade de Carcaça e carne.....	40
3.2.2	Artigo II: Utilização da Tábua de Manejo na Condução de Suínos no Pré-Abate e Consequências nos Parâmetros de Estresse e Qualidade de Carne.....	40
<b>4</b>	<b>ARTIGO I: SUPLEMENTAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE CROMO PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO VISANDO DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARCAÇA E CARNE</b> .....	41

RESUMO .....	41
ABSTRACT .....	41
INTRODUÇÃO .....	42
MATERIAL E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
CONCLUSÃO .....	54
REFERÊNCIAS .....	54
<b>5      ARTIGO II: UTILIZAÇÃO DA TÁBUA DE MANEJO NA          CONDUÇÃO DE SUÍNOS NO PRÉ-ABATE E CONSEQUENCIAS          NOS PARÂMETROS DE ESTRESSE E QUALIDADE DE CARNE.....</b>	<b>58</b>
RESUMO .....	58
ABSTRACT .....	58
INTRODUÇÃO .....	59
MATERIAL E MÉTODOS .....	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
CONCLUSÃO .....	70
REFERÊNCIAS .....	70
<b>ANEXO .....</b>	<b>74</b>
<b>NORMAS PARA PUBLICAÇÃO REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de atender os interesses de suinocultores, indústrias, comércios e consumidores, a tipificação das carcaças visa premiar a qualidade da carcaça.

Na tipificação das carcaças os frigoríficos efetuam o pagamento destas proporcional ao rendimento em carne, logo, carcaças com maior porcentagem de carne e menor de gordura recebem bonificações, conseqüentemente, maximiza-se o lucro do suinocultor e o resultado final é carne ou derivados sem excessos de gordura, saudável e nutritiva ao consumidor (FÁVERO; GUIDONI, 2001).

A seleção genética e a alimentação adequada dos animais proporcionam carcaças com maior porcentagem de carne magra e com menos gordura, carcaças com essas características são melhores remuneradas nos frigoríficos, além de atenderem a exigência de grande parte dos consumidores, visto que o atual hábito de consumo por carnes menos gordurosas é crescente (CARNE SUÍNA BRASILEIRA, 2013).

A qualidade da carne representa uma das principais preocupações, especialmente para consumidores mais exigentes, pois as características como cor, a textura e a perda de água despertam a atenção do consumidor na hora da compra (FÁVERO, 2003).

Uma alternativa para melhorar a qualidade da carcaça e da carne suína é através da suplementação dietética mineral nas diversas fases da produção, possibilitando aos nutricionistas formularem dietas cada vez mais específicas para atender as exigências dos animais (MUNIZ et al. 2010).

Pode-se citar o uso do micromineral cromo como potencial modificador do metabolismo (PECHOVA; PAVLATA, 2007), influenciando nas características de carcaça e carne (mais carne magra e redução da espessura de toucinho) (PAGE; SOUTHERN; WARD, 1993), devido ao fator de tolerância à glicose (GTF) (MERTZ, 1993).

A variação da biodisponibilidade de minerais inorgânicos consiste em uma problemática para a nutrição animal, sendo assim o uso de minerais quelatados tem sido uma alternativa e devido suas características químicas é mais facilmente absorvido pelo organismo animal, permitindo que sejam mais bem aproveitados, proporcionando melhor desempenho e qualidade de carcaça e carne (RUTZ; MURPHY, 2009).

E a suplementação de cromo quelatado também pode ser benéfica para manter a qualidade da carne por mais tempo, em consequência de sua ação na redução da oxidação lipídica (TOGHYANI; KHODAMI; GHEISARI, 2008).

O estresse no manejo pré-abate pode influenciar a qualidade da carne, ocasionando o aumento na frequência de carnes PSE (*pale, soft, exudative*) e DFD (*dark, firm, dry*). Ambas as anomalias afetam a qualidade da carcaça e da carne (LUDTKE et al., 2013) e prejudicam a comercialização da carne *in natura* e a elaboração de produtos (MAGANHINI et al., 2007).

O uso da tábua de manejo para a condução dos suínos no pré-abate tem se mostrado importante para a redução do estresse dos animais, pois ao facilitar a movimentação dos lotes, minimiza as situações estressantes, refletindo em ganhos para o bem-estar animais, bem como para a qualidade final da carne (DALLA COSTA et al., 2012).

Com este trabalho, objetivou-se analisar os efeitos da suplementação dietética de diferentes fontes de cromo para suínos na terminação, visando desempenho produtivo, bioquímica sanguínea e qualidade de carcaça e carne, bem como avaliar o uso da tábua de manejo para minimizar os efeitos do estresse pré-abate na condução de suínos no frigorífico e seus reflexos sobre os parâmetros de estresse e qualidade da carne.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 QUALIDADE DA CARNE

É notável o aumento da quantidade de consumidores cada vez mais exigentes com relação à qualidade da carne, no qual os atributos de qualidade organoléptica, juntamente com o preço, são aspectos de extrema importância para o consumidor (FELÍCIO, 1999).

Segundo a ABIPECS (2008), a carne suína de boa qualidade para o consumidor deve apresentar algumas características, como cor vermelha clara, sem gordura, sem exsudação, com pouca perda de água no cozimento, tenra, bom sabor e não deve ter odores fortes.

Entretanto, para a grande maioria dos produtores e frigoríficos, ainda predomina a maior valorização da quantidade de carne em detrimento da qualidade de carne na carcaça. Sendo consideradas melhores as carcaças que tem maior proporção de carne magra independentemente de se avaliar mais profundamente os elementos que podem depreciar a qualidade, exemplo é a incidência de carnes PSE, que continua a ser um problema sério dentro da indústria, sem que ocorra orientação e ou penalização dos produtores, o que talvez prolongue os prejuízos em nível de indústria e de consumidores (MEINCKE; FERREIRA; DIAS, 2013).

### 2.2 DO MÚSCULO A CARNE

#### 2.2.1 Composição e Estrutura Muscular

A composição química da carne é de aproximadamente 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos (ROÇA, 2013a).

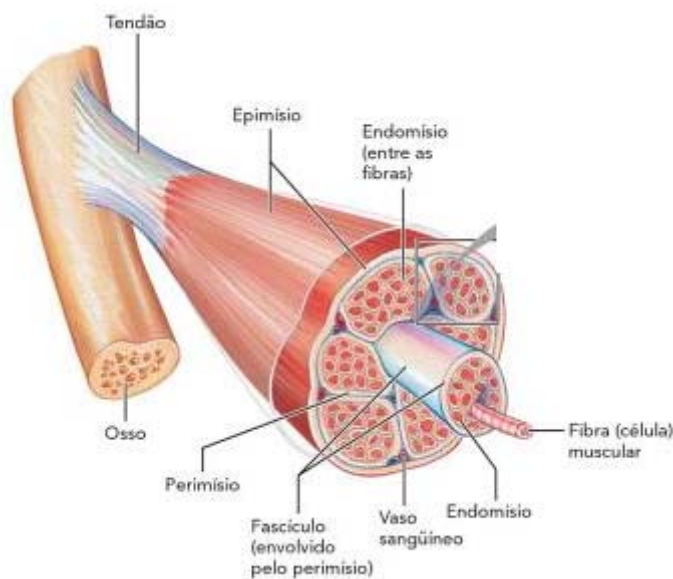
Estruturalmente, a carne é composta por quantidades variáveis de tecido conjuntivo, pequenas quantidades de tecido epitelial e tecido nervoso e em maior proporção o tecido muscular (GUIMARÃES; ADELL; FELÍCIO, 2013).

Cerca de 40 a 50% de tecido muscular são representados pelo tecido muscular esquelético, o qual tem maior representatividade no peso corporal, sendo organizado

em feixes de células longas, multinucleadas e cilíndricas, denominadas de fibras musculares (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

Os músculos estão revestidos por tecido conjuntivo (epimísio), os feixes de fibras musculares pelo perimísio e a fibra muscular pelo endomísio, que por sua vez envolve as miofibrilas, que são compostas por filamentos grossos e finos (Figura 1) (GUIMARÃES; ADELL, 1995).

**Figura 1** – Tecidos conjuntivos que revestem o músculo esquelético.



**Fonte:** Marieb; Hoehn (2009).

Cada fibra muscular está revestida por uma delicada membrana, o sarcolema e o interior deste é preenchido pelas miofibrilas, que são compostas por filamentos grossos de miosina e filamentos finos de actina, sendo as principais proteínas contráteis do músculo. Ainda existem as proteínas miofibrilares que compõem os filamentos grossos como as proteínas C, M, I e F. Já nos filamentos finos estão presentes as proteínas como a tropomiosina, troponina,  $\alpha$  e  $\beta$  (SANTOS, 2011).

Devido a presença de miosina e actina existem estriações transversais, conhecido por túbulos T, característico das miofibrilas e há alternância de bandas claras (banda I) e escuras (banda A), que são separadas pela linha Z (SANTOS, 2011).

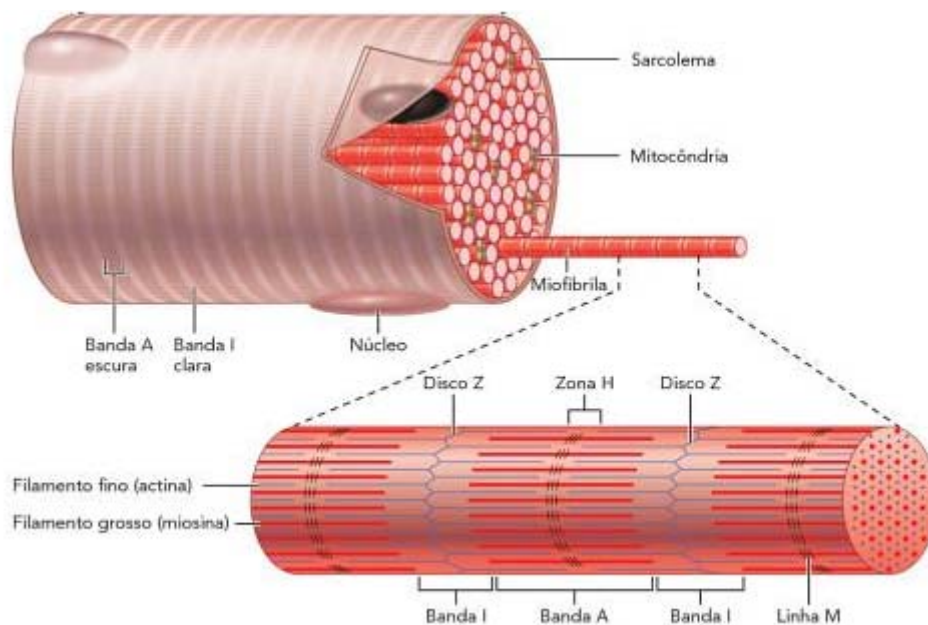
A banda I (isotrópica) constituída por filamentos finos e banda A (anisotrópica) por filamentos grossos e finos, em maior e menor quantidade respectivamente. E no centro de cada banda I surge a linha Z (MATENSE, 2002).

Nas linhas Z estão localizadas proteínas como actinina, desmina, filamina, vimetina e sinemina. A nebulina é encontrada na região da banda I e a tinina está distribuída ao longo dos filamentos grossos e finos (MORAES, 2004).

O espaço delimitado por duas linhas Z é denominado de sarcômero, sendo a menor unidade contrátil do músculo e este contém uma banda A que têm uma banda mais clara no centro (banda H) (Figura 2) (MATENSE, 2002).

A organização da fibra muscular pode ser observada na Figura 2.

**Figura 2** – Organização da fibra muscular.



**Fonte:** Marieb; Hoehn (2009).

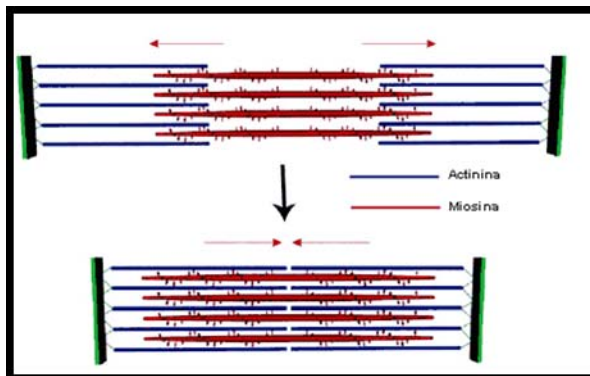
### 2.2.2 Contração Muscular

A contração muscular ocorre em consequência do encurtamento dos sarcômeros, devido ao deslizamento dos filamentos finos e grossos uns sobre os outros. Esta ação é iniciada por um estímulo nervoso na junção neuromuscular e o potencial de ação recebido pelo motoneurônio provoca a secreção de acetilcolina no interior da fenda sináptica e este evento permite o aumento da permeabilidade do sarcolema aos íons de cálcio, havendo então a despolarização do sarcolema ao longo dos túbulos T (ROÇA, 2013b)

A despolarização do sistema de túbulos T gera a liberação de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) do retículo sarcoplasmático para o interior da célula. Os íons de cálcio se ligam à troponina C, alterando a conformação da tropomiosina que fica deslocada, permitindo a formação de

ligações fortes entre as pontes cruzadas da miosina com as moléculas de actina. Neste momento a miosina ATPase, desdobra ATP em ADP + Pi + energia química, havendo deformação na cabeça da miosina, provocando o deslizamento do filamento de actina sobre o de miosina, caracterizando a contração muscular pelo encurtamento dos sarcômeros (Figura 3) (GOMES, 2007).

**Figura 3** – Conformação muscular: contração e relaxamento.



Fonte: Guyton; Hall (2012)

O músculo permanece contraído enquanto houver despolarização do sarcolema. Ao cessar a despolarização deste, a concentração de cálcio diminui rapidamente e, via ação da enzima Cálcio ATPase, os íons de cálcio retornam para o interior do retículo sarcoplasmático através da “bomba de cálcio”, restaurando a ação inibitória do complexo troponina-tropomiosina, com subsequente relaxamento muscular, pois ocorre o retorno dos miofilamentos ao seu estado original (SANTOS, 2011).

### 2.2.3 Metabolismo Energético e Transformações *Post Mortem*

As principais formas de energia para a atividade muscular são ATP, Creatinafosfato e Glicogênio muscular. Este último possui maior representatividade para a contração muscular *post mortem*, ficando armazenado no fígado e nos músculos esqueléticos (MATENSE, 2002).

A obtenção de energia para o processo de contração e relaxamento muscular pode ocorrer através de alguns metabolismo, exemplo as células dos animais vivos obtém o ATP (Adenosina Trifosfato - energia) por meio da degradação do glicogênio através da via glicolítica (anaeróbica), havendo nesta fase saldo de 3 ATP e como há aporte de oxigênio para o músculo, o ácido pirúvico produzido a partir da degradação do glicogênio segue para a via

oxidativa, chamada de Ciclo de Krebs, convertendo-o em produtos finais da glicólise, gás carbônico e íons de hidrogênio (ROÇA, 2013b).

O gás carbônico produzido é eliminado pela corrente sanguínea, já os íons  $H^+$  seguem para a Cadeia Respiratória (fosforilação oxidativa), assim os nucleotídeos NAD (Nicotinamina Adenina Dinucleotídeo), NADP (Nicotinamina Adenina Dinucleotídeo Fosfato) e FAD (Flavina Adenina Dinucleotídeo) fazem o transporte de elétrons pela ação das enzimas mitocondriais, facilitando a transferência de hidrogênio, produzindo  $NAD-H_2$ ,  $NADP-H_2$  e  $FAD-H_2$  e estes compostos são reduzidos naturalmente, possibilitando a formação de ATP a partir de ADP, tendo como saldo final deste metabolismo energético  $37 ATP + 12 H_2O + 6 CO_2$  (ROÇA, 2013b).

A rápida obtenção de energia para atividade muscular ocorre pela ação da enzima Creatinafosfoquinase sobre a Creatinafosfato, que transfere seu grupo fosfato para um ADP, produzindo um ATP, mas na mesma velocidade que se produz ATP, as reservas de Creatinafosfato se esgotam. Todavia quando esgotam-se as reservas de Creatinafosfato, o ATP também poderá ser obtido pela reação catalizada pela enzima Adenilato-quinase muscular a partir de um ADP, mantendo está atividade por pouco tempo (SILVA; BRACHT, 2001).

Com a morte do animal, não cessam repentinamente nos músculos todas as suas funções, por algum tempo se mantém no músculo os mesmos mecanismos aeróbicos do animal vivo (ARIMA, 2002).

Após cessar o suprimento de oxigênio, o metabolismo muscular energético torna-se anaeróbio, havendo produção de apenas 8% de ATP em comparação ao metabolismo aeróbico (ROÇA, 2013b) e aumento da síntese e concentração de ácido lático (MORAES, 2004).

Após esgotamento da reserva de Creatinafosfato, inicia-se o declínio do nível de ATP no músculo, pois as reservas de energia são degradadas rapidamente quando no metabolismo anaeróbico, exaurindo primeiro a Creatinafosfato, seguida pelo glicogênio e outros carboidratos e, finalmente o ATP (ROÇA, 2013b).

Devido à glicólise e à hidrólise do ATP para obtenção de energia para manutenção da atividade de contração muscular, geram-se íons  $H^+$ , caracterizando a queda inicial do pH, que ocorre antes da transformação do piruvato em ácido lático (LAWRIE, 2005).

E o *rigor mortis* (enrijecimento muscular) se desenvolve devido à concentração insuficiente de ATP para manter o processo de deslizamento dos miofilamentos

e acaba por formar um complexo irreversível chamado actomiosina, sendo este caracterizado pelo encurtamento significativo do sarcômero e pela perda da elasticidade muscular. O estabelecimento do *rigor mortis* em um músculo normal se dá quando há queda do pH para próximo à 5,9, cerca de 9 à 12 horas após o abate. Todavia a instauração deste está intimamente ligada à velocidade de queda do pH, exemplo declínio mais rápido do pH, rápida instauração do *rigor mortis* e vice-versa (COSTA, 2006).

### 2.3 CROMO

Dentre os minerais existentes, 26 podem ser considerados essenciais para os animais, destes 11 são considerados macrominerais e 15 são denominados microminerais. Estas denominações estão ligadas a exigência destes elementos pelos animais (VIEIRA, 2005).

Os minerais no organismo animal possuem funções básicas e essenciais como crescimento e manutenção dos tecidos, processos metabólicos e co-fatores essenciais para ação de enzimas envolvidas na síntese e liberação de ligações de alta energia do ATP (adenosina trifosfato) (MUNIZ, 2007).

O cromo faz parte da classe dos minerais denominados traços ou microminerais essenciais (GOMES; ROGERO; TIRAPEGUI, 2005).

Considerado um elemento de transição, o cromo pode ser encontrado nos estados de oxidação  $\text{Cr}^{-2}$  ao  $\text{Cr}^{+6}$ , entretanto existem quatro principais estados, sendo eles  $\text{Cr}^{+0}$ ,  $\text{Cr}^{+2}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$  e  $\text{Cr}^{+6}$ , todavia o  $\text{Cr}^{+3}$  é o mais importante, por ser mais estável, ter baixa toxicidade e ser biologicamente ativo (FURNIVAL; CORBERT; INSKIP, 1990).

Em vários tecidos do organismo pode-se encontrar o mineral cromo armazenado sem que este apresente um local específico, todavia, a maior quantidade de cromo parece estar localizada no fígado, rins, baço e epidídimo (PECHOVA; PAVLATA, 2007).

Este mineral não é facilmente absorvido pelas membranas celulares (0,5% a 2% em animais e humanos) por apresentar baixa reatividade (VINCENT, 2000).

As formas inorgânicas de cromo, como o sulfato de cromo, o cloreto de cromo e o óxido de cromo são pobremente absorvidas pelo animal, em razão da formação de compostos insolúveis durante a digestão e pela ligação do cromo livre a seus minerais antagonistas também presentes na dieta (PECHOVA; PAVLATA, 2007).

O cromo absorvido no trato gastrointestinal segue para o fígado, onde será absorvido pelas células e posteriormente desempenhará suas funções, especialmente no metabolismo de carboidratos, mas também em menor grau atuando no metabolismo protéico e lipídico (STOEKER, 1999).

Entretanto, o cromo em excesso no sangue não pode ser reabsorvido pelos rins, sendo excretado na urina em maior parte (CLARKSON, 1997).

A ação do cromo relacionada ao metabolismo de carboidratos refere-se mais especificamente ao estímulo da captação de glicose pelas células de tecidos-alvo, por meio de amplificação da sinalização da insulina, em consequência do aumento da fluidez da membrana celular para facilitar a ligação desta com seu receptor (EVANS; BOWMAN, 1992)

A importância deste evento é que a glicose captada pelas células sensíveis a insulina é convertida em energia e esta energia adicional é combustível para síntese protéica, dando suporte para o crescimento tecidual (músculo) e a manutenção celular (ANDERSON; KOLOZLOVSKY, 1985). Caso a glicose não seja utilizada pelas células do organismo devido à baixa atividade da insulina, esta é convertida em gordura (ANDERSON et al., 1991).

Este efeito de amplificação do sinal da insulina não é de responsabilidade exclusiva do cromo, seja na sua forma isolada ou co-fator enzimático, como a maioria dos minerais, pois se descobriu que o cromo associado a outras moléculas agem sob a forma de um complexo orgânico de baixo peso molecular denominado “fator de tolerância à glicose” (GTF), constituído por  $\text{Cr}^{3+}$ , glicina, cisteína, glutamato e aspartato (SCHWARTZ; MERTZ, 1959).

A compreensão da atuação do cromo influenciando a insulina só foi possível a partir da identificação e caracterização de um oligopeptídeo ligador de cromo, inicialmente denominado LMWCr (*Low Molecular Weight Chromium Binding Substance* - substância ligadora de cromo de baixo peso molecular) ou cromodulina, devido semelhança em estrutura com a calmodulina. A Cromodulina quando em sua forma ativa, está ligada à quatro átomos de  $\text{Cr}^{+3}$  e se não está ligada aos átomos de cromo, apresenta-se na sua forma inativa, chamada de Apocromodulina e ambas formas são encontradas predominantemente no meio intracelular (citosol e núcleo de células sensíveis a insulina) (YAMAMOTO; WADA; ONO, 1987).

### 2.3.1 Mecanismo de Ação do Cromo

O mecanismo de ação do cromo ainda não foi totalmente esclarecido, mas as principais evidências demonstram sua atuação na amplificação do sinal da insulina no

organismo, sendo este o principal hormônio protéico com função de manter a homeostase glicêmica (MERTZ, 1993).

Naturalmente, em decorrência do aumento da concentração de glicose sanguínea, o organismo animal secreta rapidamente para a circulação o hormônio insulina na tentativa de manter a homeostase glicêmica (RAW, 2006).

Quando há aumento da concentração de insulina circulante, ocorre simultaneamente estimulação da migração dos receptores transferrina (sensíveis à insulina) a partir de vesículas que estão no citosol para se fundirem com a membrana celular, bem como maior mobilização de cromo complexado com moléculas de transferrina para as células-alvo (KANDROR, 1999).

Na parte externa da membrana celular o complexo cromo-transferrina liga-se aos receptores de transferrina e pelo mecanismo de endocitose faz com que a vesícula formada por cromo, transferrina e receptor se internalize na célula (VINCENT, 2000).

Em decorrência do pH ácido no espaço intravesicular, o cromo se dissocia da transferrina e de seu receptor no citosol. Quando quatro átomos de cromo no estado ativo ( $Cr^{+3}$ ) se unem à molécula de apocromodulina (inativa), tornando-a ativa (cromodulina) (VINCENT, 2000).

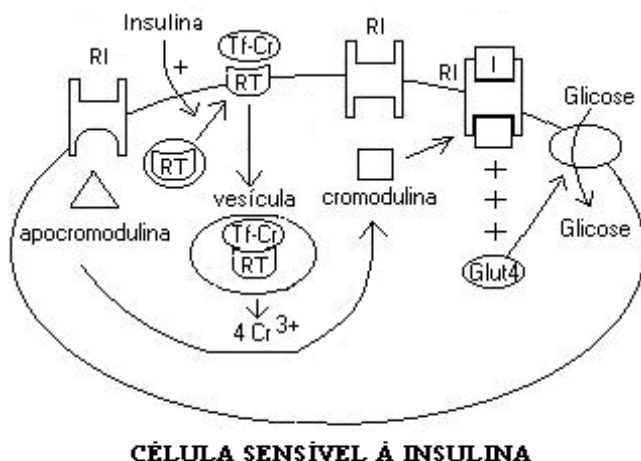
A cromodulina segue para o sítio ativo do receptor insulínico na membrana celular, de maneira a completar a ativação deste junto à própria insulina, amplificando o sinal desta (VINCENT, 2000).

Segundo Yamamoto, Osamu e Manabe (1989), a cromodulina favorece as células à sensibilidade à insulina por estimular a atividade da enzima tirosina quinase do receptor insulínico na membrana plasmática.

A insulina ao se ligar ao seu receptor na membrana celular na face externa (subunidade  $\alpha$  da tirosina quinase) provoca uma alteração conformacional do receptor, resultando na autofosforilação dos resíduos de tirosina na subunidade  $\beta$ , localizada na face interna da membrana. Logo é desencadeada uma série de reações de fosforilação em cascata, visando estimular a translocação dos transportadores de glicose (GLUT-4) para a membrana plasmática, ou seja, um fator colaborador do aumento da sensibilidade de receptores insulínicos na membrana plasmática (VINCENT, 1999).

Os GLUT's são transportadores insulina-dependentes, abundantes nas membranas celulares dos músculos esquelético, cardíaco e tecido adiposo (Figura 4) (SILVA, 2007).

**Figura 4** – Mecanismo de ação do cromo.



RI=receptor insulina  
 RT=Receptor transferrina  
 Tf-Cr= Transferrina ligada ao cromo  
 I = Insulina

**Fonte:** Gomes, Rogero, Tirapegui (2005)

O cromo influencia também o metabolismo de proteínas, visto que estimula a captação de aminoácidos pelas células e em consequência há aumento da massa muscular (GOMES; ROGERO; TIRAPEGUI, 2005). No metabolismo de lipídeos existem evidências de sua contribuição devido a um efeito lipolítico (KREIDER, 1999), através da inibição da enzima hepática hidroximetilglutaril-CoA redutase, causando desse modo redução do colesterol (ZIMA et al., 1998).

Apesar dos mecanismos bioquímicos não estarem totalmente demonstrados, há evidências de que a deficiência em cromo em roedores desenvolve diminuição da tolerância à glicose, menor longevidade e aumento das concentrações plasmáticas colesterol e triacilgliceróis, sendo assim interfere no metabolismo de carboidratos, bem como no metabolismo lipídico simultaneamente (LUKASKI, 2000).

Devido a isso, a suplementação do cromo tem sido alvo de estudos que sugerem alguns efeitos como aumento da massa magra e diminuição do percentual de gordura (PITTLER; ERNST, 2004).

### 2.3.2 Exigência Nutricional de Cromo

Há grande variação dos resultados obtidos quando realizada a suplementação de cromo para suínos, em consequência deste cenário pouco definido, uma série de pesquisas estão sendo realizadas a fim de verificar as melhores fontes e quantidades a

serem suplementadas de cromo para suínos no decorrer das fases do desenvolvimento, avaliando quais combinações apresentam melhores resultados zootécnicos.

### 2.3.3 Mineirais Quelatados

A maioria do conteúdo mineral e vitamínico dos cereais que são utilizados na alimentação dos animais é caracterizado por sua baixa e variável disponibilidade (GAUDRÉ; QUINIOU, 2009). Suplementos são geralmente necessários, visto que estes produtos são base da alimentação dos suínos.

Em suínos, a suplementação de minerais é utilizada nas diversas fases do desenvolvimento, porém normalmente o mineral fornecido é na forma inorgânica, apresentando baixa biodisponibilidade, sendo boa parte excretada e tendo sua ação reduzida no organismo dos animais, além da contaminação ambiental (RUTZ; MURPHY, 2009).

Na tentativa de atenuar a problemática dos minerais na forma inorgânica, foram desenvolvidos os minerais “orgânicos” ou quelatados ao final da década de 1980 (KIEFER, 2005).

A suplementação de minerais quelatados visa aumentar a produtividade dos animais, devido às vantagens apresentadas por este tipo de mineral em relação aos minerais inorgânicos, convencionalmente utilizados (PEIXOTO et al., 2005).

Segundo a AAFCO (ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL, 2000), minerais orgânicos ou quelatados são “íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e alta biodisponibilidade mineral”.

A melhor absorção destes minerais pelo organismo animal permite que sejam mais bem aproveitados, proporcionando melhor desempenho e qualidade de carcaça e carne (RUTZ; MURPHY, 2009).

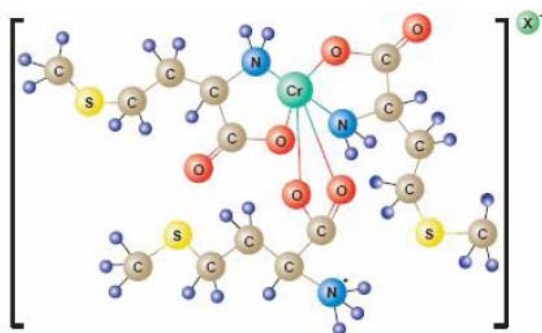
A biodisponibilidade do cromo inorgânico geralmente é baixa, aproximadamente 0,5% a 3% (OFFENBACHER et al., 1986), enquanto que o cromo quelatado apresenta-se dez vezes mais biodisponível (PECHOVA; PAVLATA, 2007).

Explica-se a baixa biodisponibilidade do cromo inorgânico comparado ao quelatado devido ao fato deste ser susceptível a formação de numerosas ligações não-solúveis, complexando-se com óxidos, sulfatos, carboidratos e outros minerais (Zinco, Ferro e Vanádio, por exemplo) (GOMES; ROGERO; TIRAPEGUI, 2005), bem como pela lenta conversão do cromo inorgânico para a forma bioativa ( $Cr^{+3}$ ) (RANHOTRA; GELROTH, 1986)

O cromo na forma quelatada possui maior eficiência de absorção, que é resultante da melhor biodisponibilidade dos minerais quelatados e este fato é explicado devido há maior estabilidade elétrica no lúmen intestinal, pois são prontamente transportados para os tecidos, onde permanecem por períodos mais longos que os minerais inorgânicos (CLOSE, 1998).

Alguns exemplos de cromo quelatado são picolinato de cromo, cromo ácido nicotínico, cromo levedura e cromo-aminoácido (exemplo cromo-metionina) (Figura 5).

**Figura 5** – Estrutura química do cromo-metionina.



C: carbono, S: enxofre, O: oxigênio, N: nitrogênio, Cr: cromo, x: valência.

**Fonte:** Fakler e Cuarón (2004)

#### 2.3.4 Efeito do Cromo Sobre o Desenvolvimento de Suínos e Qualidade de Carne

Aumentar a quantidade de carne na carcaça de suínos e reduzir a gordura tem sido objetivo comum da cadeia suinícola, pois para os suinocultores este fato reflete em melhor rentabilidade e do ponto de vista da indústria, é interessante oferecer cortes cárneos com estas características, indo de encontro ao que desejam os consumidores atualmente (CANTARELLI et al., 2009). Dentre os suplementos alimentares utilizados na nutrição animal, o cromo tem sido objeto de estudo, pois devido as suas características de atuação no metabolismo animal, age melhorando o desempenho dos animais, proporcionando carcaças com maior porcentagem de carne magra.

A suplementação de 400 ppb de cromo-metionina, embora tenha ocasionado redução no consumo diário de ração, não altera as características de desempenho e de carcaça, nem a qualidade da carne dos suínos (ALMEIDA et al., 2010).

Os efeitos da suplementação do cromo quelatado com glicina e nicotinamida, nas quantidades de zero, 200 ou 400 ppb foram avaliados por Khajareern et al. (2006), onde verificaram que não houve diferença significativa para conversão alimentar e

ganho médio diário de peso, todavia constataram que rendimento de carcaça, área de olho de lombo aumentaram quando comparados a dieta controle (sem cromo).

Park et al. (2009) verificaram que o ganho diário de peso foi melhor quando houve a suplementação de cromo-metionina, quando comparado aos tratamentos controle (sem cromo) e com suplementação de cromo-inorgânico (cloreto de cromo), os quais não diferiram entre si, mas não verificou efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar. Para a qualidade de carcaça apenas a suplementação de 200 ppb de cromo-metionina foi eficiente para redução da espessura de toucinho.

Matthews et al. (2003) verificaram que a suplementação de 200 ppb de propionato de cromo não afetou o desempenho, nem características de carcaça, exceto comprimento de carcaça que foi maior para animais que foram suplementados.

Em estudo realizado por Lima e Guidoni (1999), fornecendo dieta basal (0 ppb Cr) e efetuando suplementação com 100, 200, 300, 400 e 500 ppb de cromo, na forma de Cr-ácido nicotínico, incluído através do premix vitamínico, todavia, a adição de níveis de até 500 ppb de Cr-ácido nicotínico, não alterou o desempenho e a qualidade de carcaça de suínos em crescimento e terminação.

Preuss et al. (1997) induziram o aumento da quantidade de glicose circulante em ratos, sendo que nos animais suplementados com nicotinato de cromo apresentaram regulação da quantidade de glicose circulante e efeito antioxidante, devido ao “controle” na formação de radicais livres.

A partir deste postulado, espera-se que a carne oriunda de animais suplementados com cromo tenha aumento do prazo de validade, devido à menor formação de radicais livres, em conseqüência da minimização da oxidação lipídica.

## 2.4 MANEJO PRÉ-ABATE E ESTRESSE

O manejo pré-abate envolve uma série de situações não familiares aos animais que os tornam susceptíveis ao medo e ao estresse (TERLOUW, 2005). Alguns pontos críticos se destacam no período pré-abate dos suínos e que podem influenciar a qualidade da carne como jejum, embarque, transporte (desenho do veículo, densidade animal e tempo de transporte), desembarque, área de espera (tempo na área de espera e manuseio dos animais) e atordoamento (FAUCITANO, 2000).

O deslocamento dos suínos até o local do atordoamento proporciona elevado estresse, visto que os animais são manipulados rapidamente e nestas condições as

reações comportamentais são críticas (gritos, ajuntamentos e reações de fuga). O nível de estresse durante este manejo influenciará na velocidade de transformação do glicogênio muscular em ácido láctico (CHEVILLON, 2000).

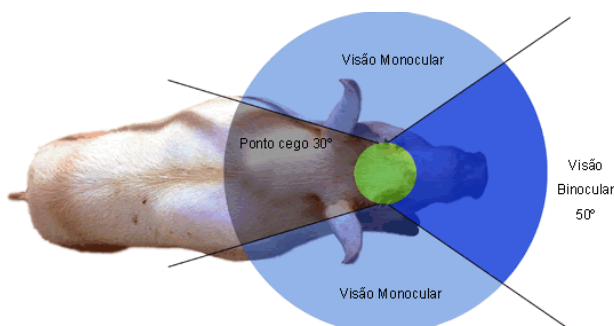
A velocidade da decomposição do glicogênio pode desenvolver anomalias na carne, como a carne PSE (*pale, soft, exudative*), caracterizada quando os animais são submetidos a estresse intenso, provocando acelerada glicólise após o abate, refletindo em concentrações elevadas de ácido láctico. Já a carne DFD (*dark, firm, dry*) ocorre devido ao estresse crônico dos animais antes do abate, esgotando os níveis de glicogênio, havendo baixa produção de ácido láctico. Essas anormalidades estão correlacionadas à genética, nutrição e manejo (MAGANHINI et al., 2007).

Logo, fazer uso de equipamentos que auxiliem de maneira positiva o manejo dos animais a fim de reduzir o estresse pré-abate é fundamental.

Um dos instrumentos mais utilizados para manejar os suínos é a tábua de manejo, a qual pode ser constituída de madeira leve ou plástico. Entretanto, quando os suínos se recusam deslocar e dificultam o encaminhamento do lote, geralmente é necessária a utilização de outros instrumentos como choque elétrico ou “remos ou pás” de borracha (CHEVILLON, 2000)

A tábua de manejo é um instrumento que deve ser usado durante a condução dos animais no embarque, desembarque e ao longo do corredor até a área de insensibilização (PRESTES; LIMA, 2005). Para fazer uso adequado da tábua de manejo é preciso compreender a visão dos suínos, que apresentam visão monocular (lateral) de aproximadamente 310° e binocular de 35-50° (Figuras 6) (DALMAU; LHONCH; VELARDE, 2010).

**Figura 6** – Campo de visão monocular e binocular do suíno.

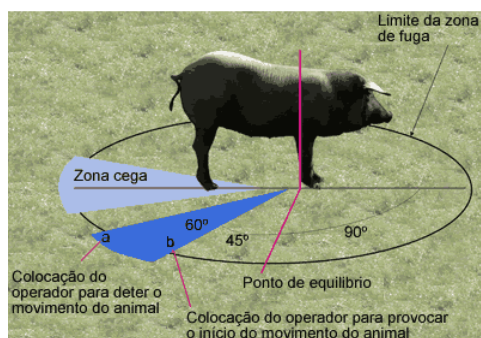


**Fonte:** Dalmau, Lhonch e Velarde (2010)

Segundo Dalmau, Lhonch e Velarde (2010) o manejo pré-abate é uma situação não habitual para os suínos e levando-os a sentirem medo e se colocarem em estado de alerta. Se algo os ameaçar irão “fugir”. Utilizando os conhecimentos sobre este comportamento e as características visuais dos suínos, o manejador ao ultrapassar o ponto de equilíbrio do animal e adentrar a sua zona de fuga, os fará entender que sua integridade está em “risco” e com isso se afastarão do “perigo” e a direção de seu deslocamento será consequência da posição do manejador (Figura 7), sendo:

- Deslocamento do suíno para trás: quando o manejador adentrar a zona de fuga e posicionar-se cranialmente ao suíno;
- Deslocamento do suíno para frente: quando o manejador adentrar a zona de fuga e posicionar-se caudalmente ao suíno.

**Figura 7 –** Visão do suíno



**Fonte:** Dalmau, Lhonch e Velarde (2010)

O adequado manejo dos animais é importante para evitar ou reduzir a dor, medo e sofrimento desnecessários, pois é dever ético e moral garantir que os animais não sofram durante toda a sua vida e principalmente no momento de seu sacrifício. Considerando a qualidade do produto final, o bem-estar dos animais pode influenciar positivamente na qualidade da carne (maciez, suculência, cor), reduzindo as perdas econômicas (hematomas, contusões, fraturas) decorrentes no mau manejo (STEPS, 2013).

A avaliação do bem-estar animal tem sido mensurada principalmente através do estresse apresentado pelos animais (SOUZA, s/d – Embrapa). Existem alguns tipos de estresse que acometem os animais domésticos: emocional e físico, sendo que o estresse físico é o mais comum, em decorrência de manejo, transporte e temperatura ambiente inadequados (ELOY, 2007).

### 2.4.1 Fisiologia do Estresse

Diante de situações estressantes, na tentativa de manter a homeostase, o organismo animal faz uso de alguns mecanismos de *feedback*, necessitando de ajustes fisiológicos ou comportamentais para adequar-se aos aspectos adversos do manejo ou ambiente (GRANDIN, 1998).

O estresse psicológico e físico está relacionado à liberação de cortisol e lactato, respectivamente (WARRIS et al., 1994).

Em consequência de estímulos externos e internos recebidos pelo sistema nervoso central haverá ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal. No hipotálamo é sintetizado o hormônio liberador corticotropina (CRH) e secretado para a veia porta que estimulará a síntese e secreção do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) pela adenohipófise, o qual estimulará o córtex adrenal das glândulas supra-renais para posterior produção e secreção dos glicocorticóides, sendo o cortisol seu principal representante (CUNNINGHAN; KLEIN, 2008).

O ACTH também estimula a medula das glândulas supra-renais, havendo secreção de hormônios como catecolaminas, as quais são importantes neurotransmissores, como a adrenalina (epinefrina) e noradrenalina (noraepinefrina - esta produzida em menor quantidade), responsáveis pelas respostas em curto prazo. Uma rápida resposta de “alarme” prepara o organismo para a “luta ou fuga”, sinalizado pelo aumento da frequência respiratória e cardíaca (SOUZA, s/d. Embrapa).

Já o lactato (ácido láctico) é sintetizado em situações de estresse intenso que leva a exaustão muscular, resultante da degradação intensa do glicogênio muscular, o qual poderá ser liberado na corrente circulatória (SHAW; TUME, 1992).

O bem-estar dos animais pode ser avaliado através das mudanças comportamentais ou pela avaliação dos parâmetros biológicos (respostas endócrinas e enzimáticas) provocadas pelo estresse (GRANDIN, 1998).

Sendo os principais indicadores plasmáticos do estresse o lactato e o cortisol (DALLA COSTA et al., 2008).

## 2.5 OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Depois da deterioração microbiana, a oxidação lipídica corresponde ao principal processo de redução da qualidade da carne (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1998), além de formar substâncias potencialmente tóxicas (FENNEMA, 1993).

A rancidez oxidativa inicia logo após a morte, quando o fluxo de sangue pára e os processos metabólicos são interrompidos, assim uma série de fatores, sendo os mais importantes relacionados à presença de PUFA (ácidos graxos poliinsaturados) no músculo, servem de substrato para a inicialização do processo de oxidação (WEBER; ANTIPATIS, 2001).

A rancidez oxidativa, iniciada pela conservação inadequada da carne, induz a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados, desenvolvendo sabores indesejáveis, alteração da coloração da carne, produção de substâncias potencialmente tóxicas, exemplo o malonaldeído e óxidos de colesterol, além da perda do valor nutricional devido à destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (GRAY; GOMAA; BUCLKEY, 1996).

A estabilidade oxidativa dos lipídios depende do tipo de estrutura lipídica, número e a natureza das insaturações. Os mecanismos envolvidos na degradação destes podem ser fotooxidativos, autooxidativos ou oxidação enzimática (lipoxigenase). As reações de oxidação lipídica dos ácidos graxos poliinsaturados desenvolvem-se pelo mecanismo em cadeia dos radicais livres, podendo ser analisada pela perspectiva de três etapas (SILVA, BORGES, FERREIRA, 1998):

- Iniciação: o grupamento metil de um ácido graxo insaturado sofre ação de um radical livre originando um radical alila;
- Propagação: ao radical alila é adicionado oxigênio, formando o radical peroxil, que reage com o carbono  $\alpha$ -metileno de outro ácido graxo insaturado originando hidroperóxidos;
- Terminação: em função da decomposição dos hidroperóxidos são gerados produtos finais como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos.

Segundo Linares et al. (2007), a oxidação das carnes é também influenciada pelo pré-abate, no entanto ainda tem que se avaliar melhor os efeitos específicos do manejo pré-abate estressante nas características de qualidade de carne.

### 2.5.1 Formação de Radicais Livres, Fosfolipase A<sub>2</sub>, Ácido Araquidônico e Carnes PSE

As fosfolipases A<sub>2</sub> são enzimas cálcio dependentes que catalisam a hidrólise da posição Sn-2 dos glicerofosfolídeos das membranas para liberar lisofosfolídeos e ácidos graxos livres, dentre eles o ácido araquidônico, o qual é um precursor bioativo de mediadores inflamatórios, como prostaglandinas e leucotrienos (MURAKAMI; KUDO, 2002).

A atividade destas enzimas é duas vezes maior em suínos portadores da anomalia PSS (Porcine Stress Syndrome) ou também denominada de Hipertermia Maligna, entretanto a quantidade desta enzima endógena é a mesma para suínos com hipertermia maligna e normais (CHEAH; CHEAH, 1981).

Animais que manifestam esta síndrome possuem um defeito na regulação do transporte de cálcio entre o retículo sarcoplasmático e o citosol, e assim mantêm a concentração de cálcio no sarcoplasma elevada, tanto no animal vivo, quanto no músculo após o abate, quando comparado com animais normais (MICKELSON; LOUIS, 1992).

Em consequência da elevada concentração de cálcio no sarcoplasma de animais com hipertermia maligna, pode-se constatar uma relação entre a atividade da fosfolipase A<sub>2</sub> com o fenômeno PSE em suínos (CHEAH; CHEAH; WARING, 1986), dita como sendo indutora dos processos bioquímicos que conduzem a esta anomalia, pois estimula a glicólise, culminando em maior síntese de lactato, comparado à condições normais (CHEAH; CHEAH; KRAUSGRILL, 1995).

Considerando que quanto maior for a atividade da fosfolipase A<sub>2</sub>, maior será a quantidade de ácido araquidônico liberado das membranas celulares. Isso poderá influenciar na maximização da suscetibilidade a oxidação lipídica. Esta hipótese foi verificada em filés PSE de frango, que apresentaram maiores níveis de ácido araquidônico do que filés normais, além de estarem mais oxidados que filés normais (SOARES et al., 2009).

A maior susceptibilidade à oxidação lipídica nestas condições pode ser explicada devido à ação da enzima ciclooxigenase sobre o ácido araquidônico, o qual foi liberado a partir da atividade da fosfolipase A<sub>2</sub>, gerando-se o radical hidroxil (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004), que é o mais reativo dos intermediários para formação dos radicais livres, podendo reagir e alterar qualquer estrutura celular que esteja próxima e assim influenciar enzimas, estabilidade das membranas e ácidos nucléicos (JENKINS, 1988), favorecendo o desenvolvimento da oxidação lipídica.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; BRAZ, D. B.; MIYADA, V. S. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 1969-1977, 2010.
- ANDERSON, R. A.; KOLOZLOVSKY, A. S. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 41, n. 6, p. 1177-1183, 1985.
- ANDERSON, R. A.; POLANSKY, M. M.; BRYDEN, N. A.; CANARY, J. J. Supplemental-chromium effects on glucose, insulin, glucagon, and urinary chromium losses in subjects consuming controlled low-chromium diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 54, n. 5, p. 909-16, 1991.
- ARIMA, H. K. A maciez da carne, da criação à maturação. 2002. **Curso sobre a maciez da carne bovina**. CTC/ITAL. Campinas. p. 1-17. set 2002.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL - AAFCO. Atlanta, GA: 2000. Official Publication.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. **Pesquisa**. 2008. Disponível em: <<http://www.carnesuinabrasileira.org.br/index.html>>. Acesso em: 4 maio 2013.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, p.844-851, 2009.
- CARNE SUÍNA BRASILEIRA. **Perguntas freqüentes sobre a carne suína brasileira**. Disponível em: <http://www.carnesuinabrasileira.org.br/perguntas.html>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M. Mitochondrial calcium transport and calcium- activated phospholipase in porcine malignant hyperthermia. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 634, n. 1, p. 70-84, 1981.
- CHEAH, K. S., CHEAH, A. M.; WARING, J. C. Phospholipase A(2), activity, calmodulin, Ca<sup>2+</sup> and meat quality in young and adult halothanesensitive and halothane-insensitive British Landrace pigs. **Meat Science**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 37-53, 1986.
- CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M.; KRAUSGRILL, D. I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 255- 264, 1995.
- CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. In: INTERNATIONAL VIRTUAL CONFERENCE ON PORK QUALITY, 2000, Concórdia. **Proceedings...** Concórdia, 2000. p.152-168.
- CLARKSON. P. M. Effects of exercise on chromium levels: is supplementation required? **Sports Medicine**, Auckland, v. 23, n. 6, p. 341-349, 1997.

CLOSE, W. H. The role of trace mineral proteinates in pig nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Alltech, 1998. p.469-376.

COSTA, F. **Caracterização do processo de rigor mortis e da maciez dos músculos gastrocnemius e pectoralis e efeito da radiação gama na vida comercial da carne de peru.** 2006. 146 f. Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006. Disponível em: <[http://www.uff.br/higiene\\_veterinaria/teses/fabio\\_costa\\_completa\\_doutorado.pdf](http://www.uff.br/higiene_veterinaria/teses/fabio_costa_completa_doutorado.pdf)>. Acesso em: 1 abr. 2013.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

DALLA COSTA, O. A. ; CIOCCA, J. R. P.; RIBAS, J. C. R.; LUDTKE, C. B.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. **Boas práticas no embarque de suínos para abate.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; COSTA, M. J. R. P.; FAUCITANO, L.; COLDEBELLA, A.; KICH, J. D.; PELOSO, J. V.; ROZA, D. D. Tempo de jejum na granja sobre o perfil hormonal e os parâmetros fisiológicos em suínos de abate pesados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2300-2306, 2008.

DALMAU, A.; LHONCH, P.; VELARDE, A. **Visão e manejo do porco.** 2010. Disponível em: <[http://www.3tres3.com.pt/os-peritos-opinam/vis%C3%A3o-e-maneio-do-porco\\_915/](http://www.3tres3.com.pt/os-peritos-opinam/vis%C3%A3o-e-maneio-do-porco_915/)>. Acesso em: 2 abr. 2013.

ELOY, A. M. X. **Estresse na produção animal.** Sobral: Embrapa Caprinos, 2007. (Embrapa Caprinos, comunicado técnico, 87).

EVANS, G. W.; BOWMAN, T. D. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 46, n. 4, p. 243-250, 1992.

FAUCITANO, L. Effects of preslaughter handling on the pig welfare and its influence on meat quality. In: INTERNATIONAL VIRTUAL CONFERENCE ON PORK QUALITY, 2000, Concórdia. **Proceedings...** Concórdia, 2000. p. 52-71.

FENNEMA, O. R. **Química dos alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1993.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

FÁVERO, J. A. Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno. **Porkworld**, Campinas, n. 14, p. 56-65, jul./ago. 2003.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L. Normatização e padronização da tipificação de carcaças de suínos no Brasil – aspectos positivos e restrições. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia, p. 73-79.

- FURNIVAL, E. P.; CORBERT, J. L.; INSKIP, M. W. Evaluation of controlled release devices for administration of chromium sesquioxide using fistulated grazing sheep. I. Variation in marker concentration in faeces. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 41, p. 969–975, 1990.
- GAUDRÉ, D.; QUINIOU, N. What mineral and vitamin levels to recommend in swine diets? **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 190-200, 2009.
- GOMES, M.R. ; ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 5, set./out. 2005.
- GOMES, H. F. B. **Contribuição das proteinases do músculo para a maciez da carne**. 2007. Trabalho Acadêmico (Disciplina Características de Carcaça de Ruminantes) – Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.
- GRANDIN, T. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare during cattle slaughter. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 56, n. 2-4, p. 121-128, 1998.
- GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Oxford, v. 43, p. S111-S123, 1996.
- GUIMARÃES, J. L.; ADELL, E. A. **Estrutura e bioquímica do músculo**. 1995. Disponível: <[http://www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/Estrutura\\_e\\_Bioquimica.pdf](http://www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/Estrutura_e_Bioquimica.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2012.
- GUIMARÃES, J. L.; ADELL, E. A.; FELÍCIO, P. E. **Estrutura e composição do músculo e tecidos associados**. 2013. Disponível em: <[http://www.sic.org.br/pdf/qc\\_estrutura.pdf](http://www.sic.org.br/pdf/qc_estrutura.pdf)>. Acesso em: 27 ago 2013.
- JENKINS, R. R. Free radical chemistry relationship to exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 5, p. 156-70, 1988.
- KANDROR, K. V. Insulin regulation of protein traffic in rat adipocyte cells. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 274, n. 36, p. 25210–25217, 1999.
- KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Local, v. 2, n. 3, p. 206-220, maio/jun. 2005.
- KHAJARERN, J.; KHAJARERN, S.; ASHMEAD, H. D.; ASHMEAD, S. D. The effect of chromium bisglycinate-nicotinamide chelate supplementation on growth and carcass quality in growing and finishing pigs. **International Journal of Applied Research Veterinary in Medicine**, Newtown, v. 4, n. 3, 2006.
- KREIDER, R. B. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 27, p. 97-110, 1999.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Tradução de Jane Maria Rubensan. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

- LIMA, G. M. M.; GUIDONI, A. L. Níveis de cromo-ácido nicotínico em dietas de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 433-439, mar. 1999.
- LINARES, M. B.; BERRUGA, M. I.; BO'RNEZ, R.; VERGARA, H. Lipid oxidation in lamb meat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. **Meat Science**, Oxford, v. 76, p. 715-720, 2007.
- LUDTKE, C.; NOGUEIRA, C. E. W.; BERTOLONI, W.; DALLA COSTA, O. A.; SOARES, G. J. D. **O estresse no manejo pré-abate e na qualidade da carne suína**. 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/administracao/artigos/estresse-manejo-pre-abate-t845/124-p0.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- LUKASKI, H. C. Magnesium, zinc, and chromium nutritive and physical activity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, n. 2, p. 585s-593s, 2000.
- MAGANHINI, M. B.; MARIANO, B.; SOARES, A. L.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e DFD (*Dark, Firm, Dry*) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 69-72, ago. 2007. Suplemento.
- MATTHEWS, J. O.; HIGBIE, A. D.; SOUTHERN, L. L.; COOMBS, D. F.; BIDNER, T. D.; ODGAARD, R. L. Effect of chromium propionate and metabolizable energy on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 191-196, 2003.
- MATENSE, F. D. G. **Transformação do músculo em carne**. 2002. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/carne.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2011.
- MEINCKE, F. D.; FERREIRA, L.; DIAS, C. P. **Qualidade de carne, produtor, indústria e consumidor**. 2013. Disponível em: <[201http://www.genetiporc.com/download/Qualidade\\_de\\_Carne\\_-\\_produtor](http://www.genetiporc.com/download/Qualidade_de_Carne_-_produtor)>. Acesso em: 4 maio 2013.
- MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 123, p. 626-633, 1993.
- MERTZ, W. Chromium: history and nutritional importance. **Biological Trace Elements Research**, Totowa, v. 32, n. 2, p. 3, 1992.
- MICKELSON, J. R.; LOUIS, C. F. Malignant hyperthermia: excitation-contraction coupling, Ca<sup>++</sup> release channel, and cell Ca<sup>++</sup> regulation defects. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 72, n. 2, p. 537-592, 1992.
- MORAES, M. S. **Maturação da carne bovina**. 2004. Monografia (Especialização em Qualidade de Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- MUNIZ, M. H. B. **Minerais de fonte orgânica em dieta de leitões desmamados**. 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

MUNIZ M. H. B.; BERTO D. ANTONIO; AUGUSTO, R. M. N.; TRINDADE NETO, M. A.; WECHSLER, F. S.; TIERZO V. L.; HAUPTLI, L. Fontes de minerais orgânicos e inorgânicos para leitões desmamados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2163 - 2168, 2010.

MURAKAMI, M.; KUDO, I. Phospholipase A2. **Journal of Biochemistry**, Tokyo, v. 131, n. 3, p. 285-292, 2002.

OFFENBACHER, E. G.; SPENCER, H.; DOWLING, H.; PI-SUNYER, F. X. Metabolic chromium balances in men. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 44, n. 1, p. 77-82, 1986.

PAGE, T. G.; SOUTHERN, L. L.; WARD, T. L.; THOMPSON, D L. Effect of chromium picolinate on growing and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 656-662, 1993.

PECHOVA, A.; PAVLATA, L. Chromium as an essential nutrient: a review. **Veterinarni Medicina**, Praha, v. 52, n. 1, p. 1-18, 2007.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005.

PITTLER, M. H.; ERNST, E. Dietary supplements for body-weight reduction: a systematic review. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, p. 529-536, 2004.

PRESTES, J. A.; LIMA, I. L. Boas práticas na fabricação de rações, na produção e no abate de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 4., 2005. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005. p. 26-32.

PREUSS, H.G.; GROJEC, P.L.; LIEBERMAN S.; ANDERSON, R.A. Effects of different chromium compounds on blood pressure and lipid peroxidation in spontaneously hypertensive rats. **Clinical Nephrology**, v.47. p. 325-330, 1997

RAW, I. Mecanismo de ação da insulina. **Revista de Medicina**, São Paulo, v. 85, n. 4, p. 124-9, out./dez. 2006. Edição comemorativa.

RANHOTRA, G. S.; GELROTH, J. A. Effects of high chromium baker's yeast on glucose tolerance and blood lipids in rats. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 63, p. 411-413, 1986.

ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/Roca102.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2013a.

ROÇA, R. O. **Modificações post-mortem**. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/Roca105.pdf>>. Acesso em: 30 mar 2013b

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DE LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009.

- SANTOS, P. J. M. **Fisiologia do músculo esquelético**. Disponível em: <[http://www.fade.up.pt/fisiologiageral/\\_arquivo/musculo\\_esqueletico.pdf](http://www.fade.up.pt/fisiologiageral/_arquivo/musculo_esqueletico.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2011.
- SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K.; SILVA, L. C. **Características da carne suína**. 2007. Disponível em: <[http://www.agais.com/telomc/b00907\\_caracteristicas\\_carnesuina.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2013.
- SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 4, jul./ago. 2004.
- SCHWARZ, K.; MERTZ, W. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 85, p. 292-295, 1959.
- SHAW, F. D.; TUME, R. K. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents – a review of recent work. **Meat Science**, Oxford, v. 32, p. 311- 329, 1992.
- SILVA, E. G. B; BRACHT, A. M. K. Creatine, energetic function, metabolism and supplementation effects on sports. **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 27-33, 2001.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1998.
- SILVA, L. M. G. S. **Cromo na alimentação de frangos de corte**. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.
- SOARES, A. L.; MARCHI, D. F.; MATSUSHITA, M.; GUARNIERI, P. D.; DROVAL, A. A.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 6, p. 1513-1518, 2009.
- SOUZA, P. **Exigências atuais de bem-estar animal e sua relação com a qualidade da carne**. Disponível em: <[http://ag20.cnpia.embrapa.br/Repositorio/exigencias\\_atuais\\_de\\_bem\\_estar\\_animal\\_e\\_sua\\_relacao\\_com\\_qualidade\\_da\\_carne\\_000fz75urw702wx5ok0cpoo6agbfbiwd.pdf](http://ag20.cnpia.embrapa.br/Repositorio/exigencias_atuais_de_bem_estar_animal_e_sua_relacao_com_qualidade_da_carne_000fz75urw702wx5ok0cpoo6agbfbiwd.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2013.
- STEPS esclarece suas dúvidas. Disponível em: <<http://www.abatehumanitario.org/perguntas-frequentes/#chapter6>>. Acesso em: 20 abr. 2013.
- STOEKER, B. J. Chromium. In: SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. (Ed.). **Modern nutrition in health and disease**. 9. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams, 1999. p. 277-82.
- TERLOUW, C. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience - A brief review of recent findings. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 94, p. 125-135, 2005.

TOGHYANI, M.; KHODAMI, A.; GHEISARI, A.A. Effect of Organic and Inorganic Chromium Supplementation on Meat Quality of Heat-Stressed Broiler Chicks. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v.3, n.2, p.62-67, 2008.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Livestock and poultry**: world markets and trade. 2012. Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/livestock-poultry-ma/livestock-poultry-ma-04-17-2013.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2013.

VINCENT, J. B. The biochemistry of chromium. **Journal of Nutrition**, Springfield, v. 130, n. 4, p. 715-718, 2000.

VINCENT, J. B. Mechanisms of chromium action: lowmolecular- weight chromium-binding substance. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 18, n. 1, p. 6-12, 1999.

VIEIRA, S. L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 3., 2005, Cascavel. **Anais...** Cascavel, 2005. p. 153-172.

YAMAMOTO, A.; WADA, O.; ONO, T. Isolation of a biologically active low-molecular-mass chromium compound from rabbit liver. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 165, n. 3, p. 627-631, 1987.

WARRIS, P.D.; BROWN, S. N.; ADAMS, S. J.; CORLETT, I. K. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. **Meat Science**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 329-340, 1994.

WEBER, G. M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia, 2001. p. 403-417.

YAMAMOTO, A.; OSAMU, W.; MANABE, S. Evidence that chromium is an essential factor for biological activity of low-molecular-weight, chromium-binding substance. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Orlando, v. 63, n. 1, p. 189-193, 1989.

ZIMA, T.; MESTEK, O.; TESAR, V.; TESAROVA, P.; NEMECEK, K.; ZAK, A.; ZEMAN, M. Chromium levels in patients with internal diseases. **Biochemistry and Molecular Biology International**, Sydney, v. 46, n. 2, p. 365-74, 1998.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Mensurar o efeito da suplementação dietética de diferentes fontes de cromo para suínos na terminação, visando desempenho, qualidade de carcaça e carne. E analisar os parâmetros de estresse e qualidade da carne de suínos manejados em alto ou baixo de estresse.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

##### 3.2.1 Artigo I: Suplementação de diferentes fontes de cromo para suínos na terminação visando desempenho e qualidade de carcaça e carne

- Verificar o desempenho de suínos;
- Mensuração dos níveis de colesterol, triglicerídeos e glicose sanguínea;
- Analisar as características de carcaça;
- Avaliar os parâmetros físico-químicos da carne;
- Avaliar o índice de oxidação lipídica da carne.

##### 3.2.2 Artigo II: Efeito do manejo pré-abate de baixo ou alto nível de estresse nos parâmetros sanguíneos e na qualidade de carcaça e carne suína

- Avaliar o bem-estar animal através da condução dos suínos da área de espera do frigorífico até o local de insensibilização, realizando o manejo gentil ou agressivo (baixo e alto estresse, respectivamente);
- Verificar influência do manejo gentil ou agressivo nos parâmetros de estresse (cortisol e lactato);
- Analisar a qualidade de carne dos animais submetidos aos dois tipos de manejo.

#### 4 ARTIGO I: SUPLEMENTAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE CROMO PARA SUÍNOS NA TERMINAÇÃO VISANDO DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE

Segundo as Normas da Revista Brasileira de Zootecnia

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação dietética de diferentes fontes (inorgânica: sulfato de cromo e quelatada: cromo-metionina) na fase de terminação de suínos visando melhorias no desempenho animal e na qualidade de carcaça e carne. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados, utilizaram 44 suínos machos castrados, com peso médio inicial de  $60,49 \pm 5,12$  kg e os quais foram divididos em 4 blocos (animais mais pesados, pesados, leves e mais leves) de acordo com o peso inicial. As rações experimentais foram isenergéticas e isonutrientes, exceto para os níveis de cromo, sendo ração controle sem inclusão de cromo, ração controle com inclusão de 200 ppb de cromo inorgânico (sulfato de cromo) e ração controle com inclusão de 200 ppb de cromo quelatado (cromo-metionina). Nas análises de desempenho, a baia foi considerada a unidade experimental, sendo os tratamentos com ração controle sem inclusão de cromo e ração controle com inclusão 200 ppb de cromo quelatado compostos por 7 baias com 2 suínos e 1 baia com apenas 1 animal e o tratamento ração controle com inclusão 200 ppb de cromo inorgânico foi composto por 6 baias com 2 suínos e 2 baias com apenas 1 animal, totalizando 24 baias, 44 animais e 8 repetições por tratamento. Nas avaliações de carcaça e carne, cada animal constituiu uma unidade experimental, portanto o número de repetições para os tratamentos sem cromo, cromo inorgânico e cromo quelatado foram, respectivamente, 15, 14 e 15. Ao alcançarem peso vivo médio final de  $107,23 \pm 5,23$  kg foram abatidos. Em seguida foram feitas avaliações de parâmetros plasmáticos (colesterol, triglicerídeos e glicose) e no músculo *longissimus dorsi* foram avaliados os parâmetros de qualidade de carcaça (peso de carcaça quente e fria, rendimento de carcaça, área de olho de lombo, profundidade de músculo e espessura de toucinho) e de qualidade da carne (pH inicial, pH final, perda de água por gotejamento, cor, centesimal e oxidação lipídica). A suplementação de cromo-quelatado proporcionou maior ganho diário de peso apenas comparado aos animais que não foram suplementados com cromo, já a conversão alimentar foi melhor em comparação aos demais tratamentos, porém independente da fonte, o cromo proporcionou redução da oxidação lipídica das carnes.

**Palavras-Chave:** Conversão alimentar. Cromo inorgânico. Cromo-metionina. Ganho diário de peso. Glicose. Oxidação lipídica.

**ABSTRACT** – Having as objective to evaluate the dietetic supplementation from different sources (inorganic: chromium sulfate and chelated: chromium methionine) during the finisher period for swine in order to have improvements on the animal performance, on carcass and meat quality. The statistical design was randomized blocks, where 44 male castrated swine, having as initial weight  $60.49 \pm 5.12$  kg, was divided in 4 blocks (heavier, heavy, light and lighter) according the initial weight. The experimental diets were isoenergetics and isonutrients, with exception for chromium level, the treatments were divided as follow: control (without chromium), control feed + 200 ppb of inorganic chromium (chromium sulfate) and control feed + 200 ppb of chelated chromium (chromium-methionine). In the performance measures, the pen was considered the experimental unit, having the control

treatment and the chelated chromium treatment 7 pens with 2 animals and 1 pen with 1 animal and the inorganic chromium treatment was compound by 6 pens with 2 swines and 2 pens with 1 animal, having as total 24 pens, 44 animals and 8 repetitions by treatment. On the carcass and meat evaluation each animal constitute the experimental unit, therefore the number of repetitions by treatments control, inorganic chromium and chelated chromium was 15, 14 e 15, respectively. When the animals reach the final medium weight of  $107.23 \pm 5.23$  kg, they were sent to slaughter. Following were evaluated the plasmatic parameters (cholesterol, triglycerides and glucose), and on the *longissimus dorsi* muscle the carcass (cold and hot carcass weight, carcass yield, loin eye area, muscle dept and back fat thickness) and meat quality parameters (starter and finisher pH, drip loss, color, centesimal and lipid oxidation). The chelated chromium supplementation caused greater daily weight gain compared to only animals that were not supplemented with chromium, since feed conversion was better as compared to other treatments, but from source and the chromium also provide a reduction on lipid oxidation of swine meat.

**Key words:** Chromium-methionine. Daily weight gain. Feed conversion rate. Glucose. Inorganic chromium. Lipid oxidation

## INTRODUÇÃO

O baixo consumo da carne suína no Brasil comparado aos demais países, é resultado do preconceito, principalmente pelos consumidores a considerarem uma carne gordurosa. Assim, a demanda por carcaças e carnes mais magras vai de encontro com as preferências do mercado consumidor (Roppa, 2002).

Uma alternativa para melhorar a qualidade da carcaça e da carne suína é através da suplementação dietética de cromo (Spears, 2010).

A ação do cromo no metabolismo animal induz a maximização do estímulo da captação de glicose pelas células dos tecidos-alvo devido ao fator de tolerância à glicose (GTF) (Gomes; Rogero; Tirapegui, 2005). Isto proporcionou maior aporte de glicose para estas células, levando a um aumento na deposição de carne magra na carcaça por incrementar a síntese protéica muscular (Park et al., 2009).

O cromo aparece na alimentação animal na forma inorgânica, todavia esta fonte apresenta baixa absorção pelo organismo animal (EFSA, 2012), isto ocorre porque, durante a digestão, esses compostos formam complexos insolúveis e também podem se aderir a carboidratos presentes na dieta, evitando sua absorção (Silva, 2007). Entretanto, essa absorção pode ser facilitada por outros nutrientes, como os aminoácidos metionina e histidina e a vitamina C (Garcia; Garns, 2004).

Íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica formam estruturas com características únicas de estabilidade e alta biodisponibilidade (AAFCO,

2000), logo, os minerais quelatados apresentam maior biodisponibilidade quando comparados aos minerais inorgânicos.

Em virtude destas características, o cromo influencia positivamente o desempenho animal por melhorar o ganho de peso, além de se verificar seus efeitos sobre a qualidade da carne, reduzindo a oxidação lipídica, em razão de atuar no “controle” da formação de radicais livres (Preuss et al., 1997).

Com este trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação dietética de diferentes fontes de cromo para suínos na terminação, visando melhorias no desempenho animal e na qualidade de carcaça e carne.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Número de protocolo: 4072.2012.63), em 8 de maio de 2012.

O experimento foi conduzido no setor de suinocultura na Fazenda Escola e no Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal da Universidade Estadual de Londrina.

Foi aplicado o delineamento experimental em blocos completamente casualizados. Foram utilizados 44 suínos machos castrados, com peso médio inicial de  $60,49 \pm 5,12$  kg e em razão da variação de peso vivo ao início do experimento, estes foram divididos em 4 blocos (animais mais pesados, pesados, leves e mais leves) e ao final do experimento foram abatidos com peso médio final de  $107,23 \pm 5,23$  kg de peso vivo.

Os animais foram submetidos durante a fase de terminação a três tipos de dietas, sendo elas: ração controle sem inclusão de cromo; ração controle com inclusão 200 ppb de sulfato de cromo (fonte inorgânica) e ração controle com inclusão 200 ppb de cromo-metionina (fonte quelatada).

Nas análises de desempenho, a baia foi considerada a unidade experimental, sendo os tratamentos ração controle sem inclusão de cromo e ração controle com inclusão 200 ppb de cromo-metionina compostos por 7 baias com 2 suínos e 1 baia com apenas 1 animal e a ração controle com inclusão 200 ppb de sulfato de cromo foi composto por 6 baias com 2 suínos e 2 baias com apenas 1 animal, totalizando 24 baias, 44 animais e 8 repetições por tratamento. Nas avaliações de carcaça e carne, cada animal constituiu uma unidade experimental, portanto o número de repetições para os tratamentos ração controle sem

inclusão de cromo, ração controle com inclusão 200 ppb de sulfato de cromo e ração controle com inclusão 200 ppb de cromo-metionina foi de, respectivamente, 15, 14 e 15.

As rações experimentais ofertadas aos animais eram isoenergéticas e isonutrientes, exceto para o micromineral cromo e foram formuladas visando atender as exigências nutricionais mínimas estabelecidas pela Tabela Brasileira de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011). A composição da ração da fase de terminação encontra-se na Tabela 1.

Para fornecer a quantidade de 200 ppb de cromo para os animais suplementados, foi feito o cálculo de ajuste das quantidades a serem fornecidas conforme a fonte utilizada.

O ganho diário de peso, consumo diário de ração e a conversão alimentar dos animais foram mensurados para avaliar o desempenho dos animais.

**Tabela 1** – Composição percentual, química e energética da dieta experimental na fase de terminação

Ingredientes (%)	Sem Cromo	200 ppb Sulfato de Cromo	200 ppb Cromo Metionina
Milho	77,43	77,43	77,43
Farelo de soja 45%	20,08	20,08	20,08
Fosfato bicálcico	0,87	0,87	0,87
Calcário	0,59	0,59	0,59
Sal Comum	0,33	0,33	0,33
L-Lisina HCL 98%	0,32	0,32	0,32
Premix	0,3	0,3	0,3
DL-Metionina	0,08	0,08	0,08
Inerte (Fubá)	0,00002	0,00	0,00
Cromo	0,00	0,00002	0,00002
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00
Valores calculados			
Cálcio (%)	0,51	0,51	0,51
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3,23	3,23	3,23
Fibra Bruta (%)	2,57	2,57	2,57
Fósforo disponível (%)	0,25	0,25	0,25
Fósforo total (%)	0,46	0,46	0,46
Gordura (%)	3,03	3,03	3,03
Lisina total (%)	0,94	0,94	0,94
Metionina+cistina total (%)	0,56	0,56	0,56
Metionina total (%)	0,32	0,32	0,32
Proteína bruta (%)	15,53	15,53	15,53
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16
Triptofano total (%)	0,17	0,17	0,17

Vitamina A 720.000UI; Vitamina D3 144.000UI; Vitamina E 2.400 UI; Vitamina K3 216 mg; Vitamina B1 96 mg; Vitamina B2456 mg; Vitamina B6 96 mg; Vitamina B12 1.680 mcg; Niacina 2.400 mg; Ácido pantotênico 1.560 mg; Ácido fólico 60 mg; Manganês 5.400 mg; Zinco13,50 g; Ferro 10,50 g; Cobre 2.100 mg; Iodo 150 mg;Selênio 72 mg;Bacitracina de zinco 3.350 mg.

Para mensurar colesterol, triglicerídeos e glicose sanguíneos durante a avaliação do desempenho, os animais foram submetidos a jejum de 12 horas aproximadamente, sendo coletada uma amostra de 5 mL de sangue de cada animal em tubos sem anticoagulante para colesterol e triglicerídeos e com anticoagulante (fluoreto) para glicose no período inicial e final do experimento.

A determinação dos níveis de colesterol, triglicerídeos e glicose foi realizado conforme os métodos GPO-PAP Enzimático Colorimétrico, Enzimático Colorimétrico com Fator Clareante de Lipídeos (LCF) e GPO-PAP Enzimático Colorimétrico, respectivamente, através do kit Ebram no aparelho HITACHI 911.

O manejo pré-abate consistiu em retirar a ração cerca de 7 horas antes do embarque dos animais e estes foram mantidos apenas em dieta hídrica até o abate.

Os animais foram conduzidos com tábua de manejo até o caminhão e transportados ao frigorífico no dia anterior ao abate, no final da tarde, devido à temperatura ambiental mais amena.

Os suínos foram abatidos em frigorífico comercial na cidade de Rolândia – PR. O abate foi realizado de acordo com a legislação vigente, conforme as normas de Abate Humanitário (Brasil, 2000). O abate foi precedido de insensibilização via corrente elétrica, com o equipamento da marca Petrovina® IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se 350 volts e 1,3 ampéres, durante três segundos.

A sangria foi realizada através do corte dos grandes vasos, com os animais na posição vertical, suspensos pelo membro posterior.

Na linha de abate, posterior a sangria seguiu-se a escaldagem, *toilette*, evisceração, corte da carcaça longitudinalmente e pesagem das carcaças imediatamente após o abate para obtenção do peso de carcaça quente.

As carcaças foram resfriadas por 24 horas à  $2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , após foram pesadas para determinação do peso de carcaça fria. Posteriormente foram realizadas as avaliações de carcaça, conforme a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (1973).

Por meio dos valores de peso de carcaça quente em relação ao peso vivo no abate foi possível determinar o rendimento de carcaça, conforme citado por Bridi e Silva (2009).

Em cada meia carcaça esquerda foi realizada a mensuração de pH com uso de potenciômetro de inserção da marca Testo, modelo 205, introduzindo-o no músculo *longissimus dorsi* entre a penúltima e última costela, nos períodos de 45 minutos após abate e

de 24 horas de resfriamento das carcaças para determinação do pH inicial e final, respectivamente.

As meias carcaças esquerdas foram seccionadas entre a última vértebra torácica com a primeira lombar para efetuar as análises de determinação de área de olho de lombo, em seguida, mediu-se a profundidade do músculo *longissimus dorsi* e a espessura de gordura a 6 cm da linha média de corte conforme American Meat Science Association (2001).

Ao término das avaliações de carcaça, retirou-se uma porção de 30 cm de comprimento do músculo *longissimus dorsi* de cada meia carcaça esquerda, que foram identificadas, embaladas e transportadas em caixas térmicas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina para demais análises a serem realizadas.

No laboratório, o músculo *longissimus dorsi* foi dividido em 3 amostras no sentido caudal-cranial, primeira: cor e perda de água por gotejamento; segunda: oxidação lipídica, terceira: análise centesimal.

As amostras de cor, perda de água por gotejamento e oxidação lipídica foram submetidas às análises em laboratório 24 horas após o abate dos animais e demais amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, embaladas e congeladas para posterior análise.

A cor foi analisada através do aparelho colorímetro portátil MINOLTA® para avaliação dos componentes L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) pelo sistema CIELAB (Minolta, 1998).

A capacidade de retenção de água, determinada através da perda de água por gotejamento, foi realizada conforme técnica descrita por Boccard et al. (1981).

Para a avaliação da oxidação lipídica utilizou-se o método Indicativo de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), segundo Pikul et al. (1989).

Para a análise centesimal seguiu-se a metodologia da AOAC (Association Of Official Analytical Chemistry) (1995), obtendo os valores em porcentagem de matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo com base na matéria seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa SAEG versão 9.1 (2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis de peso inicial e final dos animais e consumo diário de ração não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2** – Médias e coeficientes de variação de peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) de suínos suplementados com cromo inorgânico ou quelatado na fase de terminação

	Sem cromo	200 ppb Cromo inorgânico*	200 ppb Cromo quelatado*	Significância	CV (%)
PI (Kg)	60,33	60,99	60,20	NS	3,47
PF(Kg)	106,84	107,36	107,50	NS	4,28
CDR (Kg)	3,17	3,13	3,11	NS	6,07
GDP (Kg)	1,13 b	1,12 ab	1,19 a	0,008	5,03
CA	2,80 b	2,79 b	2,61 a	0,010	5,62

Letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ); NS: não significativo; CV(%): coeficiente de variação; \*Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Sulfato de cromo); \*\*Cromo-metionina.

Lien et al. (2001) observaram que a suplementação de 200 e 400 ppb de picolinato de cromo aumentou o consumo diário de ração, diferentemente deste trabalho, o qual não detectou diferença entre nenhum dos tratamentos.

Almeida et al. (2010) constataram que a suplementação de 400 ppb de cromo-metionina, embora tenha reduzido o consumo diário de ração, não teve os demais parâmetros de desempenho influenciados. Entretanto Park et al. (2009) verificaram que não houve diferença no consumo diário de ração ao comparar o desempenho de animais suplementados com cromo inorgânico (cloreto de cromo) ou cromo quelatado (cromo-metionina), resultado semelhante ao observado neste trabalho.

O ganho diário de peso diferiu apenas entre os tratamentos em que os animais não foram suplementados com cromo e os que tiveram suplementação de cromo de fonte quelatada (cromo-metionina). A suplementação de cromo quelatado apresentou a melhor conversão alimentar quando comparada aos demais tratamentos.

Resultados de desempenho verificados até o momento, com relação a suplementação de cromo oriundo de fontes inorgânica ou quelatada para suínos são muito contraditórios, Khajarern et al. (2006) não verificaram a eficiência da suplementação de 200 e 400 ppb de cromo bisglicinato de nicotinamida na melhoria do desempenho de suínos. Page et

al. (1993) constataram que a suplementação de 200 ppb cloreto de cromo ou de 1,467 ppb de picolinato de cromo melhoraram o ganho diário de peso em relação ao grupo controle. Para Park et al. (2009) a suplementação de 200 ppb cromo-metionina, quando comparado dos tratamentos controle (sem cromo) e com suplementação de 200 ppb de cloreto de cromo, melhorou o ganho de peso.

Assim, o maior ganho de peso de suínos quando suplementados com cromo influencia no desenvolvimento dos tecidos musculares (Park et al., 2009), em virtude do aumento de captação de glicose pelas células sensíveis a insulina e esta energia adicional é combustível para síntese protéica, dando suporte para o crescimento tecidual (músculo) e a manutenção celular (Anderson e Kolozlovsky, 1985).

Os dados de parâmetros sanguíneos de colesterol, triglicerídeos, glicose, podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3** – Médias e coeficientes de variação do colesterol inicial (COLi), colesterol final (COLf), triglicerídeos inicial (TRIGi), triglicerídeos final (TRIGf), glicose inicial (GLi), glicose final (GLif) de suínos suplementados com cromo inorgânico ou quelatado na fase de terminação

	Sem cromo	200 ppb Cromo inorgânico*	200 ppb Cromo quelatado**	Significância	CV (%)
COLi (mg/dL)	87,36	93,07	93,93	NS	11,72
COLf (mg/dL)	107,5	110,36	113,43	NS	10,37
TRIGi (mg/dL)	51,67	48,64	58,27	NS	34,37
TRIGf (mg/dL)	115,70	96,75	95,80	NS	26,87
GLi (mg/dL)	98,20	99,79	102,13	NS	12,44
GLif (mg/dL)	103,58 b	94,82 a	94,78 a	0,030	8,68

Letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ); NS: não significativo; CV(%): coeficiente de variação; \*Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Sulfato de cromo); \*\*Cromo-metionina.

Não se verificou diferença estatística para os níveis de colesterol e triglicerídeos entre os tratamentos avaliados ao início e final do experimento. Este é um resultado contraditório ao que se presumia, pois o cromo deveria atuar sobre o metabolismo lipídico, por meio do aumento da atividade da enzima lipase lipoprotéica, reduzindo colesterol total e triglicerídeos (Amoikon et al., 1995).

Marangon e Fernandes (2005) evidenciaram que apenas os animais que não receberam suplementação de cromo, seja na forma inorgânica ou quelatada, apresentaram os

níveis de colesterol e triglicerídeos aumentados ao final do período experimental, visto que o sintoma típico de deficiência de cromo em mamíferos é elevação de colesterol e triglicerídeos.

Para o nível de glicose sanguínea final, constatou-se diferença significativa entre os tratamentos, havendo redução desta nos animais que foram suplementados tanto com cromo inorgânico ou quelatado, comparado ao grupo não suplementado.

A redução do nível de glicose plasmática pode ser explicada pela ativação do “fator de tolerância à glicose” (GTF) em presença do cromo no citosol, potencializando a ação da insulina, devido maximização da fluidez da membrana celular, aumentando a sensibilidade da célula à glicose (Evans e Bowman, 1992), resultando em diminuição da concentração de glicose plasmática.

Analisando os dados de peso de carcaça quente e peso de carcaça fria não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos estudados, conseqüentemente o rendimento de carcaça, seguiu o mesmo comportamento. E os parâmetros de profundidade de músculo, área de olho de lombo e espessura de toucinho também não diferiram entre os tratamentos (Tabela 4).

**Tabela 4** –Médias e coeficientes de variação de peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça (RC), área de olho de lombo (AOL), profundidade do músculo (PM) e espessura de toucinho (ET) de suínos suplementados com cromo inorgânico ou quelatado na fase de terminação

	Sem Cromo	200 ppb Cromo inorgânico*	200 ppb Cromo quelatado**	Significância	CV (%)
PCQ (Kg)	81,04	80,54	80,91	NS	3,801
PCF (Kg)	78,73	78,98	78,82	NS	4,414
RC (%)	75,73	75,39	75,39	NS	1,933
AOL (cm <sup>2</sup> )	41,18	40,63	41,20	NS	10,869
PM (mm)	61,06	60,84	61,15	NS	8,687
ET (mm)	15,59	15,50	14,99	NS	20,775

NS: não significativo; CV(%): coeficiente de variação; \*Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Sulfato de cromo); \*\*Cromo-metionina.

Lindemann et al. (1995), Lien et al. (2001), Xi et al. (2001) e Ohh e Lee (2005) verificaram efeitos positivos da suplementação de cromo nas características de carcaça suína, diferentemente de Mooney e Cromwell (1995), Mooney e Cromwell (1997), Lima e Guidoni (1999), Almeida et al. (2010) que mostraram não haver qualquer efeito do cromo-metionina nas características de carcaça de suínos.

A ausência de diferença estatística para pesos de carcaça quente e fria e rendimento de carcaça são provavelmente devido ao peso vivo final, o qual não diferiu entre os tratamentos, e que possivelmente também influenciou nos resultados de área olho de lombo, profundidade de músculo e espessura de toucinho.

O pH inicial e final não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 5), estando de acordo com os dados de Matthews et al. (2003) e Matthews et al. (2005), suplementando suínos com picolinato de cromo e Toghyani et al. (2008) avaliando a carne de frangos, também não observaram efeito dos tratamentos com suplementação de cromo inorgânico ou quelatado sobre o pH.

**Tabela 5** –Médias e coeficientes de variação de pH inicial (pHi), pH final (pHf), perda de água por gotejamento (PAG), luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), força de cisalhamento (FC), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) na carne oriunda de suínos suplementados com cromo inorgânico ou quelatado na fase de terminação

	Sem cromo	200 ppb Cromo inorgânico*	200 ppb Cromo quelatado**	Significância	CV (%)
pHi	6,39	6,45	6,33	NS	3,70
pHf	5,74	5,73	5,74	NS	1,53
PAG (%)	1,14	0,88	0,96	NS	59,27
L*	55,05	54,76	55,45	NS	5,23
a*	4,77	4,07	3,74	NS	40,24
b*	10,70	10,35	10,62	NS	13,04
MS (%)	26,23	26,29	26,49	NS	3,96
MM (%)	0,96	1,00	0,95	NS	13,06
PB (%)	23,57	24,16	23,80	NS	7,81
EE (%)	1,87	1,70	1,67	NS	38,06

NS: não significativo; CV(%): coeficiente de variação; \*Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Sulfato de cromo); \*\*Cromo-metionina.

A perda de água por gotejamento não se mostrou estatisticamente diferente entre os três tratamentos (Tabela 5), Boleman et al. (1995) e Jackson et al. (2009) também observaram que não houve diferença significativa para a perda de água por gotejamento quando houve suplementação de cromo para suínos. Entretanto O'Quinn et al. (1998) e Matthews et al. (2005) verificaram que a suplementação de cromo quelatado melhorou a capacidade de retenção de água.

A variável cor não foi influenciada pelos diferentes tratamentos (Tabela 5), resultados semelhantes aos de Matthews et al. (2005) e Almeida et al. (2010) ao avaliar o uso de cromo quelatado.

O pH apresenta influência sobre a perda de água e a cor, havendo uma relação inversa, pois a medida que diminui o pH, aumenta a perda por gotejamento, devido a desnaturação de proteínas musculares, com consequente mudança na permeabilidade da membrana celular (Hertog-Meischke et al., 1997). E a variação da cor, sofre influência da perda de água.

Desta maneira, podemos afirmar que em consequência da não diferenciação do pH inicial entre os tratamentos estudados, a perda de água por gotejamento e a cor das carnes avaliadas não poderiam mostrar-se diferentes entre si.

Quanto à composição centesimal da carne, não foi constatado diferença estatística entre eles (Tabela 5). Mooney e Cromwell (1997) e Van de Ligt et al. (2002) também observaram que a matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo não diferiram entre os tratamentos avaliados.

Entretanto Boleman et al. (1995) relataram que animais alimentados com picolinato de cromo apresentaram redução da porcentagem de gordura, estando estes resultados de acordo com o efeito esperado do cromo, que é o aumento quantidade de carne magra na carcaça em detrimento da diminuição da porcentagem de gordura, fato explicado por sua capacidade de promover maior captação de glicose pelas células-alvo, evitando que o tenha excesso de glicose plasmática, a qual poderá ser convertida em gordura (Gomes; Rogero; Tirapegui, 2005).

A suplementação de cromo foi eficiente na redução da oxidação lipídica em ambos os períodos de refrigeração avaliados (Tabela 6). Após 24 horas de refrigeração verificou-se que a carne oriunda de animais sem a suplementação de cromo, mostrou-se mais oxidada que a carne dos animais suplementados com cromo inorgânico ou quelatado, os quais não diferiram entre si. Nas carnes mantidas refrigeradas por três dias, pode-se comprovar a continuidade do efeito positivo do cromo quelatado na redução da oxidação lipídica na carne de animais suplementados com cromo quelatado, que diferiu do grupo controle, mas não do grupo suplementado com cromo inorgânico. Entretanto a oxidação lipídica para o grupo suplementado com cromo inorgânico não diferiu do grupo controle, com três dias de refrigeração.

**Tabela 6** –Médias e coeficientes de variação para os valores de oxidação lipídica (TBARS) em mg de TBARS/Kg de amostra nos tempos 24 horas e 3 dias de refrigeração após abate de suínos suplementados com cromo inorgânico ou quelatado na fase de terminação

Tempo de armazenamento	Sem cromo	200 ppb Cromo inorgânico*	200 ppb Cromo quelatado**	Significância	CV (%)
mg TBARS/Kg de amostra					
24 horas	0,09 b	0,05 a	0,06 a	0,022	39,35
3 dias	0,43 b	0,36 ab	0,32 a	0,004	18,75

Letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ); NS: não significativo; CV(%): coeficiente de variação; \*Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (Sulfato de cromo); \*\*Cromo-metionina.

Neste trabalho verificou-se que o nível de glicose foi superior para o grupo de animais não suplementados com cromo e geralmente, o acentuado metabolismo da glicose na hiperglicemia está associado à formação maximizada de radicais livres (Schneider e Oliveira, 2004).

A formação dos radicais livres decorre a partir dos AGEs (Advanced Glycation End-products), formados durante a glicação, onde a molécula de açúcar em excesso se adere a uma molécula de proteína (colágeno, elastina, dentre outras), originando-os. Os AGEs são um complexo “açúcar-proteína”, os quais formam os radicais livres, desencadeando o estresse oxidativo, visto que estes apresentam a capacidade de modificar as propriedades químicas e funcionais das mais diversas estruturas biológicas (Bierhaus et al., 1998; Jakus e Rietbrock, 2004).

O cromo associado a outras moléculas agem sob a forma de um complexo orgânico denominado “fator de tolerância à glicose” (GTF), apresentando efeito de amplificação do sinal da insulina (Schwartz e Mertz, 1959).

Uma possível explicação para o efeito do cromo na redução da oxidação lipídica na carne proveniente de animais suplementados com este mineral, é que a potencialização da insulina reduz o excesso de glicose circulante, conseqüentemente menor quantidade de AGEs é formada, resultando em menos radicais livres agindo sobre as estruturas biológicas, minimizando a susceptibilidade à oxidação lipídica destas carnes.

## CONCLUSÃO

A suplementação de cromo-metionina proporcionou maior ganho diário de peso apenas comparado aos animais que não foram suplementados com cromo, já a conversão alimentar foi melhor em comparação aos demais tratamentos, mas independente da fonte, o cromo proporcionou redução da oxidação lipídica das carnes.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, V. V.; Berenchtein, B.; Costa, L. B.; Tse, M. L. P.; Braz, D. B. and Miyada, V. S. 2010. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:1969-1977.
- AMSA – American Meat Science Association. 2001. *Handbook Meat Evaluation*. University of Wyoming, Laramie.
- Amoikon, E. K.; Fernandez, J. M.; Southern, L. L.; Junior Thompson, D. L.; Ward, T. L. and Olcott, B. M. 1995. Effect of chromium tripicolinato on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. *Journal of Animal Science* 73:1123-1130.
- Anderson, R. A. and Kolozlovsky, A. S. 1985. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. *American Journal of Clinical Nutrition* 41:1177-1183.
- ABCS – Associação Brasileira De Criadores De Suínos. 1973. **Métodos Brasileiro de classificação de carcaças**. 2<sup>nd</sup> ed. ABCS: Estrela.
- AAFCO – Association Of American Feed Control Official. 2000. AAFCO, Atlanta.
- AOAC – Association Of Official Analytical Chemistry. 1995. *Official methods of analysis*. 16<sup>th</sup> ed. AOAC International, Arlington.
- Bierhaus, A.; Hofman, M. A.; Ziegler, R. and Nawroth, P. P. 1998. AGEs and their interaction with AGE-receptors in vascular disease and diabetes mellitus. I. The AGE concept. *Cardiovascular Research* 37:586-600.
- Boccard, R.; Buchter, L.; Casteels, E.; Cosentino, E.; Dransfield, E.; Hood, D. E.; Joseph, R. L.; Macdougall, D. B., Rhodes, D. N.; Schön, I.; Tinbergen, B. J. and Touraille, C. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities' (CEC) beef production research programme. *Livestock Production Science* 8:385-397.
- Boleman S. L.; Boleman, S. J.; Bidner, T. D.; Southern, L. L.; Ward, T. L.; Pontif, J. E. and Pike M. M. 1995. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs. *Journal of Animal Science* 73:2033-2042.

Brazil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 3, de 17 de Janeiro de 2000. 2000. Aprovar o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Available at: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Accessed on: Apr. 20, 2013.

Bridi, A. M. and Silva, C. A. Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína. 2009. Midiograf, Londrina.

EFSA – European Food Safety Authority Scientific Opinion on ChromoPrecise® cellular bound chromium yeast added for nutritional purposes as a source of chromium in food supplements and the bioavailability of chromium from this source. European Food Safety Authority Journal 10:1-27, 2012.

Evans, G. W. and Bowman, T. D. 1992. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. *Journal of Inorganic Biochemistry* 46: 243-250.

Garcia, A. G. and Garns, P. M. 2004. Papel del cromo y del cinc en el metabolismo de la insulina. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social* 42:347-352.

Gomes, M. R.; Rogero, M. M. and Tirapegui, J. 2005. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. *Revista Brasileira Medicina do Esporte* 11:262-266.

Hertog-Meischke, M. J. A.; Laack, R. J. L. M. and Smulders, F. J. M. 1997. The waterholding capacity of fresh meat. *The Veterinary Quarterly* 19:175-181.

Jackson, A. R.; Powell, S.; Johnston, S. L.; Matthews, J. O.; Bidner, T. D.; Valdez, F. R. and Southern, L. L. 2009. The effect of chromium as chromium propionate on growth performance, carcass traits, meat quality, and the fatty acid profile of fat from pigs fed no supplemented dietary fat, choice white grease, or tallow. *Journal of Animal Science* 87:4032-4041.

Jakus, V. and Rietbrock, N. 2004. Advanced glycation end products and the progress of diabetic vascular complications. *Physiological Research* 53:131-42.

Khajareen, J.; Khajaren, S.; Ashmead, H. D. and Ashmead, S. D. 2006. The effect of chromium bisglycinate-nicotinamide chelate supplementation on growth and carcass quality in growing and finishing pigs. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* 4:193-199.

Lien, T. F.; Wu, C. P.; Wang, B. J.; Shiao, M. S.; Shiao, T. Y.; Lin, B. H.; Lu, J. J. and Hu, C. Y. 2001. Effect of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs. *Animal Science* 72:289-296.

Lima, G. L. M. M. and Guidoni, A. L. 1999. Níveis de cromo-ácido nicotínico em dietas de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34:433-439.

Lindemann, M. D.; Wood, C. M.; Harper, A. F.; Kornegay, E. T. and Anderson, R. A. 1995. Dietary chromium picolinate additions improve gain:feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *Journal of Animal Science* 73:457-465.

- Marangon, A. F. C. and Fernandes, L. G. M. 2005. O uso do picolinato de cromo como coadjuvante no tratamento da diabetes mellitus. *Ciência da Saúde* 3:253-260.
- Matthews, J. O.; Higbie, A. D.; Southern, L. L.; Coombs, D. F.; Bidner, T. D. and Odgaard, R. L. 2003. Effect of chromium propionate and metabolizable energy on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 8:191-196.
- Matthews, J. O.; Guzik, A. C.; Lemieux, F. M.; Southern, L. L. and Bidner, T. D. 2005. Effects of chromium propionate on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 83:858-862.
- Minolta, K. 1998. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Japan.
- Mooney, K. W. and Cromwell, G.L. 1997. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. *Journal of Animal Science* 75:2661-2671.
- Mooney, K. W. and Cromwell, G. L. 1995. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on growth, carcass characteristics, and accretion rates of carcass tissues in growing-finishing swine. *Journal of Animal Science* 3351-3357.
- O'Quinn, P.R.; Smith, J. W. I.; Owen, K. Q.; Blum, S. A.; Nelssen, J. L.; Tokach, M. D. and Goodband, R. D. 1988. Effects of source and level of added chromium on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 76:166-171.
- Ohh, S. J. and Lee, J. Y. 2005. Dietary chromium-methionine chelate supplementation and animal performance. *Journal of Animal Science* 18:898-907.
- Page, T. G.; Southern, L. L. and Ward, T. L. 1993. Effect of chromium picolinate on growing and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 71:656-662.
- Park, J. K.; Lee, J. Y.; Chae, B. J. and Ohh, S. J. 2009. Effects of different sources of dietary chromium on growth, blood profiles and carcass traits in growing-finishing pigs. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences* 22:1547-1554.
- Pikul, J.; Leszczynski, D. E. and Kummerow, F. A. 1989. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chickens meat. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 37:1309-1313.
- Preuss, H. G.; Grojec, P. L.; Lieberman S. and Anderson, R. A. 1997. Effects of different chromium compounds on blood pressure and lipid peroxidation in spontaneously hypertensive rats. *Clinical Nephrology* 47: 325-330.
- Roppa, L. 2002. Carne suína: mitos e verdades. Available in: <<http://www.porkworld.com.br>>. Accessed on: Apr. 30 2013.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S. and Barreto, S. L. T. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3<sup>rd</sup> ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Schwarz, K. and Mertz, W. 1959. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. Archives of Biochemistry and Biophysics 85:292-295.

Silva, L. M. G. S. 2007. Cromo na alimentação de frangos de corte. 2007. Dissertação (M.Sc.) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Maringá.

Spears, J. 2010. Chromium in animal nutrition. Available at: <<http://www.saltinstitute.org/wp-content/uploads/2013/09/1st-quarter-STM.pdf>>. Accessed on: Feb. 5, 2014.

Toghyani, M.; Khodami, A. and Gheisari, A. A. 2008. Effect of Organic and Inorganic Chromium Supplementation on Meat Quality of Heat-Stressed Broiler Chicks. American Journal of Animal and Veterinary Sciences 3:62-67.

Universidade Federal De Viçosa - UFV. 2007. SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas – Versão 9.1. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Van De Ligt, C. P. A.; Lindemann, M. D. and Cromwell, G. L. 2002. Assessment of chromium tripicolinate supplementation and dietary protein level on growth, carcass, and blood criteria in growing pigs. Journal of Animal Science 80:412-2419.

Xi, G.; Xu, Z.; Wu, S. H. And Shijiang, C. 2001. Effect of chromium picolinate on growth performance, carcass characteristics, serum metabolites and metabolism of lipid in pigs. Journal of Animal Science 14:258-262.

## 5 ARTIGO II: EFEITO DO MANEJO PRÉ-ABATE DE BAIXO OU ALTO NÍVEL DE ESTRESSE NOS PARÂMETROS SANGUÍNEOS E NA QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE SUÍNA

Segundo as Normas da Revista Brasileira de Zootecnia

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso da tábua de manejo nos parâmetros de estresse e de qualidade da carne suína. Foram utilizados 44 animais de linhagem comercial, os quais ao atingirem peso de  $107,23 \pm 5,23$  kg seguiram para abate. Na área de espera do frigorífico os animais foram distribuídos ao acaso em dois grupos, sendo eles animais não estressados e animais estressados, conduzidos com ou sem a tábua de manejo, respectivamente. Após o abate foi realizada coleta de sangue para determinação de cortisol e lactato, e mensurado nas carcaças o pH inicial e valor de R. Após 24 horas de resfriamento, mensurou-se pH final na carcaça, avaliou-se o grau de lesão das carcaças e coleta de amostras do músculo *longissimus dorsi* para avaliar cor, perda de água por gotejamento, perda de líquidos por descongelamento e cocção, força de cisalhamento e oxidação lipídica. Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey 10%. Verificou-se que o cortisol, lactato, valor de R e pH inicial apresentaram-se reduzidos nos animais conduzidos com a tábua de manejo, entretanto as demais variáveis como pH final, perda de água por gotejamento, perda de líquidos no descongelamento e na cocção, força de cisalhamento, oxidação lipídica e cor não mostraram-se diferentes estatisticamente. Conclui-se que a utilização da tábua de manejo para condução dos suínos no manejo pré-abate mostrou ser eficiente na redução do estresse e no grau de lesão das carcaças, porém não influenciou na qualidade da carne.

**Palavras-chave:** Cortisol. Lactato. Oxidação lipídica. pH. Valor de R

**ABSTRACT** – The goal of this study was to evaluate the use of handling board in the pre slaughter moment handling of pigs and the consequences on stress parameters and meat quality. Forty-four animals of a commercial lineage were used, with a mean weight of  $107.23 \pm 5.23$  kg. At lairage the animals were randomly divided into two groups (unstressed and stressed, handled respectively with and without the board). After the slaughter there was collected blood in order to determinate the cortisol and lactate seric level and in the carcasses was measured the initial pH and the R value. After 24 hours of cooling process, there was measured the final pH on the carcasses, was made the evaluation from degree of lesions and there was collected the *longissimus dorsi* muscle to evaluate the color, water holding capacity and shear force and lipid oxidation. The results were evaluated through analysis of variance and the means were compared through the Tukey's test at 10%. We found that cortisol, lactate, R-value and initial pH were lower in animals handled with the handling board, whereas ultimate pH, drip loss, liquid loss on defrosting and cooking, shear force, lipid oxidation and color were not significantly affected. The pre-slaughter handling of pigs (from the lairage to the stunning place) with handling board was effective in reducing stress, resulting in fewer injured carcasses and higher pH values when compared to the stressed group. Other measured characteristics of the meat were not affected.

**Keywords:** Cortisol. Lactate. Lipid oxidation. pH. Pigs. R-value

## INTRODUÇÃO

A maioria dos consumidores estão cada vez mais preocupados com o bem-estar dos animais, ou seja, com as condições de criação e manejo dos suínos, sugestionando interrelação entre bem-estar animal, qualidade da carne suína e sua aceitabilidade (Muchenje e Ndou, 2011).

O manejo dos animais direcionados ao abate é composto por uma série de fatores que não são comuns, suscitando estresse nos mesmos. O manejo pré-abate consiste no manejo realizado nas propriedades, no transporte (embarque/deslocamento/ desembarque), espera dos animais no frigorífico e condução à insensibilização para serem abatidos.

Portanto, essas atividades devem ser bem planejadas e conduzidas para minimizar o estresse (Paranhos da Costa et al., 2002).

A qualidade da carne apresenta uma associação direta com o manejo pré-abate (Pereira, 2006) e mesmo os animais que tiveram os melhores tratamentos zootécnicos nas propriedades, podem ter a qualidade da sua carne comprometida, se o manejo pré-abate não for realizado de maneira adequada (Bonfim, 2003).

Falhas no manejo pré-abate podem desenvolver carcaças com anomalias, conhecidas por PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e DFD (*Dark, Firm, Dry*) e estas são frequentemente rejeitadas pelos consumidores devido à carne ter cor pouco atrativa e pela indústria de transformação devido a problemas de industrialização (Kauffman et al., 1978).

Com vistas a minimizar o comprometimento do bem-estar animal no período pré-abate e da qualidade da carne, tanto produtores quanto frigoríficos, estão investindo em novas técnicas de manejo, instalações e equipamentos adequados, a fim de resultar em diminuição do estresse dos animais (Goettems, 2011).

Um bom exemplo é o uso da tábua de manejo para condução dos suínos, que se manejados por pessoas treinadas e de maneira correta, minimizará o estresse gerado (Dalla Costa et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso da tábua de manejo nos parâmetros de estresse e de qualidade da carne suína, através da indução de manejos de baixo ou alto estresse nos suínos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola e no Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal da Universidade Estadual de Londrina.

Utilizaram-se 44 suínos machos castrados, abatidos com peso médio final de  $107,23 \pm 5,23$  kg. O delineamento experimental foi em inteiramente casualizados, sendo que cada animal foi considerado a unidade experimental para as avaliações bioquímicas de sangue e de carcaça e carne.

O manejo pré-abate teve início nas instalações no setor de suinocultura da Universidade Estadual de Londrina, os animais foram mantidos apenas em dieta hídrica até o abate, visto que houve retirada da ração 7 horas antes do embarque e o abate ocorreu 14 horas depois, perfazendo período total de jejum até o abate de 21 horas.

Os animais foram conduzidos com tábua de manejo até o caminhão e transportados para frigorífico distante 22 Km do local do experimento no dia anterior ao abate, no período da tarde, devido à temperatura ambiental mais amena.

Na chegada ao frigorífico os animais foram separados em grupos de 22 animais em baias de  $13,2 \text{ m}^2$ , com piso de concreto e dois bebedouros tipo “chupeta” a disposição dos animais.

No dia do abate, os suínos foram submetidos a dois tipos de manejo pré-abate durante a condução das baias de espera até a insensibilização. Os animais foram conduzidos por um corredor de 0,95 m de largura, piso de concreto com ranhuras (Figura 8) e a inclinação do corredor é de  $9^\circ$  (Figura 9). A tábua de manejo utilizada era de madeira e revestida por plástico, pesando 7,5 kg e dimensões de 0,80 m (largura)x 0,60 m (altura) (Figura 10).

**Figura 8** – Piso do corredor



**Fonte:** O autor (2013)

**Figura 9** – Inclinação do corredor do frigorífico



Fonte: O autor (2013)

**Figura 10** – Tábua de manejo



Fonte: O autor (2013)

Os tratamentos experimentais foram:

- Animais manejados com baixo estresse: Conduzidos até o local de insensibilização em pequenos grupos de 4 animais em média, de maneira calma, sem gritarias ou uso de materiais que pudessem ferí-los. Utilizou-se a tábua de manejo, estando sempre o manejador posicionado atrás dos suínos. Foi permitido o contato com o suíno, através de toque das mãos no flanco do animal, procedendo um manejo eficiente, com boa fluidez dos animais, sem paradas extensas.

- Animais manejados com alto estresse: Conduzidos todos os 22 animais em um único grupo ao local de insensibilização, originando aglomerações e conseqüentemente os animais colocaram-se em comportamento mais agitado, estressado e com tendências de resposta de confronto com o manejador. Não foi realizado o manejo com a

tábua, existiam 3 manejadores, o primeiro se posicionava a frente, o segundo entre os animais e o terceiro logo após o grupo, para reagrupar os animais que desgarravam dos demais.

Os suínos foram abatidos em frigorífico comercial na cidade de Rolândia – PR. O abate foi realizado de acordo com a legislação vigente, conforme as normas de Abate Humanitário (Brasil, 2000). O abate foi precedido de uma insensibilização via corrente elétrica, com o equipamento da marca Petrovina® IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se 350 volts e 1,3 ampéres, durante três segundos. A sangria foi realizada através do corte dos grandes vasos, com os animais na posição vertical, suspensos pelo membro posterior.

Para avaliação do índice fisiológico de estresse, imediatamente após o início da sangria, foram coletadas duas amostras de sangue por animal para determinação de cortisol (sangue coletado em tubos de 5 mL sem anticoagulante) e lactato (sangue coletado em tubos de 5 mL com anticoagulante – fluoreto), mensurados pelas metodologias Quimiluminescência (Kit Cortisol da Beckman Coulter, mensurado no Aparelho DxI da marca Beckman Coulter) e Cinético Enzimático Automático (Kit Ácido Láctico da Beckman Coulter, mensurado no Aparelho AU680 da marca Beckman Coulter), respectivamente. Em seguida estas amostras de sangue foram enviadas à laboratório comercial.

Na linha de abate, posterior a sangria, seguiu-se a escaldagem, *toilette*, evisceração e corte da carcaça longitudinalmente.

Foi retirada uma amostra de 2 cm<sup>2</sup> do músculo *semitendinosus*, 45 minutos após o abate para a determinação do Valor de R, segundo metodologia de Honikel e Fischer (1977), avaliada pela relação [IMP]/[ATP].

Mensurou-se o pH com uso de potenciômetro digital de inserção da marca Testo, modelo 205, introduzindo-o no músculo *longissimus dorsi* entre a penúltima e última costelas, das meias carcaças esquerdas 45 minutos após abate.

Após resfriamento das carcaças por 24 horas à 2°C ± 2°C, mensurou-se o pH 24 horas e procederam-se a avaliação do grau de lesão das carcaças, com o auxílio de um padrão fotográfico, em que o grau da lesão foi avaliado em cinco categorias: (1) nenhuma lesão, (2) ligeiramente lesionada, (3) levemente lesionada, (4) moderadamente lesionada e (5) severamente lesionada (MLC, 1985)

As meias carcaças esquerdas foram seccionadas entre a penúltima e última vértebra torácica e no sentido caudal-cranial retirou-se uma porção de 30 cm de comprimento do músculo *longissimus dorsi* de cada meia carcaça, as quais foram identificadas, embaladas e

transportadas em caixas térmicas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina para serem analisadas posteriormente.

No laboratório, o músculo *longissimus dorsi* foi dividido em 3 amostras no sentido caudal-cranial, primeira: cor e perda de água por gotejamento; segunda: oxidação lipídica; terceira: perda de líquido no descongelamento, perda de líquido na cocção e força de cisalhamento (maciez).

As amostras de cor, perda de água por gotejamento e valor de R e oxidação lipídica foram submetidas às análises em laboratório 24 horas após o abate dos animais e demais amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, embaladas e congeladas para posterior análise.

A cor foi analisada através do aparelho colorímetro portátil MINOLTA® para avaliação dos componentes L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) pelo sistema CIELAB (Konica Minolta, 1998). Os valores de a\* e b\* foram utilizados para calcular tonalidade (h\*) e croma (c\* - Índice de saturação), a partir das equações  $h^* = \tan^{-1}(a^*/b^*)$  e  $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , respectivamente.

A perda de água por gotejamento foi determinada através da técnica descrita por Boccard et al. (1981).

A classificação das carnes em normal, PSE (*pale, soft, exudative*), DFD (*dark, firm, dry*) ou Normal foi efetuada através das metodologias propostas por Warner et al. (1997) e Channon et al. (2000) descritos por Bridi e Silva (2009).

Para a avaliação da oxidação lipídica utilizou-se o método Indicativo de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS), segundo Pikul et al. (1989).

Conforme metodologia citada por Bridi e Silva (2009) para verificar as perdas de líquidos, as amostras foram pesadas congeladas, após permaneceram por 24 horas em refrigerador a temperatura de  $\pm 4^\circ\text{C}$ , as pesou-se novamente para obtenção da perda de líquido no descongelamento, em seguida estas amostras foram assadas em forno elétrico pré-aquecido a  $180^\circ\text{C}$  até atingirem a temperatura interna de  $72^\circ\text{C}$  e armazenadas por mais 24 horas a  $\pm 4^\circ\text{C}$ , pesaram-se as amostras e mensurou-se a perda de líquido na cocção.

As amostras do músculo *longissimus dorsi* assadas para a determinação da perda de líquido na cocção, foram usadas para realizar a análise de maciez da carne, segundo Whipple et al. (1990). Retiraram-se seis sub-amostras cilíndricas de aproximadamente 1,25 cm de espessura e 2,5 cm de altura, as quais foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro CT3 Brookfield Texture Analyzer.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey à 10%, utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Suínos manejados com baixo nível de estresse da área de espera do frigorífico até a insensibilização apresentaram níveis inferiores de cortisol e lactato, quando comparados aos que foram submetidos ao manejo de alto estresse (Tabela 1).

**Tabela 1** – Médias e coeficientes de variação observados para os parâmetros cortisol, lactato, pH inicial (pHi), pH final (pHf) e Valor de R de suínos manejados com baixo ou alto nível de estresse

	Baixo estresse	Alto estresse	Significância	CV (%)
Cortisol (mg/dL)	6,55	8,58	0,011	32,803
Lactato (mg/dL)	12,10	16,12	0,020	28,497
pHi	6,48	6,37	0,071	3,068
pHf	5,76	5,73	NS	1,534
Valor de R	0,87	1,16	0,001	21,529

Valores diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ); NS: não significativo; CV(%): coeficiente de variação

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Brown et al. (1998) e Warriss e Brown (2000) e onde os suínos que foram submetidos à alto estresse tiveram maiores valores de cortisol e lactato.

Para avaliar o nível de estresse de animais tanto nas propriedades quanto no pré-abate, muito se tem utilizado a quantificação do cortisol sérico em animais que foi submetido ao estresse do manejo do sistema de produção ou no pré-abate (María et al., 2004). A liberação de cortisol está relacionada ao estresse psicológico e de lactato ao estresse físico sofrido pelos animais (Warriss et al., 1994).

No manejo pré-abate os animais sofrem intenso estresse, interferindo grandemente o seu bem-estar, provocando alterações nos níveis de cortisol e lactato, como consequência dessas mudanças, a qualidade da carne pode ser afetada (D'Eath et al., 2010).

Shaw e Tume (1992) sugeriram que ao se comparar dois tratamentos em relação ao estresse, o grupo que apresentar nível de cortisol com valor médio inferior, seja adotado como o menos estressante. Sendo assim, podemos concluir que o uso da tábua de

manejo foi eficiente para minimizar o estresse dos suínos nos momentos que antecederam o abate.

Quando os animais são submetidos ao manejo pré-abate adequado, minimiza-se o estresse e apresenta menor nível de lactato (Warriss e Brow, 2000; Hambrecht et al., 2005; Edwards et al., 2010;).

Nas situações de estresse físico intenso, pode ocorrer a exaustão muscular, formando grandes quantidades de ácido láctico, resultante da degradação intensa do glicogênio muscular (Shaw e Tume, 1992).

Os valores de lactato para os suínos manejados com alto nível de estresse foi cerca de 25% superior aos conduzidos com baixo estresse. Os animais de ambos os tratamentos tiveram o mesmo tempo de jejum e de descanso no frigorífico antes de serem abatidos, logo tempo idêntico para restabelecer as reservas de glicogênio.

Assim, pode-se concluir que o principal efeito responsável pelo nível elevado de lactato nos animais manejados de maneira mais estressante foi a demasiada atividade física que realizaram nos momentos que antecederam o abate, resultado semelhante ao encontrado por Henckel et al. (2002).

O pH inicial dos suínos manejados com baixo nível de estresse foi inferior ao grupo conduzido de forma mais estressante. Resultado similar ao encontrado por Ludtke et al. (2010), comparando grupos manejados com baixo e alto estresse.

Em condições estressantes, o sistema nervoso autônomo simpático libera as catecolaminas (noradrenalina e adrenalina), as quais serão responsáveis por ativar a resposta ativa do organismo para as ações de “luta e fuga”. Esta resposta acontece devido às células motoras receberem o potencial de ação, através de processo excitatório, onde os canais voltagem dependentes de cálcio serão estimulados se abrirem, aumentando a concentração de cálcio no sarcoplasma, com consequente liberação de noradrenalina e adrenalina para a fenda sináptica (Spinosa, 2006).

A súbita elevação de íons cálcio no sarcoplasma aumenta a velocidade de utilização do ATP muscular e da glicogenólise *post mortem*, repercutindo em velocidade acelerada de declínio do pH muscular (Rübensam, 2000).

No animal vivo, as reservas de glicogênio muscular e fosfocreatina são consumidas pela Via Glicolítica de Embden-Meyerhof para produção de ácido pirúvico (via aeróbica) para gerar energia e manter o metabolismo funcionando (Roça, 2013 a). Quando o animal é abatido, cessa-se o suprimento de oxigênio e a produção de ATP (energia) será

proveniente da degradação anaeróbica de fosfocreatina e glicogênio muscular na tentativa de manter a contração muscular (Gollnick e Hermansen, 1973).

Como consequência da degradação anaeróbica das fontes de energia, haverá formação de altas concentrações de ácido láctico que se concentrará no músculo, pois com a ausência de circulação sanguínea, o lactato não mais poderá ser transportado até o fígado para ser metabolizado e convertido em glicose através da gliconeogênese (Bassan et al., 2013).

Segundo Henckel et al. (2000), considerando as modificações metabólicas que ocorrem em animais estressados, o pH inicial será menor quando comparado aos não estressados e a velocidade de queda do pH pode aumentar de duas a quatro vezes, podendo o pH na primeira hora chegar a valores abaixo de 6,0.

Apesar do manejo pré-abate de alto estresse para um dos grupos avaliados neste trabalho, não se verificou a presença de carnes com anomalias PSE ou DFD.

O valor de R permite mensurar a depleção de ATP após o abate e também estimar o início do *rigor mortis*. Neste trabalho o valor de R do grupo conduzido com alto nível de estresse foi maior do que os manejados de maneira mais calma e gentil, conforme Tabela 1.

Considerando que a relação  $[IMP]/[ATP]$  para os animais manejados de maneira mais estressante foi maior que um, isso mostra que a concentração de IMP (inosina monofosfato - [250nm]) é superior a concentração de ATP (adenosina trifosfato – [260nm]), concluindo que os animais mais estressados apresentaram maior depleção de ATP, ou seja, tiveram maior gasto de energia no momento em que eram conduzidos até a insensibilização.

Segundo Honikel e Fischer (1977), valores de R variando de <1,05 a 0,8 referem-se a carnes normais e quando superiores a 1,05 indicam que a carne pode apresentar anomalias do tipo PSE ou DFD, dependendo o pH inicial. Segundo esta classificação, nenhuma carne apresentou anomalias.

Os resultados para grau de lesão das carcaças para suínos manejos com baixo ou alto nível de estresse até o local da insensibilização são observados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Médias e coeficientes de variação de grau de lesão das carcaças de suínos manejados com baixo ou alto nível de estresse

	Baixo estresse	Alto estresse	Significância	CV (%)
Grau de lesão	1,95	2,32	0,064	11,683

Valores diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ); CV(%): coeficiente de variação

Verificou-se que o grau de lesão das carcaças foi superior para suínos manejados com alto nível de estresse, indicando maior grau de estresse para os animais deste grupo, visto que o estresse pode ser mensurado também pelas avaliações visuais da carcaça, como a incidência de lesões (Ludtke et al., 2006).

Durante manejo dos suínos até o local de insensibilização, instaura-se um estresse violento nos animais, pois são manipulados rapidamente e em virtude desta situação, reações comportamentais como animais empacados, vocalizações, aglomerações e reações de fuga são características, tomando por base estes comportamentos, os manejadores costumam interferir fisicamente sobre as costas ou posterior dos animais ou por meio de vocalização (gritos) para prosseguir com o manejo dos suínos (Chevillon, 2000), em razão deste comportamento tanto de manejadores, como de animais, visivelmente pode-se constatar maior grau de lesão nas carcaças dos suínos que foram manejados com maior grau de estresse.

Ludtke et al. (2010) constataram que 87,5% dos animais manejados com tábua (baixo estresse) não apresentaram nenhum tipo de lesão, contra 57,7% dos suínos manejados com bastão elétrico (alto estresse), concluindo que o manejo dos suínos com menor grau de estresse é eficiente em reduzir o grau de lesão das carcaças.

Os resultados de perda de água por gotejamento, perda de líquido do descongelamento, perda de líquido na cocção, força de cisalhamento e oxidação lipídica são observados na Tabela 3.

**Tabela 3** – Médias e coeficientes de variação observados para perda de água por gotejamento (PAG), perda de líquido do descongelamento (PLD), perda de líquido na cocção (PLC), força de cisalhamento (FC) e oxidação lipídica (mg TBARS/Kg de amostra) nas 24 horas após abate (TBARS24h) para suínos manejados com baixo ou alto nível de estresse

	Baixo estresse	Alto estresse	Significância	CV (%)
PAG (%)	0,89	0,89	NS	45,872
PLD (%)	7,12	7,07	NS	23,695
PLC (%)	30,42	30,53	NS	16,478
FC (Kgf)	3,21	3,11	NS	12,821
TBARS 24h*	0,40	0,38	NS	23,161

NS: Não significativo; CV(%): coeficiente de variação; \*Mg TBARS/Kg de amostra de carne.

A perda de água por gotejamento não apresentou diferença estatística entre os tratamentos observados.

Resultados opostos foram encontrados neste trabalho e a correlação entre lactato, pH e perda de água por gotejamento pode explicar o comportamento dos dados apresentados, pois a quantidade superior de lactato para o grupo manejado sem a tábua não foi suficiente para influenciar o pH final das carnes avaliadas, conseqüentemente não afetou a integridade das proteínas musculares, caracterizando a não diferença estatística para a perda de água por gotejamento.

Concentrações elevadas de lactato na carcaça quente, decorrente de manejo pré-abate estressante provoca queda acentuada de pH e induz a desnaturação protéica, culminando em perda da capacidade de retenção de água (Immonen, et al., 2000). Segundo Lawson (2004), o efeito da menor capacidade de retenção de água reflete em maiores perdas de líquido no descongelamento e na cocção.

Admite-se que o pH inicial de 6,37 não tenha sido suficientemente baixo para causar desnaturação protéica, como seria o caso de carnes PSE, que apresentam pH inicial menor que 5,8. Carnes com pH adequado exprimem efeito de carga neutra, o qual é responsável por influenciar a capacidade de retenção de água, em razão das moléculas de água possuírem carga neutra e serem polares, isso permite que elas se associem aos grupos reativos das proteínas musculares carregadas eletricamente, evitando que sejam perdidas na forma de exsudato (Roça, 2013b), não resultando portanto diferenças nas perdas de água por gotejamento, descongelamento e cocção.

O pH influencia a perda de líquidos da carne, que por sua vez pode ter efeitos sobre a maciez da carne (Roça, 2013a), entretanto, como o pH final e perda de líquidos não apresentaram diferença estatística, a maciez seguiu a tendência, não diferindo entre os tratamentos de manejo pré-abate não estressante ou estressante no momento pré-abate.

Entre os grupos de animais manejados com baixo ou alto nível de estresse, não foi observada diferença significativa para a oxidação lipídica da carne.

Young et al. (2003) encontrou resultado semelhante de TBARS, onde não se verificou diferença estatística entre grupos estressados e não estressados de suínos.

A oxidação lipídica é favorecida em pH mais baixo (Yasosky et al, 1984) e considerando o pH final não diferiu entre os animais não estressados e estressados, esta pode ser uma explicação para a não diferença de oxidação lipídica entre os tratamentos avaliados.

Animais estressados liberam mais catecolaminas, que aumentam a concentração de cálcio no sarcoplasma (Spinosa, 2006). O aumento da concentração de cálcio pode ativar a enzima Fosfolipase A<sub>2</sub>. A oxidação lipídica pode ser maximizada devido à desestabilização da membrana celular, resultante do aumento da quantidade de ácidos graxos

insaturados livres pela ação da Fosfolipase A<sub>2</sub>, os quais são susceptíveis a ação dos radicais livres (Silva et al., 1999).

O resultado do TBARS para os dois grupos de tratamentos avaliados não pode ser totalmente explicado pelos parâmetros mensurados. Supõe-se que neste trabalho o estresse sofrido pelo grupo de suínos manejados com alto nível de estresse, parece não ter sido suficiente para promover maior atividade da Fosfolipase A<sub>2</sub>. Assim, a quantidade de radicais livres formados pode ter sido muito semelhante nos dois grupos, não refletindo em superior oxidação lipídica da carne quando comparado aos animais manejados de maneira menos estressante.

Não houve diferença estatística observada para os parâmetros de cor da carne entre os tratamentos avaliados (Tabela 4)

**Tabela 4** – Médias e coeficientes de variação observados para luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), croma (c\*), tonalidade (h°), para suínos manejados com baixo ou alto nível de estresse

	Baixo estresse	Alto estresse	Significância	CV (%)
L*	55,31	54,64	NS	5,098
a*	3,97	4,39	NS	28,529
b*	10,52	10,55	NS	9,953
c*	11,42	11,58	NS	15,871
h°	68,92	69,24	NS	7,298

Valores diferem pelo teste de Tukey (P<0,10); NS: Não significativo; CV(%): coeficiente de variação

Esperava-se verificar diferenças para os parâmetros de cor entre os dois grupos avaliados neste trabalho, pois os valores de pH inicial, lactato e valor de R apresentaram diferença estatística e estes parâmetros influenciam a cor da carne.

Todavia, resultados similares aos encontrados neste trabalho, também foram observados por Brown et al. (1998), Correa et al. (2010) e Ludtke et al. (2010) ao avaliarem os parâmetros de cor da carne de suínos manejados com baixo ou alto estresse durante o manejo pré-abate.

Rosenvold e Andersen (2003) também não verificaram diferença para os parâmetros de cor na carne de suínos submetidos à intensa atividade física antes do abate.

## CONCLUSÃO

A condução de suínos no pré-abate com manejo de baixo nível estresse mostrou ser eficiente na redução do estresse e no grau de lesão das carcaças, porém não influenciou na qualidade da carne.

## REFERÊNCIAS

- Bassan, J. C.; Román, J. L.; González, A. B. M.; Rocamora, M. T. M. and GARCIA, J. A. A. Ácido láctico: atualização no desporto e no esforço físico. Available at: <[http://www.invesalia.es/descargas/Publicaciones/Lactato\\_portugues.pdf](http://www.invesalia.es/descargas/Publicaciones/Lactato_portugues.pdf)>. Accessed on: 16 abr 2013.
- Boccard, R.; Buchter, L.; Casteels, Cosentino, E.; Dransfield, E.; Hoods, D. E.; Joseph, R. L.; MacDouglas, D. B.; Rhodess, D. N.; Schön, I.; Tinbergen, B. J. and Touraille, C. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities' (CEC) beef production research programme. *Livestock Production Science* 8:385-397.
- Bonfim, L. M. Influência do manejo dos animais durante o transporte sobre a qualidade da carne. 2003. Available at: <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=510>>. Accessed on: Abr. 15, 2013.
- Brazil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 3, de 17 de Janeiro de 2000. 2000. Aprovar o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Available at: <<http://www.abef.com.br/Legislacoes.php>>. Accessed on: Abr. 15, 2013.
- Bridi, A.M. and Silva, C. A. 2009. Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína. Midiograf, Londrina.
- Brown, S. N.; Warriss, P. D.; Nute, G. R.; Edwards, J. E. and Knowles, T. G. 1998. Meat quality in pigs subjected to minimal preslaughter stress. *Meat Science* 49:257-265.
- Chevillon, P. 2000. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. p. 152-168. In: *Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Virtual Conference On Pork Quality*. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia.
- Correa, J.A.; Torrey, S.; Devillers, N.; Laforest, J. P.; Gonyou, H. W And Faucitano, L. 2010. Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pig. *Journal of Animal Science* 88:4086-4093.
- Costa, M. J. R. P.; Costa e Silva, E. V.; Chiquitelli Neto, M. and Rosa, M. S. 2002. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. p. 71-89. In: *Anais do 20º Encontro Anual De Etologia*. Sociedade Brasileira de Etologia, Natal.

D'eath, R.B.; Turner, S.P.; Kurt, E.; Evans, G.; Thölking, L.; Looft, H.; Wimmers, K.; Murani, E.; Klont, R.; Foury, A.; Ison, S. H.; Lawrence, A. B. and Mormède, P. 2008. Pigs' aggressive temperament affects pre-slaughter mixing aggression, stress and meat quality. *Animal* 4:604-616.

Edwards, L.N.; Grandin, T.; Engle, T.E.; Porter, S. P.; Ritter, M. J.; Sosnicki, A. A. and Anderson, D. B. 2010. Use of exsanguination blood lactate to assess the quality of pre-slaughter pig handling. *Meat Science* 86:384-390.

Goettens, G. H. 2011. Manejo pré-abate de suínos. Monograph. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil. Available at: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/29110/LUIZ%20HENRIQUE%20GOETTEMS.pdf?sequence=1>>. Accessed on: Abr. 29, 2013.

Gollnick, P. D. and Hermansen, L. 1973. Biochemical adaptations to exercise: anaerobic metabolism. *Exercise and Sports Sciences Reviews* 1:43.

Hambrecht, E.; Eissen, J. J.; Newman, D. J.; Smits, C. H.; Den Hartog, L. A. And Verstegen, M. W. 2005. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. *Journal of Animal Science* 83:440-448.

Henckel, P.; Karlsson, A. H.; Oksbjerg, N. and Søholm, P. J. 2000. Control of post mortem pH decrease in pig muscle: experimental design and testing of animal models. *Meat Science* 55:131-138.

Henckel, P.; Karlsson, A.; Jensen, M. T.; Oksbjerg, N. and Petersen, J. S. 2002. Metabolic conditions in porcine longissimus muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post mortem energy metabolism. *Meat Science* 62:145-155.

Honikel, K. O. and Fischer, C. 1977. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscle. *Journal of Food Science* 42:1633-1636.

Immonen, K.; Ruusunen, M. and Puolanne, E. 2000. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science* 55:33-38.

Kauffman, R. G.; Wachholz, D.; Henderson, D. and Lochner, J. V. 1978. Shrinkage of PSE, normal and DFD hams during transit and processing. *Journal of Animal Science* 46:1236-1240.

Lawson, M. A. 2004. The role of integrin degradation in post-mortem drip loss in pork. *Meat Science* 68:559-566.

Ludtke, C.B.; Silveira, E.T.F.; Bertoloni, W.; Andrade, J. C.; Buzelli, M. L. T.; Bressa, L. R.; Soares, G. J. D. 2010. Bem-estar e qualidade de carne de suínos submetidos a diferentes técnicas de manejo pré-abate. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 11:231-241.

Ludtke, C., Nogueira, C. E. W.; Bertoloni, W.; Costa, O. A. D. and Soares, G. J. D. 2006. O estresse no manejo pré-abate e na qualidade da carne suína. **Documentos**, n.119. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. Available at: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CDQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cnpsa.embrapa.br%2Fdown.php%3Ftipo%3Dpubl>>

icacoes%26cod\_publicacao%3D1014&ei=IW9tUcrVF4m08QSMhYHoBQ&usg=AFQjCNFhArbEKLhAAI8TKnOBn0iaiuaWCQ&bvm=bv.45175338,d.eWU>. Accessed on: Abr. 16, 2013.

María, G. A.; Villarroel, M., Chacon, G. and Gebresenbet, G. 2004. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. *Veterinary Record* 54:818-821.

Minolta, K. 1998. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Japan.

Meat and Livestock Commission - MLC. 1985. Concern at ringside damage in pigs. *Meat and marketing Technical Notes*. p. 14-16.

Pikul, J.; Leszczynski, D. E. and Kummerow, F. A. 1989. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chickens meat. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 37:1309-1313.

Roça, R. O. Modificações post-mortem. Available at: <<http://puers.campus2.br/~thompson/Roca105.pdf>>. Accessed on: 16 abr 2013. a

Roça, R. O. Propriedades da carne. Available at: <<http://puers.campus2.br/~thompson/Roca107.pdf>>. Accessed on: 16 abr 2013. b.

Rosenvold, K. and Andersen, H. J. 2003. The significance of pre-slaughter stress and diet on colour and colour stability of pork. *Meat Science* 63:199-209.

Rübensam, J. M. Transformações *post mortem* e qualidade da carne suína. 2000. p. 89-99. In: *Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Virtual Conference On Pork Quality*. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia.

Shaw, F. D. and Tume, R. K. 1992. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents – a review of recent work. *Meat Science* 32:311-329

Spinosa, H. S. 2006. *Farmacologia aplicada à medicina veterinária*. Guanabara Koogan, São Paulo.

Universidade Federal De Viçosa - UFV. 2007. SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas – Versão 9.1. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Warriss, P. D. and Brown, S. N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. 2000. p. 17-20. In: *Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Virtual Conference On Pork Quality*. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia.

Warriss, P. D.; Brown, S. N.; Adams, S. J. and Corlett, I. K. 1994. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science* 38:329-340.

Whipple, G.; Koohmaraie, M.; Dikeman, M. E.; Crouse, J. D.; Hunt, M. C. and Klemm, R. D. 1990. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos Taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science* 68:2716-2728.

Yasosky, J. J.; Aberle, E. D. and Peng, I. C. 1984. Effects of pH and time of grinding on lipid oxidation of fresh ground pork. *Journal of Food Science* 49:1510-1512.

Young, J. F.; Rosenvold, K.; Stagsted, J.; Steffensen, C. L.; Nielsen, J. H. and Andersen, H. J. 2003. Significance of preslaughter stress and different tissue PUFA Levels on the oxidative status and stability of porcine muscle and meat. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51:6877-6881.

**ANEXO**

➤ **NORMAS PARA PUBLICAÇÃO REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**

Pode conter até 25 páginas, numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos.

As páginas devem apresentar linhas numeradas (a numeração é feita da seguinte forma: MENU ARQUIVO/CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../ NUMERAR LINHAS), com paginação contínua e centralizada no rodapé.

Manuscritos com número de páginas superior a 25 (acatando-se o máximo de 30 páginas) poderão ser submetidos acompanhados de carta encaminhada ao Editor Científico contendo justificativa para o número de páginas excedentes. Em caso de aceite da justificativa, a tramitação ocorrerá normalmente e, uma vez aprovado o manuscrito, os autores deverão arcar com o custo adicional de publicação por páginas excedentes. Caso não haja concordância com a justificativa por parte do Editor Científico, o manuscrito será reencaminhado aos autores para adequação às normas, a qual deverá ser realizada no prazo máximo de 30 dias. Em caso do não-recebimento da versão neste prazo, proceder-se-á ao cancelamento da tramitação (não haverá devolução da taxa de tramitação).

**Estrutura do artigo (artigo completo)**

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Abstract, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgments (opcional) e References.

Não são aceitos subtítulos. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

**Título**

Deve ser preciso, sucinto e informativo, com 20 palavras no máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos. Indicar sempre a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé numerada.

**Autores**

Deve-se listar até oito autores. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/ avaliação do trabalho devem ser mencionadas em Agradecimento.

**Abstract**

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaço. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Abstracts extensos serão devolvidos para adequação às normas.

Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências nunca devem ser citadas no abstract.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por ABSTRACT, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

### **Key Words**

Apresentar até seis (6) Key Words imediatamente após o ABSTRACT, respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

### **Introdução**

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaço, resumindo a contextualização breve do assunto, as justificativas para a realização da pesquisa e os objetivos do trabalho. Evitar discussão da literatura na introdução. A comparação de hipóteses e resultados deve ser feita na discussão.

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

### **Material e Métodos**

Se for pertinente, descrever no início da seção que o trabalho foi conduzido de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição.

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

### **Resultados e Discussão**

É facultada ao autor a feitura desta seção combinando-se os resultados com a discussão ou em separado, redigindo duas seções, com separação de resultados e discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Evitar parágrafos soltos, citações pouco relacionadas ao assunto e cotejamentos extensos.

### **Conclusões**

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço.

Resuma claramente, sem abreviações ou citações, as inferências feitas com base nos resultados obtidos pela pesquisa. O importante é buscar entender as generalizações que governam os fenômenos naturais, e não particularidades destes fenômenos.

As conclusões são apresentadas usando o presente do indicativo.

## **Abreviaturas, símbolos e unidades**

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na página da RBZ, link "Instruções aos autores", "Abreviaturas".

Deve-se evitar o uso de abreviações não consagradas e de acrônimos, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

Os autores devem consultar as diretrizes estabelecidas regularmente pela RBZ quanto ao uso de unidades.

## **Estrutura do artigo (comunicação e nota técnica)**

Devem apresentar antes do título a indicação da natureza do manuscrito (Short Communication or Technical Note) centralizada e em negrito.

As estruturas de comunicações e notas técnicas seguirão as diretrizes definidas para os artigos completos, limitando-se, contudo, a 14 páginas de tamanho máximo.

As taxas de tramitação e de publicação aplicadas a comunicações e notas técnicas serão as mesmas destinadas a artigos completos, considerando-se, porém, o limite de 4 páginas no formato final. A partir deste, proceder-se-á à cobrança de taxa de publicação por página adicional.

## **Tabelas e Figuras**

É imprescindível que todas as Tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação.

Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, evitando a descrição das variáveis constantes no corpo da tabela.

A legenda das figuras (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

As figuras devem ser gravadas nos programas Microsoft<sup>®</sup> Excel ou Corel Draw<sup>®</sup> (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções.

Usar linhas com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas.

Não usar negrito nas figuras.

Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras dos manuscritos em inglês devem conter ponto, e não vírgula.

As fórmulas matemáticas e equações devem ser digitadas no Microsoft Equation e inseridas no texto como objeto.

### **Citações no texto**

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar e (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

### **Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).**

Somente podem ser utilizadas caso sejam estritamente necessárias ao desenvolvimento ou entendimento do trabalho. Contudo, não fazem parte da lista de referências, por isso são colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão "comunicação pessoal", a data da comunicação, o nome, estado e país da instituição à qual o autor é vinculado.

### **Referências**

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas \_ ABNT (NBR 6023).

As referências devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções: no menu Formatar, escolha a opção Parágrafo... RECUo especial, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm.

Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula.

O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título será negrito e, para os nomes científicos, itálico.

Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes.

No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

### **Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva**

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

### **Livros e capítulos de livro**

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

### **Teses e dissertações**

Recomenda-se não citar teses e dissertações. Deve-se procurar referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Excepcionalmente, se necessário citar teses e dissertações, indicar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, nível e área do programa de pós-graduação, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, X.R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. 2004. 334f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

### **Boletins e relatórios**

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine**. (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

### **Artigos**

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Distribuição de gorduras internas e de descarte e componentes externos do corpo de novilhos de gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.338-345, 2009.

FUKUSHIMA, R.S.; KERLEY, M.S. Use of lignin extracted from different plant sources as standards in the spectrophotometric acetyl bromide lignin method. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2011. doi: 10.1021/jf104826n (in print).

### **Congressos, reuniões, seminários etc**

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999] (CD-ROM).

### **Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos**

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.7, 2003. Available at: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Accessed on: Jul. 28, 2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en rumiantes**. Available at: <[http://www.ussoymeal.org/ruminant\\_s.pdf](http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf)> Accessed on: Oct. 12, 2002

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Available at: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Accessed on: Jan. 21, 1997.

### **Citações de softwares estatísticos**

A RBZ não recomenda a citação bibliográfica de *softwares* aplicados a análises estatísticas. A utilização de programas deve ser informada no texto (Material e Métodos) incluindo o procedimento específico e o nome do software com sua versão e/ou ano de lançamento.

"... os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o PROC MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2.)"