UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

THAYS MAYRA DA CUNHA LEME

Bem-estar e qualidade de carne de ovinos submetidos à suplementação com cromo orgânico e diferentes manejos pré-abate

Pirassununga

2013

THAYS MAYRA DA CUNHA LEME

Bem-estar e qualidade de carne de ovinos submetidos à suplementação com cromo orgânico e diferentes manejos pré-abate

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

Pirassununga

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

L551e	<p>Leme, Thays Mayra da Cunha</p> <p>Bem-estar e qualidade de carne de ovinos submetidos à suplementação com o cromo orgânico e diferentes manejos pré-abate / Thays Mayra da Cunha Leme. -- Pirassununga, 2013.</p> <p>123 f.</p> <p>Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva.</p> <p>1. Cordeiros 2. Cortisol 3. Densidade de transporte 4. Estresse 5. Maciez 6. Tempo de espera. I. Título.</p>
-------	---

*À minha mãe Maria Cristina Strabelli e
Ao meu irmão Carlos Alberto da Cunha Leme Junior*

*Por todo amor e carinho que sempre me deram,
Pelo apoio incondicional em todos os momentos,
Pelo incentivo para a busca dos meus sonhos,*

A vocês dedico este trabalho

“Devemos aprender durante toda a vida, sem imaginar que a sabedoria vem com o tempo”.

(Platão)

Ao Mestre e Grande Amigo Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto

Pela contribuição pessoal de toda uma vida,

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto**, pela orientação, ensinamentos, confiança e amizade de todos esses longos anos.

Ao **Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva**, pelo aceite de orientação, pela atenção e disposição que sempre demonstrou e pela contribuição para a finalização desse trabalho.

À **Profª Drª. Cristiane Titto**, pela amizade e pelo apoio de sempre, que muito elevaram os meus conhecimentos científicos.

Ao **Prof. Dr. Alfredo Manuel Franco Pereira**, pela amizade, esclarecimentos e colaboração no trabalho.

Ao meu noivo **Thales**, pelo amor, compreensão, paciência, e por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, que não foram poucos, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final desta etapa. Sou grata por cada gesto carinhoso e palavra de conforto.

À minha grande amiga e coautora desse trabalho **Cláudia Bonato**, pela bela amizade e companherismo. Agradeço-lhe a partilha dos bons momentos, a grande ajuda e os estímulos nas alturas de desânimo, sem você não teria conseguido terminar, amiga.

Aos meus amigos do LABE, "Agregados" e Estagiários, **Qui, Reíssa, Diego, Raquel, Bettah, Marina Bonin, Annanda, Camila, Giovana, Julia, Luana, Luisa, Bárbara, Igor, Marina, Paula, Vanessa**, pela colaboração na condução do experimento.

À **Prof. Dra. Angélica Cravo Pereira**, pelas conversas e ensinamentos ao longo desses anos.

Aos **meus amigos da Pós-Graduação**, pelos momentos de alegrias e descontração durante todos esses anos.

Aos **funcionários do Setor de Ovinocultura da Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga e da Faculdade de Zootecnia de Engenharia de Alimentos**, pela colaboração no êxito deste experimento.

Às **funcionárias da Seção de Pós-Graduação**, por todo auxílio e atenção.

À **Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo**, pela oportunidade da realização do curso de Doutorado.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pela concessão do Auxílio Pesquisa, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Enfim, a todas as pessoas que passaram pela minha vida nesses anos, que de alguma forma fizeram meus dias ficarem bem mais coloridos e cheios vida.

Resumo

Leme, T.M.C. 2013. **Bem-estar e qualidade de carne de ovinos submetidos à suplementação com cromo orgânico e diferentes manejos pré-abate**. 123f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

Este estudo foi desenvolvido para investigar os efeitos da suplementação dietética de cromo, da densidade no transporte para o frigorífico e da duração do descanso pré-abate sobre os indicadores de bem-estar, desempenho e qualidade de carne de ovinos confinados. Sessenta e quatro ovinos cruzados White Dorper x Santa Inês, foram divididos em dois grupos no confinamento: grupo controle e grupo que recebeu suplementação de 2 mg cromo orgânico diariamente. Durante as pesagens foram avaliados o ganho de peso, a reatividade dos animais por meio velocidade de fuga e da movimentação, intensidade de respiração e vocalização durante o manejo em balança, além do registro de variáveis climáticas. O transporte ao frigorífico foi realizado com duas densidades distintas, 0,2 m² por animal e 0,3 m² por animal. Foram aplicados dois períodos de descanso, de 7 e 14 horas, após o desembarque, antes do abate. Durante as pesagens do confinamento e o manejo pré-abate foram colhidas amostras de sangue para análise de cortisol, glicose e insulina. No frigorífico foram classificadas as carcaças quanto à presença de contusões, medidas as temperaturas e pH das carcaças às 1h e 24h, além de serem retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* para análise da qualidade de carne. Para análise dos dados dessa etapa foi utilizado o procedimento Mixed do SAS utilizando-se tratamento, tempo, transporte e tempo de espera como efeito fixo e o sexo como efeito aleatório, assim como suas interações. Em caso de resultados significativos ($P < 0,05$) para as fontes de variações avaliadas nas análises de variância, foi adotado como procedimento para comparações múltiplas o Teste *t* de Student. Não foi verificado efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos estudados sobre os valores de desempenho, reatividade, contusão, características de carcaça, glicogênio muscular, extrato etéreo, características *L** e *a** da cor e perdas totais ao cozimento. Para as características de croma *b** houve efeito significativo ($P < 0,05$) da suplementação de cromo, onde os animais que receberam cromo diariamente apresentaram um valor menor de *b**. Para a maciez houve interação entre a suplementação de cromo e o tempo de espera. Os animais que receberam a suplementação diária de cromo apresentaram uma melhor maciez com o menor tempo de espera, diferente dos animais que não receberam a suplementação de cromo, que apresentaram uma melhor maciez com o maior tempo de espera. Para as análises de bilirrubina, fosfatase alcalina, insulina avaliadas durante o confinamento, não foi verificado efeito ($P > 0,05$) da suplementação de cromo diário, mas foi encontrado efeito ($P < 0,0001$) do tempo de confinamento sobre as médias de insulina. Além disso, foi encontrada uma interação ($P < 0,0001$) da suplementação de cromo com o tempo de confinamento para as médias de glicose.

Para o cortisol verificou-se uma interação significativa ($P = 0,0046$) entre a suplementação de cromo e o tempo de confinamento, onde os animais que receberam a suplementação de cromo apresentaram menores valores de cortisol sanguíneo. Ainda, durante o manejo pré-abate foi observado efeito ($P < 0,05$) da densidade de transporte, onde os animais que foram transportados em menor densidade ($0,3 \text{ m}^2.\text{animal}^{-1}$) apresentaram menores valores de cortisol. Após 7 horas de espera no abatedouro não houve diminuição da concentração dos níveis séricos de cortisol ($P > 0,05$), porém, após 14 horas de espera observou-se uma queda significativa desses níveis ($P < 0,001$). Com esses resultados podemos concluir que a suplementação de cromo não influenciou nas características de desempenho e reatividade, porém, melhorou a maciez em um menor tempo de espera. A densidade de transporte não alterou a qualidade da carne, mas influenciou no bem-estar dos animais. O período de descanso de 14 horas antes do abate diminui o estresse e os níveis séricos de cortisol.

Palavras-chave: Cordeiros, cortisol, densidade de transporte, estresse, maciez, tempo de espera

Abstract

Leme, T.M.C. 2013. **Welfare and meat quality of lambs undergoing organic chromium supplementation and different pre-slaughter managements**. 123p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

The aim of this study was to investigate the influence of chromium supplementation, the density in transport to the slaughterhouse and the duration of resting periods before slaughter, on the indicators of welfare, growth and meat quality of individual feedlot lambs. Sixty four crossbred White Dorper breed with Santa Ines were divided into two groups in confinement: control group and the group that received daily supplementation of 2 mg organic chromium. During the weighing weight gain were evaluated, as the reactivity of the animals through the flight velocity and movement, intensity of respiration and vocalization during handling in balance, as well as recording of climatic variables. The transport to the slaughterhouse was performed with two different densities, 0.2 m² and 0.3 m² per animal. Two resting periods of 7 and 14 hours were applied after transport, before slaughter. During confinement weighing and the pre-slaughter management blood samples were collected for cortisol, glucose and insulin analysis. Carcasses were classified for the presence of bruises and measurement of the temperature and pH at 0 and 24 hours, and samples of the Longissimus dorsi muscle were collected for meat quality analysis. Data analysis used mixed procedure of SAS using treatment, time, transportation and resting period as fixed effect and random effect the sex as well as their interactions. In case of significant results ($P < 0.05$) of data evaluated in the procedure of analysis of variance it was adopted for multiple comparisons the Student t test. No effect was observed ($P > 0.05$) for the treatments on the values of performance, reactivity, contusion, carcass characteristics, muscle glycogen, lipids, and features L* color a* and total cooking losses. For the characteristics of b* it was found a significant effect ($P < 0.05$) for chromium supplementation, with lower values of b*. To the tenderness it was found an interaction between supplementation and resting period, and the animals that received daily supplementation of chromium showed better tenderness with shorter resting periods, different from animals that received no supplementation which showed better tenderness with longest resting periods. For the analysis of bilirubin, alkaline phosphatase, insulin evaluated during confinement, no significant effect was observed ($P > 0.05$) of daily supplemental chromium, but no effect of insulin was found ($P < 0.0001$) over time confinement. Furthermore, it was found an interaction ($P < 0.0001$) of supplementation time for glucose values. For cortisol, there was a significant interaction ($P = 0.0046$) between chromium supplementation and confinement time, where animals that received

supplementation had lower levels of blood cortisol. Still, during the pre-slaughter management it was observed a significant effect ($P < 0.05$) of the density of transport, where the animals that were transported in smaller density ($0.3 \text{ m}^2.\text{animal}^{-1}$) showed lower values of cortisol. After 7 hours of resting period in the slaughterhouse, there was no decrease in the concentration of serum cortisol ($P > 0.05$), but after 14 hours it was observed a significant decrease in these levels ($P < 0.001$). With these results it can be conclude that chromium supplementation did not affect the performance characteristics and reactivity, however, improved tenderness in a shorter resting period. The density of transport did not alter the meat quality, but influenced the welfare of animals. The resting period before slaughter decreases stress and serum cortisol levels when the period is higher than 7 hours.

Key-words: Cortisol, resting period, sheep, stress, tenderness, transportation density

Lista de figuras

FIGURA 1. ESTRUTURA DA BAIÁ INDIVIDUAL PARA CONFINAMENTO PARA CORDEIROS.	51
FIGURA 2. GALPÃO COM BAIAS PARA CONFINAMENTO DOS CORDEIROS.	51
FIGURA 3. PESAGEM DOS CORDEIROS EM BALANÇA ELETRÔNICA.	53
FIGURA 4. ESCORES DE REATIVIDADE.	54
FIGURA 5. COLHEITA DE SANGUE DE CORDIROS DURANTE AS PESAGENS POR VENOPUNÇÃO DA JUGULAR.	55
FIGURA 6. CORDEIROS TRANSPORTADOS EM DENSIDADE DE 0,2 M ² POR ANIMAL EM CAMINHÃO TIPO GAIOLA.	56
FIGURA 7. CORDEIROS TRANSPORTADOS EM DENSIDADE DE 0,3 M ² POR ANIMAL EM CAMINHÃO TIPO GAIOLA.	56
FIGURA 8. COLHEITA DE PH E TEMPERATURA DA CARÇA COM TERMÔMETRO E PEAGÂMETRO DIGITAL.	59
FIGURA 9. AVALIAÇÃO DA ÁREA DE OLHO DE LOMBO COM GRADE DE PONTOS COM ESCALA DE 0,25 CM ²	61
FIGURA 10. AVALIAÇÃO DA COR DA CARNE COM COLORÍMETRO PORTÁTIL.	62
FIGURA 11. AVALIAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO POR MEIO DO APARELHO DE WARNER – BRATZLER SHEAR FORCE.	63
FIGURA 12. RETIRADA DE MÚSCULOS ANEXOS, GORDURA INTERMUSCULAR E TECIDO CONJUNTIVO (A); EQUIPAMENTO UTILIZADO APARA MOER E HOMOGENEIZAR AS AMOSTRAS (B); AMOSTRA MOÍDA (C).	64
FIGURA 13. BAG ENVOLTO EM ALUMÍNIO PARA SECAGEM EM ESTUFA.	65
FIGURA 14. EXTRATOR DE GORDURA - ANKOM XT15.	66
FIGURA 15. PESAGEM DE 0,5 G DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> PARA AVALIAÇÃO DE GLICOGÊNIO MUSCULAR.	67
FIGURA 16. HOMOGENEIZAÇÃO DE 0,5 G DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> COM 2,5 ML DE ÁCIDO PERCLÓRICO PARA AVALIAÇÃO DE GLICOGÊNIO MUSCULAR.	67
FIGURA 17. NEUTRALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS COM HIDRÓXIDO DE POTÁSSIO PARA AVALIAÇÃO DE GLICOGÊNIO MUSCULAR.	68
FIGURA 18. LEITOR DE ELISA PARA AVALIAÇÃO DE GLICOGÊNIO MUSCULAR.	69
FIGURA 19. CONTUSÕES ENCONTRADAS NA CARÇA TRANSPORTADA A 0,3 M ² E COM 7 HORAS DE ESPERA	87
FIGURA 20. CONTUSÃO ENCONTRADA NA CARÇA TRANSPORTADA A 0,3 M ² E COM 14 HORAS DE ESPERA	87

Lista de tabelas

TABELA 1. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DA DIETA UTILIZADA NO CREEP-FEEDING DE CORDEIROS, EM MATÉRIA SECA.....	50
TABELA 2. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DA DIETA DE CORDEIROS CONFINADOS, EM MATÉRIA SECA.	52
TABELA 3. MÉDIAS, ERROS PADRÕES E PROBABILIDADES DO GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO (GMD), INGESTÃO MÉDIA DIÁRIA DE MATÉRIA SECA (IMS), EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO DE CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	73
TABELA 4. MÉDIAS, ERROS PADRÕES E PROBABILIDADES DOS TEORES DE BILIRRUBINA E FOSFATASE ALCALINA DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	79
TABELA 5. VALORES MÉDIOS DE CORTISOL E INSULINA DE CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE E NÍVEIS DESCRITIVOS DE PROBABILIDADE DO TESTE F DA ANÁLISE DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO E A DENSIDADE DE TRANSPORTE EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	80
TABELA 6. MÉDIAS, ERROS PADRÕES E E NÍVEIS DESCRITIVOS DE PROBABILIDADE DO TESTE F DA ANÁLISE DE VARIÂNCIAS DAS CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO, DENSIDADE DE TRANSPORTE E TEMPO DE ESPERA ANTES DO ABATE EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	85
TABELA 7. MÉDIAS E NÍVEIS DESCRITIVOS DE PROBABILIDADE DO TESTE F DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS TEMPERATURA, PH DA CARÇA E GLICOGÊNIO MUSCULAR DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO, DENSIDADE DE TRANSPORTE E TEMPO DE ESPERA ANTES DO ABATE EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	88
TABELA 8. MÉDIAS E NÍVEIS DESCRITIVOS DE PROBABILIDADE DO TESTE F DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DE COR DA CARNE, DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO, DENSIDADE DE TRANSPORTE E TEMPO DE ESPERA ANTES DO ABATE EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.....	94

Lista de gráficos

GRÁFICO 1. DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA DE CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE POR CLASSE DE REATIVIDADE MEDIDAS PELA ESCALA DE ESCORE COMPOSTO.	71
GRÁFICO 2. VALORES MÉDIOS DO CORTISOL SÉRICO EM FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO E O TEMPO DE CONFINAMENTO DE CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	75
GRÁFICO 3. VALORES MÉDIOS DE GLICOSE SANGUÍNEA EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE EM FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO E O TEMPO DE CONFINAMENTO.	77
GRÁFICO 4. VALORES MÉDIOS DE INSULINA SANGUÍNEA EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE EM FUNÇÃO EM FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO E O TEMPO DE CONFINAMENTO.	77
GRÁFICO 5. VALORES MÉDIOS DE CORTISOL SANGUÍNEO EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE DURANTE O MANEJO PRÉ-ABATE.	82
GRÁFICO 6. VALORES MÉDIOS DE INSULINA SANGUÍNEA EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE EM FUNÇÃO DO TEMPO DE COLHEITA DURANTE O MANEJO PRÉ-ABATE.....	83
GRÁFICO 7. VALORES MÉDIOS DA ÁREA DE OLHO DE LOMBO (AOL) E ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA (EGS) EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO.....	91
GRÁFICO 8. VALORES MÉDIOS DE EXTRATO ETÉREO DE CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO	93
GRÁFICO 9. VALORES MÉDIOS DE PERDAS TOTAIS AO COZIMENTO DA CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE DE ACORDO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO, DENSIDADE DE TRANSPORTE E TEMPO DE ESPERA.....	96
GRÁFICO 10. MÉDIAS DA FORÇA DE CISLHAMENTO EM FUNÇÃO DO TIPO DE SUPLEMENTAÇÃO E O TEMPO DE ESPERA EM CORDEIROS CONFINADOS INDIVIDUALMENTE.	98

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

$\bar{X}$	Média
°C	Graus Celsius
µg/dl	Microgramas por decilitros
a*	Croma que varia de verde ao vermelho
ACTH	Adrenocoticotropina
ADP	Adenosina difosfato
AOL	Área de olho de lombo
ATP	Adenosina trifosfato
b*	Croma que varia do azul ao amarelo
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
Cr	Cromo
CRA	Capacidade de retenção de água
CRH	Hormônio corticotrófico
CV	Coeficiente de variação
D.F.D	Dark, firm, dry (escura, firme e seca)
DP	Desvio Padrão
EC	Escore composto
EEC	Escala de escore composto
EGS	Espessura de gordura subctânea
EIA	Imunoenzimática

FAO	Food and Agriculture Organization
g	Grama
GTF	Fator de tolerância à glicose
HPA	Eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal
Kg	Quilograma
Km	Quilómetro
L*	Croma associada à luminosidade
Máx.	Máximo
Min.	Mínimo
m²	Metro quadrado
mm	Milímetro
ng ml⁻¹	Nanograma por mililitro
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso de carcaça quente
P.S.E	Pale, soft, exudative (pálida, molde e exudativa)
PTC	Perdas totais ao cozimento
RC	Rendimento de carcaça
rpm	Rotações por minuto

SUMÁRIO

1. Introdução	18
2. Revisão de literatura	20
2.1. Bem-estar animal e estresse.....	20
2.2. Indicadores comportamentais do estresse.....	23
2.3. Indicadores fisiológicos do estresse.....	27
2.4. Cromo (Cr)	31
2.5. Bem-estar animal durante o manejo pré-abate	35
2.6. Influência do estresse na qualidade da carne	41
3. Hipóteses	47
4. Objetivos	48
5. Material e Métodos	49
5.1. Aspectos éticos	49
5.2. Locais do experimento	49
5.3. Confinamento.....	50
5.4. Transporte.....	56
5.5. Descanso pré-abate e abate	57
5.6. Qualidade de carcaça e carne	58
5.6.1. Contusão nas carcaças.....	58
5.6.2. Amostras para glicogênio muscular, temperatura e pH	59
5.6.3. Rendimento de carcaça	60
5.6.4. Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea	60
5.6.5. Determinação da cor	61
5.6.6. Análise de maciez e perdas totais ao cozimento	62

5.6.7. Determinação do extrato etéreo	64
5.6.8. Determinação do glicogênio muscular	67
5.7. Determinação do nível sérico de cortisol, glicose, insulina, bilirrubinas e fosfatase alcalina	69
5.8. Análises estatísticas.....	69
6. Resultados e Discussão	71
6.1. Confinamento.....	71
6.1.1. Reatividade	71
6.1.2. Características de desempenho.....	73
6.1.3. Análises sanguíneas	75
6.2. Transporte e espera.....	80
6.3. Características de carcaça e qualidade de carne	84
6.3.1. Características de carcaça.....	84
6.3.2. Contusões na carcaça.....	86
6.3.3. pH, temperatura da carcaça e glicogênio muscular	88
6.3.4. Área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e extrato etéreo ..	90
6.3.5. Cor	94
6.3.6. Perdas totais ao cozimento (PTC)	95
6.3.7. Maciez.....	97
7. Conclusões.....	101
8. Implicações	102
9. Referências Bibliográficas	103

1. Introdução

A ovinocultura é uma das atividades mais antigas desenvolvidas pelo homem, difundida em praticamente todos os continentes, devido principalmente a capacidade de adaptação da espécie a diferentes climas e vegetações.

O rebanho mundial de ovinos encontra-se na faixa de 1,1 bilhão de cabeças, sendo que a China, Índia, Austrália e Nova Zelândia são responsáveis por cerca de 30% do rebanho e 66% das exportações mundiais são provenientes da Nova Zelândia e da Austrália (FAOSTAT, 2011).

Até a década de 90 do século passado, o Brasil possuía uma ovinocultura concentrada no Sul do País, voltada para a exploração de raças lanadas, enquanto na região Nordeste criava-se basicamente raças deslanadas, em condições de baixa tecnologia, com um pequeno consumo de carne ovina. Entretanto, após a grave crise no mercado internacional da lã, que ocorreu devido ao início da comercialização de tecidos sintéticos no mercado, entre as décadas de 80 e 90, houve a necessidade de uma reestruturação da cadeia produtiva e a produção de carne se tornou o principal objetivo da ovinocultura.

Atualmente a produção de ovinos destaca-se em todas as regiões do país, especialmente no Sudeste e no Centro-Oeste, tornando-se uma atividade com excelente potencial de desenvolvimento e geração de renda, acompanhando a produção mundial de carne ovina, que cresce significativamente a cada ano.

Segundo dados da FAOSTAT (2011) o Brasil produziu em 2011 cerca de 84 mil toneladas de carne por meio do abate de 5,3 milhões de cabeças, porém ainda é um grande importador da carne ovina do Uruguai, Argentina e Chile.

Com o crescimento da população mundial, existe a necessidade de se aumentar a eficiência dos sistemas de produção de alimentos, nos quais a produção de proteína de origem animal assume grande importância. Neste contexto, a ovinocultura desempenha um papel muito importante contribuindo para a produção de alimentos.

O aumento do poder aquisitivo e a estabilidade monetária brasileira trouxeram um cenário favorável para o desenvolvimento da ovinocultura, e, atualmente, uma das principais preocupações dos mercados consumidores, principalmente os mais exigentes, está relacionada à sustentabilidade dos sistemas, ao bem-estar dos animais e à qualidade da carne.

Sabe-se que o estresse sofrido durante o manejo pré-abate do animal, principalmente durante o transporte e o tempo de espera, tem consequências no bem-estar dos animais e logo apresenta influência na qualidade da carne.

Alguns sinais de bem-estar precário são evidenciados por mensurações comportamentais e fisiológicas, sendo a variação do nível de cortisol plasmático uma das primeiras respostas de um animal frente às condições estressantes.

As principais causas de estresse durante o transporte estão relacionadas à densidade, mistura de lotes, horário inadequado de transporte, estradas e veículos em condições precárias e falta de treinamento do motorista.

Logo após o desembarque no abatedouro é fundamental que os animais tenham a sua disposição um local onde permanecerão por um tempo suficiente para que se acalmem e descansem da viagem, antes de prosseguirem para as próximas etapas do abate. Para os ovinos ainda não se definiu um tempo de espera ideal que culminará no bem-estar dos animais e na qualidade final do produto, assim como nos bovinos e suínos.

Nesse sentido, diferentes estratégias de manejo pré-abate devem ser estudadas e desenvolvidas buscando maior eficiência produtiva garantindo o alto nível de bem-estar dos animais e a suplementação de cromo têm se mostrado como uma ferramenta muito importante na redução do estresse, pois atua na redução da concentração do cortisol sérico.

2. Revisão de literatura

2.1. Bem-estar animal e estresse

O termo “bem-estar” refere-se ao estado de harmonia de um indivíduo em relação ao seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e alta qualidade de vida do animal. A dificuldade de adequação ou mesmo a inadequação deste indivíduo ao ambiente resultará em um baixo nível de bem-estar, em geral associado à dor ou outro tipo de sofrimento. As consequências deste estado são a redução da expectativa de vida, prejuízos no crescimento, desenvolvimento, diminuição dos índices de desempenho reprodutivo, maior incidência de doenças devido à imunossupressão, maior atividade adrenal, distúrbios comportamentais e, em casos extremos, a morte do animal Segundo (BROOM, 1991).

Broom e Johnson (1993) afirmaram que o bem-estar pode variar de muito ruim a muito bom e pode ser medido cientificamente, devendo esta medida ser objetiva, assim como sua interpretação, sendo necessário haver de início um bom conhecimento da biologia do animal.

Segundo Broom e Molento (2004), bem-estar é um termo utilizado para animais, incluindo o homem e requer uma definição estrita se a intenção é a sua utilização de modo efetivo e consistente. Um critério essencial para uma definição de bem-estar animal útil é que esta se deve referir a uma característica individual do animal e não a algo fornecido ao animal pelo homem. O bem-estar de um animal pode melhorar como resultado de algo que lhe seja fornecido, mas o que se oferece não é, em si, bem-estar

Para se definir o bem-estar de um determinado animal, segundo Paranhos da Costa e Pinto (2006), devem-se considerar três abordagens distintas, porém complementares, descritos a seguir:

1. Estado psicológico do animal – quando o bem-estar é definido em função dos sentimentos e emoções dos animais, sendo que animais com medo, frustração e ansiedade enfrentariam problemas de bem-estar.

2. Funcionamento biológico do animal – os animais deverão manter suas funções orgânicas em equilíbrio, sendo capazes de crescer e de se reproduzir normalmente, estando livres de doenças, injúrias e sem sinais de má nutrição, além de não apresentarem comportamentos e respostas fisiológicas anormais.

3. Vida natural – assume-se que os animais deveriam ser mantidos em ambientes próximos ao seu habitat natural, tendo liberdade para desenvolver suas características e capacidades naturais, dentre elas a expressão do comportamento.

O principal indicador para avaliar o bem-estar dos animais é o estresse. Esse termo foi utilizado pela primeira vez em 1936, pelo austríaco Selye¹, que o definiu como o estado orgânico, em resposta a ações de agentes de qualquer natureza, com uma série de reações não específicas de adaptação.

Moberg (2000) descreveu o estresse como um conjunto de reações obtidas quando um indivíduo percebe que sua homeostasia está ameaçada, necessitando de ajustes fisiológicos ou comportamentais para adequar-se aos aspectos adversos do manejo ou ambiente. Esse conjunto de respostas do organismo ao estresse é definido por Dukes e Swenson (1996), como uma prioridade reguladora do organismo que permite a manutenção do seu equilíbrio interno e é essencial a sua própria existência.

Os fatores exógenos que provocam o estresse, denominados estressores, são o calor, o frio, a umidade, a fome, a sede, as infecções, os esforços corporais, a dor, a poluição sonora, a elevada densidade populacional, o isolamento, o medo, a ansiedade, o transporte e o tempo de espera durante o manejo pré-abate, dentre outros (TEIXEIRA, 2005).

A primeira reação ao estresse é o reconhecimento do agente estressor com alteração do comportamento. Portanto, os animais têm reações comportamentais ao

¹ SEYLE, H. Stress Syndrome: A syndrome produced by diverse noxious agents. **Nature**, v.32, p.138, 1936.

serem expostos a estímulos estressantes na tentativa de escapar ou aliviar-se do estressor (MOBERG, 2000). As alterações comportamentais de estresse são rápidas, especialmente em situações agudas que revelam medo e refletem o sentimento dos animais para evitar o agente estressor (PASSILLÉ et al, 1995).

Diversos comportamentos são capazes de fornecer uma informação imediata sobre o bem-estar dos animais, como uma simples troca de posição ou lugar, vocalização, estereopatias ou até alta agressividade.

Quando a resposta comportamental não alivia o estresse, o animal necessita alterar seu estado biológico, ativando seu sistema nervoso autônomo, como segunda defesa, através de uma resposta rápida, denominada “alarme”, “síndrome de emergência” ou “reação de luta ou fuga” (CANNON², 1929 apud LUDTKE, 2008).

A resposta ocorre quando os estímulos externos e internos são conduzidos via sistema nervoso por neurotransmissores, até o hipotálamo, onde é secretado o hormônio liberador de corticotrofina (CRH). Esse hormônio é transportado até a hipófise (pituitária), estimulando a síntese e a liberação de adrenocorticotrófica (ACTH), que, por sua vez, estimula a liberação de glicocorticóides (cortisol) e catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) pela glândula adrenal. O CRH estimula a resposta rápida de “luta e fuga”, que, num mecanismo coordenado pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), cria diferentes sinais, entre os quais se encontra o aumento da frequência respiratória e cardíaca nos animais (MATTERI; CARROLL; DYER, 2000).

Os glicocorticóides (cortisol) desempenham importante papel na gliconeogênese, que, no fígado, converte gordura e proteína em glicose para produção de energia. Esses hormônios potencializam a síntese e ação da epinefrina, a qual estimula a gliconeogênese e lipólise, mobilizando os estoques de energia para uma vigorosa atividade, regulando, ao mesmo tempo, a concentração de glicocorticóides para manter a homeostasia (LUDTKE, 2008).

² CANNON, W. B. Bodily in Pain, Hunger, Fear and Range: **An account of recent researches into the function of emotional excitement**. Nova York: Appleton, 1929.

O aumento na liberação de hormônios adrenérgicos e corticosteroides interferem nos níveis de glicogênio e fosfocreatina muscular e, conseqüentemente, nas concentrações de ATP, lactato e íons hidrogênio. O acúmulo de lactato e íons hidrogênio causam o declínio do pH *post mortem* (WARRISS et al, 1998a), que irá interferir na qualidade final da carne.

Moberg (2000) acredita que o principal problema não está na natureza das defesas biológicas durante o estresse, mas no seu impacto para o animal. Portanto, para determinar quando ou quanto o estresse afeta o bem-estar animal, deve-se avaliar o custo do desvio de energia de outras funções biológicas.

Em síntese, os animais em estresse durante o manejo pré-abate apresentam aumento da temperatura corporal e da frequência respiratória, alta concentração de cortisol plasmático, glicólise rápida com queda do pH muscular, rápida desnaturação proteica e um rápido estabelecimento do *rigor mortis*, e a combinação desses acontecimentos altera a conversão normal do músculo em carne.

Para uma melhor compreensão das reações ligadas ao estresse em animais é necessária a avaliação de medidas comportamentais e fisiológicas, garantindo-se uma maior acurácia dos dados colhidos (GRANDIN, 1997).

Nesse sentido, avaliações de características bioquímicas do sangue (adrenalina, noradrenalina e cortisol), aliada a avaliações do comportamento dos animais e características físico-químicas da carcaça e da carne, auxiliam na determinação do nível de estresse sofrido pelos mesmos, na fase pré-abate.

2.2. Indicadores comportamentais do estresse

O fato de um animal evitar um determinado objeto ou uma situação fornece evidências fortes de seus sentimentos e, portanto, em seu bem-estar. Quanto mais forte for o ato de evitar, menor será o bem-estar enquanto o objeto estiver presente ou o acontecimento estiver ocorrendo (BROOM; FRASER, 2007).

Dentre os indicadores comportamentais do estresse, a medida do temperamento pode ser utilizada como um indicativo de estresse, dor ou desconforto (GRANDIN, 1997) e alguns criadores já consideram essa característica no momento da seleção dos rebanhos.

Apesar das diferentes definições encontradas na literatura, o temperamento refere-se a dimensões gerais de comportamento sendo representado por padrões gerais de desenvolvimento, manifesta-se já nas primeiras fases do desenvolvimento do indivíduo, é relativamente estável ao longo do tempo, apresenta substrato biológico e tem sua expressão influenciada por fatores do contexto (GOLDSMITH; RIESER-DANNER, 1986).

Segundo Burrow (1997), o temperamento é uma resposta do animal ao manejo pelo homem e que geralmente está relacionada ao medo, podendo causar mudanças comportamentais e fisiológicas, que se estendem desde demonstração de baixa reatividade e docilidade até a expressão de medo, apatia, fuga ou afastamento e comportamentos de ataque ou agressão.

A reatividade está ligada ao temperamento e define-se como qualidade ou estado daquele que protesta ou luta, sendo sua expressão dependente de vários componentes como, por exemplo, a intensidade do estímulo e o significado do estímulo para o indivíduo, a motivação e a intensidade de resposta (PIOVEZAN, 1998). A forma de perceber e lidar com os fatores estressantes são individuais e as diferentes percepções de estresse têm diferentes consequências sobre as resposta comportamental do animal. Animais mais reativos têm respostas comportamentais mais intensas, menor capacidade adaptativa às mudanças ambientais e maior susceptibilidade aos agentes estressantes do que animais menos reativos, logo são mais propícios ao desencadeamento e desenvolvimento do processo de estresse (PRAYAGA; BARENDSE; BURROW, 2006).

Vários métodos têm sido estudados com a finalidade de avaliar a reatividade dos animais, sendo que os mais utilizados são os testes com e sem restrição, relação materno filial, escore de movimentação de balança, velocidade de fuga e tempo de fuga (ROLL et al., 2006) e o "REATEST[®]" desenvolvido por MAFFEI et al. (2006).

O teste com restrição, denominado “teste de aparte”, é utilizado para bovinos e um animal dentre 10 é apartado do lote em um curral de 100 m² e o tempo despendido desde o reconhecimento do animal sorteado até seu completo isolamento do rebanho é registrado, adotando-se um tempo máximo de três minutos para cada tentativa. O teste sem restrição, chamado também de “teste de restrição”, consiste na condução do animal para um curral de 55 m² e a entrada de uma pessoa que, após trinta segundos de permanência, procura manter o animal restrito a um canto de 4 m² de área por um período máximo de 150 segundos após o animal adentrar a área de teste (BOIVIN; LE NEINDRE; CHUPIN, 1992).

O'Connor e colaboradores (1985) desenvolveram um método denominado escore de comportamento materno (ECM), aplicado nas primeiras 24 horas de vida do cordeiro, com atribuição de cinco escores conforme a proximidade da ovelha ao seu cordeiro, à medida que este é manejado. Segundo esses autores, as ovelhas com menores cuidados maternos direcionados aos seus cordeiros tendem a apresentar maiores taxas de mortalidade de cordeiros, principalmente nos seus primeiros dias de vida.

Para a movimentação em balança, tronco de contenção ou seringa, pode-se utilizar a aplicação de escores, seguindo a definição de Fordyce et al. (1982), medindo o grau de perturbação do animal quando este é submetido a uma determinada situação de manejo. Os animais são classificados de acordo com suas reações (intensidade e frequência de movimentos, respiração, vocalização). Nas escalas nominais os valores extremos representam os animais mansos e os mais agressivos, respectivamente, com os níveis variados representados pelos valores intermediários da escala. Geralmente na literatura encontram-se escalas variando de 3 a 10 níveis de escore (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

Piovezan (1998) utilizou uma escala de 1 a 5 para avaliar a reatividade de vacas e novilhas da raça Nelore por meio da movimentação na balança, onde 1 = pouco deslocamento dentro da balança, parado a maior parte do tempo; 2 = animal geralmente calmo, com alguma movimentação e movimentos de cauda ocasionais e vigorosos; 3 = deslocamento frequentes e vigorosos; 4 = deslocamento quase contínuo dentro da balança, movimentos vigorosos e abruptos; 5 = deslocamento

contínuo, saltos, tentativa de fuga, movimentos de cauda contínuos e vigorosos. Maffei (2004) utilizou uma escala de 1 a 5 para avaliar a reatividade de animais da raça Nelore, em ambiente de contenção (balança), sendo 1= animal muito dócil e 5= animal muito agressivo. Silveira, Fischer e Soares (2006) trabalharam com bovinos da raça Angus e cruzados Charolês x Nelore, e utilizaram 1 = animal Calmo e 5 = Animal Muito Reativo ou Intratável/Perigoso. Em ovinos, Leme (2009) utilizou uma escala de 1 para animais com baixa reatividade ou calmos, 2 animais com média reatividade ou inquieto e 3 para animais muito reativo ou perturbado e sugeriu que uma escala mais detalhada, de 4 ou 6 escores, pelo fato de permitir uma melhor quantificação dos diferentes padrões de comportamento durante a avaliação e servir como critério de desempate, aumentando o nível de discriminação da escala.

O teste de velocidade de fuga ou velocidade de saída consiste na quantificação do tempo gasto para que os animais percorram uma distância conhecida, no qual os animais mais rápidos recebem as piores menções quanto ao temperamento (BURROW; SEIFERT; COBERT, 1988). Burrow (1991) determinou com animais com valores inferiores a 0,7 segundos no teste de velocidade de fuga (considerando uma distância de 1,7m para bovinos) podem ser classificados como reativos, enquanto aqueles cujos tempos são iguais ou superiores a 0,9 segundos podem ser classificados como dóceis, por terem respondido melhor a treinamentos.

A distância de fuga é um método quantitativo, e mede a distância mínima que um animal isolado permite a aproximação de um experimentador antes de reagir, com fuga ou agressão (FORDYCE, 1988).

Maffei (2004) desenvolveu o REATEST® que é um teste de reatividade animal em ambiente de contenção móvel, realizado dentro da balança durante os primeiros vinte segundos após a entrada do animal, consistindo em quantificar o temperamento por meio de um dispositivo eletrônico, acoplado a balança. Esse dispositivo é dotado de um mecanismo capaz de quantificar a movimentação do animal e de fornecer por meio de frequência da intensidade desta movimentação e, ou de sua variação temporal. Nesse teste, resultados mais elevados indicam animais mais reativos, com movimentos mais intensos e frequentes, tendendo a ter temperamento mais agressivo do que animais com menores pontuações (menos

reativos), os quais produzem movimentos leves e ocasionais, tendendo a ter temperamento mais dócil.

Segundo Paranhos da Costa e colaboradores (2002), as medidas de escore composto, velocidade de saída e distância de fuga são medidas representativas da reatividade (definida como a qualidade ou estado daquele que protesta, luta), não caracterizando o temperamento no seu sentido mais amplo. Ou seja, como o conjunto de traços psicofisiológicos estáveis de um dado indivíduo, determinando suas reações emocionais.

As justificativas para a preocupação em selecionar animais menos reativos são várias e todas elas partem da pressuposição de que o “temperamento” contribui para a otimização do sistema de produção. Medo e ansiedade são estados emocionais indesejáveis nos bovinos, pois resultam em estresse e consequente redução no bem-estar dos animais (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

A reatividade trata-se, portanto de uma característica com valor econômico, pois animais mais reativos podem se tornar mais estressados durante o manejo, causando menor desempenho e rendimento de carcaça e pior qualidade de carne, principalmente devido a contusões e problemas relacionados ao pH elevado. Além disso, animais mais reativos apresentam maiores custos com mão-de-obra, pela necessidade de maior número de pessoas durante os manejos, maior frequência de manutenção das instalações e acidentes com os próprios animais e com as pessoas (BURROW; DILLON, 1997), sendo que essa característica já vem sendo utilizada em programas de melhoramento genético.

2.3. Indicadores fisiológicos do estresse

Os animais apresentam inúmeras mudanças fisiológicas quando expostos a uma série de situações nocivas, como fome, sede, medo, dor e segundo Huntingford (1984), estas mudanças ocasionam um aumento na atividade autônoma e na produção de hormônios, que são ditas resultantes do estresse. Uma vez que estas

respostas fisiológicas apresentam-se em situações onde efetivamente o animal e a integridade de suas funções estão em perigo, é importante detectar o quanto o animal está sofrendo. Nesse sentido, alguns indicadores fisiológicos como frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura corporal e concentração sérica de hormônios adrenais são utilizados para a avaliação do estresse nos animais, e as circunstâncias em que os animais se encontram no momento da medida são de extrema importância já que estes indicadores refletem o estado momentâneo do organismo (LEME, 2009).

O eixo hipotálamo-hipófise-adrenal exerce um papel fundamental na resposta aos estímulos internos e externos, que atuam como estressores, sendo sua ativação e a consequente variação do nível de cortisol plasmático as primeiras respostas de um animal frente às condições estressantes (COSTA e SILVA, 2004).

O agente estressor atua via sistema nervoso central sobre as células neurosecretoras hipotalâmicas, que reagem elevando o padrão de secreção de hormônio corticotrófico (CRH), que, por meio do sistema capilar porta-hipofisário, é transportado para os lóbulos anteriores da hipófise (adenohipófise), estimulando a secreção de corticotrofina. Esse, por sua vez, estimula a região cortical da adrenal para liberar o cortisol, e, em menor escala, os outros glicocorticosteróides, além de produzir as catecolaminas na porção medular (GUYTON³, 1976 apud TEIXEIRA, 2005).

As catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) preparam o organismo para uma ação protetora, mobilizando os recursos energéticos do corpo, uma vez que, em geral, situações de perigo demandam reações vigorosas. Elas afetam o metabolismo da glicose, ao tornar acessíveis os nutrientes guardados nos músculos, fornecendo energia para exercícios fatigantes (MOBERG, 2000).

Os glicocorticosteróides (cortisol e corticosterona) exercem um efeito no metabolismo da glicose, por meio da mobilização e degradação de proteínas e gorduras (gliconeogênese), resultando no aumento da concentração de açúcar no

³ GUYTON, A.C. Endocrinologia e reprodução. In: _____. Fisiologia Humana. Rio de Janeiro: Interamericana, 1976.p.430-440.

sangue. Simultaneamente ao incremento da gliconeogênese ocorre uma inibição da síntese de ácidos graxos no fígado, observando-se também uma redução na utilização de glicose nos tecidos gorduroso e muscular. A gliconeogênese, estimulada pelos glicocorticosteróides, desempenha um papel importante na adaptação do organismo aos agentes estressores, onde mais glicose (energia) é colocada à disposição do metabolismo celular (ENCARNAÇÃO, 1997).

Na maioria das espécies, os glicocorticóides são liberados em até 2 minutos após o estresse. Dessa forma, os efeitos de um tratamento específico pode ser medido se a amostra sanguínea for coletada em 2 minutos (BROOM; JOHNSON, 1993).

Segundo Silanikove (2000), o nível de cortisol plasmático aumenta cerca de 20 minutos após a exposição do animal ao estresse agudo, alcançando um platô em 2 horas, sendo que sua meia-vida é de 70 minutos após a liberação na corrente sanguínea (FARWELL et al., 1983). Além disso, sua concentração sofre variações ao longo do dia, devido ao ritmo circadiano (período de 24 horas) e a magnitude da resposta pode variar de acordo com o a etapa deste ciclo. Snoj et al. (1994) verificaram variações diurnas e noturnas, com aumentos ao nascer do sol, no começo da tarde e durante a noite.

Outra parte do cortisol que não atinge o sangue se difunde na glândula salivar, desta forma, após um pequeno período de tempo, é possível medi-lo na saliva, embora suas concentrações sejam mais baixas do que no plasma. Em uma situação onde é difícil obter uma amostra de sangue ou saliva, podem-se medir glicocorticóides ou seus metabólitos na urina e nas fezes. Porém, o tempo que leva para as substâncias excretadas chegarem à urina ou às fezes deve ser levado em consideração (BROOM; FRASER, 2007).

Segundo Encarnação (1997), em ovinos a concentração plasmática média de cortisol oscila entre 6 e 14 ng.ml⁻¹. Porém, Hargreaves e Hutson (1990) e Minton, Apple e Parsons (1995), dosaram esse hormônio em ovinos, sem imposição de nenhum tipo de estresse, relataram valores inferiores ao valor médio de 20 ng.ml⁻¹.

Grandin (1994) observou que em situações de extremo estresse, os valores de cortisol podem dobrar ou quadruplicar. Após o corte da cauda o nível de cortisol

dos cordeiros aumenta 60% em relação ao nível basal e 97% após a castração, mantendo-se elevado nas 24 horas seguintes (TURNER, 2004). Um aumento significativo nos valores de cortisol foi encontrado por Hargreaves e Hutson (1990) quando utilizaram a tosquia como um agente estressor.

Leme et al. (2012) avaliaram a influência do acesso visual ao ambiente externo durante o transporte de cordeiros até o abatedouro, e verificou um aumento significativo da concentração sérica de cortisol em animais transportados em caminhões com gaiolas abertas, pela influência da movimentação relativa, perceptível pelos animais de tudo o que se apresentou visualmente e em movimento, tais como as imagens do trajeto, outros veículos e edificações.

Bórnez, Linares, e Vergara (2009) avaliaram o efeito do horário da colheita de sangue nas características bioquímicas do sangue de cordeiros transportados para o abate, e encontraram diferenças nos níveis séricos de cortisol, sendo que os menores valores foram observados após a espera no curral do frigorífico, concordando com o que foi relatado por Tadich et al. (2009) e Knowles et al. (1993, 1995) que encontraram uma diminuição nos valores de cortisol após 6, 10 e 12 horas de descanso.

Shaw e Tume (1992) sugeriram que na comparação de dois tratamentos, em relação ao estresse, o grupo que apresentar valores médios mais baixos de cortisol deve ser considerado como o menos estressado, portanto, não prescindindo de padrões pré-estabelecidos.

No caso dos animais para abate, as informações adicionais do estresse *ante-mortem*, podem ser obtidas por avaliações nas carcaças e na carne (SHAW; TUME, 1992).

A incidência de danos na carcaça, como lesões de pele (contusões) pode ser um bom indicativo para avaliar as condições de bem-estar no manejo pré-abate. Segundo a Norma Chilena Oficial (NCh1306.Of.2002) de classificação de carcaças e a AUS-MEAT (2010), o nível de contusão pode variar de ausente até grau III. Carcaças classificadas como ausente seriam aqueles que não apresentaram contusões. A primeira (grau I), apresentam apenas lesões em tecidos subcutâneos, o grau II possuem lesões mais profundas, ou seja, atingem também tecidos

musculares, e a contusão de grau III apresentam comprometimento do tecido ósseo ou hematomas localizados no lombo. Além disso, Grandin (2000) classifica as contusões quanto ao tempo, onde cita que as lesões antigas têm uma mucosidade amarelada facilmente observável, o que não existe naquelas recentes.

A avaliação do glicogênio muscular e do pH final da carcaça no momento do abate são extremamente importantes, pois estes irão refletir o estresse sofrido durante o manejo pré-abate, além de influenciarem diretamente na qualidade final da carne. O glicogênio presente no músculo no momento do abate é metabolizado por processo anaeróbico, resultando na formação de ácido láctico e na acidificação da carne. O valor do pH final na carne ovina varia de 5,5 a 5,8, porém, em situações de estresse intenso e crônico pode ocorrer exaustão muscular, formando grandes quantidades de ácido láctico, resultante da degradação intensa do glicogênio e valores altos (6,0 ou acima) podem ser encontrados em casos de depleção dos depósitos de glicogênio muscular antes do abate (SILVA SOBRINHO, 2005). Watanabe, Daly e Devine (1996), estudaram a natureza da relação entre maciez e pH final (valores de 5,4 a 6,7) em ovinos de duas idades e observaram que a força de cisalhamento máxima foi encontrada em músculos ou amostras cujo pH foi 6,1.

2.4. Cromo (Cr)

O uso dos minerais orgânicos vem se destacando na nutrição animal no mundo inteiro devido a sua absorção próxima a 100%, a alta estabilidade e disponibilidade biológica, a maior tolerância do organismo animal (menos tóxico) e a ausência de problemas de interações com outros macros e micro-minerais da dieta. No caso de haver interação com outros minerais, pode causar uma insolubilização de parte dos minerais, com outros nutrientes da dieta, como gordura e fibra, que podem formar ligações indesejáveis com os metais, insolubilizando-os (MALETT, 1984).

Embora não exista um consenso sobre a essencialidade do Cr para os animais, muitos pesquisadores o classificam como um elemento essencial por ativar enzimas e estabilizar proteínas e ácidos nucleicos. Além disso, provavelmente possui atividade sobre o metabolismo, sanidade e desempenho tanto nos animais de produção como nos animais de laboratório e em humanos (SELL, 1997).

O Cr pode ser encontrado na natureza tanto em sua forma orgânica, quanto inorgânica. As fontes orgânicas incluem Cr-L-metionina, complexo cromo-ácido-nicotínico, Cr picolinato e levedura de Cr. A fonte inorgânica mais comum é o cloreto de cromo. O Cr inorgânico apresenta uma menor absorção, na ordem de 1 a 3% (OFFERNBACHER et al., 1986) e uma menor atividade biológica que o Cr orgânico. Devido sua baixa taxa de absorção, o Cr inorgânico tem sido utilizado como marcador em estudos de digestibilidade. Na forma de levedura o Cr apresenta melhor biodisponibilidade e absorção, sendo o composto preferencial em estudos que visam suplementar Cr na dieta animal (LYONS, 1997).

A principal função do Cr é a potencialização da ação da insulina e na sua forma biologicamente ativa, constitui o fator de tolerância à glicose (GTF) (ANDERSON e MERTZ, 1997). O Cr é necessário como co-fator na mobilização da glicose da circulação para os tecidos periféricos. O GTF é essencial para o metabolismo normal dos carboidratos, proteínas e lipídios. Suas fontes naturais são as leveduras de cerveja, fígado, rins, pimenta e farinha de aveia. O cromo quelatado com aminoácidos têm sido usado com sucesso na alimentação de ruminantes (BURTON et al., 1993; CHIRASE et al., 1991; EVANS e POUCHNIK, 1993; KEGLEY et al., 2000).

Mooradian e Morley (1987) afirmaram que o GTF facilita a interação entre a insulina e seus receptores nos tecidos alvos como músculo e tecido adiposo. Desta forma, ocorre a potencialização da atividade anabólica da insulina, sendo a função principal do GTF a regulação dos níveis sanguíneos da glicose. Quando ligada ao seu receptor, a insulina possibilita a absorção e o metabolismo celular da glicose participando do mecanismo bioquímico de sua remoção do sangue. Uma vez, absorvida pela célula, este carboidrato é utilizado como fonte de energia o qual, por regulação anabólica como a exercida pelo hormônio do crescimento (GH) e do fator

de crescimento insulínico I (IGF-I) controlam a síntese de proteínas e proporcionam manutenção e função dos órgãos. A insulina inibe a gliconeogênese que é o processo de formação de glicose a partir de aminoácidos e glicerol. O GTF também estimula a conversão de tiroxina (T4) em triiodotironina (T3), muito ativa sobre o metabolismo basal, aumentando o consumo de oxigênio e a produção de calor, a metabolização dos lipídios, proteínas e carboidratos no fígado, rins, coração e músculos (BURTON, 1995).

Em condições de estresse, como durante o desmame, pesagens, transporte e espera antes do abate dos animais, há um aumento dos níveis sanguíneos de glicose e simultaneamente do hormônio cortisol. Então o metabolismo da glicose é diminuído com o aumento da secreção do cortisol no sangue, pois ele reage antagonicamente à insulina, prevenindo a entrada da glicose em tecidos periféricos (músculo e gordura), economizando-a para tecidos com elevada demanda, como cérebro e fígado (BARUSELLI, 2003).

Isso resulta na elevação da glicose sanguínea e subsequente mobilização do Cr (Cr 3+) dos estoques corporais. Quando o Cr é insuficiente, a ação da insulina é prejudicada, havendo alterações nos metabolismos dos carboidratos, aminoácidos e lipídeos (BURTON et al., 1993; MOWAT, 1997), que se soma ao efeito supressor do sistema imunológico (resposta imuno-humoral, células imunomediadoras) mediado pelo cortisol.

Ainda não se conhece exatamente o mecanismo no qual o cromo afeta a produção de cortisol, mas como ele integra o fator de tolerância à glicose, potencializando a ação da insulina, que é inibida pelos glicocorticóides, pode inversamente inibi-los. O estresse e as doenças aumentam a excreção urinária de Cr e podem exacerbar a deficiência deste elemento (MERTZ, 1993).

Recentemente vários estudos foram realizados com a finalidade de avaliar os efeitos da suplementação com Cr na dieta de ruminantes. Esses experimentos demonstraram que o Cr proporciona uma menor morbidade, além de aumentar a capacidade imunológica dos animais (BURTON et al., 1993), associado ao melhor desempenho (MOWAT, CHANG, YANGA, 1993; CHANG, MOWAT e MALLARD,

1994) e a uma redução na concentração plasmática de cortisol (MONSIE-SHAGEER e MOWAT, 1993; MOWAT, 1997).

Luseba (2005) e Polizel Neto et al. (2009) utilizando $0,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração e $2 \text{ mg} \cdot \text{animal}^{-1}$ por dia de cromo levedura, respectivamente, em bovinos e concluíram que esta ele aumenta o ganho de peso e o rendimento de carcaça. Assim como Chang e Mowat (1992), que afirmaram que a suplementação diária de 2 mg com cromo levedura é importante em situações de estresse como transporte, adaptação, alta taxa de lotação durante o confinamento. Em ovinos foram verificados efeitos positivos da suplementação de $2,5 \text{ mg}$ e $3,5 \text{ mg}$ de Cr levedura no desempenho e na composição da carcaça de cordeiros (DOMINGUES VARA, 2009; ARVIZU, 2011).

Além disso, a suplementação de Cr tem um importante efeito na qualidade de carcaça, devido ao *input* de glicose intramuscular. Mooney e Cromwell (1997), trabalhando com suínos suplementados com picolinato de cromo a $400 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração não encontraram alteração no ganho de peso, nem na cobertura de gordura, entretanto, observaram incremento na área de olho de lombo, aumento na percentagem de músculos e decréscimo na percentagem de gordura total. Com relação às carcaças, ou mesmo autores observaram um aumento na quantidade de água e proteína e redução do teor lipídico do grupo suplementado em relação ao grupo não suplementado.

Clayes, Spears e Kegley (1994) verificaram que carnes oriundas de bovinos suplementados com diferentes níveis de Cr receberam classificações qualitativas melhores em relação às carnes provenientes de animais não suplementados, em virtude do aumento da gordura intramuscular. Resultados semelhantes foram encontrados por Arvizu (2011), que encontraram um aumento de 27% de gordura intramuscular nos ovinos suplementados com cromo.

2.5. Bem-estar animal durante o manejo pré-abate

Entende-se por manejo pré-abate as ações realizadas com os animais, seja na propriedade, durante o transporte ou no frigorífico, até o momento da sangria. O embarque dos animais na fazenda é o início do processo de pré-abate dos animais, e é o momento que estes estarão susceptíveis a entrar em estresse.

O procedimento de embarque e desembarque dos animais para abate é realizado, na maioria das vezes, por pessoas que não têm nenhum conhecimento dos princípios básicos do bem-estar (BARBALHO et al., 2004). Além disso, utilizam choques elétricos, comprometendo a qualidade da carcaça, que poderá sofrer lesões durante o processo de condução, entrada e saída dos animais do caminhão de transporte (BARBOSA FILHO e SILVA, 2004). Estas etapas do manejo pré-abate, quando bem conduzidas, não irão produzir estresse excessivo.

O ideal é que os currais sejam construídos no mesmo nível que o piso dos caminhões para eliminar as rampas durante o embarque e o desembarque, mas quando isso não for possível o ângulo formado pela rampa de acesso ao veículo em relação ao solo não deve ser superior a 20°, sendo desejável um ângulo de 15° (CORTESI, 1994). Além disso, é imprescindível o treinamento das equipes envolvidas no manejo dos animais, pois em situações de mudança de ambiente a primeira reação dos animais é parar e reconhecer o local. Porém, devido à falta de percepção dos produtores e condutores dos veículos quanto ao comportamento dos animais e às deficiências nas instalações, há o desencadeamento de ações agressivas a fim de proporcionar "rapidez" nesta etapa.

O transporte de animais é um fator econômico muito importante, pois pode causar estresse físico, psicológico e fisiológico nos animais de produção (KNOWLES, 1998) além de efeitos negativos sobre a saúde, o bem-estar, o desempenho dos animais e sobre a qualidade do produto final (VON BORELL, 2001). O aumento do estresse durante o transporte é proporcionado pelas condições desfavoráveis como privação de alimento e água, alta umidade, alta velocidade do ar e densidade de carga (SCHARAMA et al., 1996). Segundo Knowles (1999) o

transporte rodoviário, em condições desfavoráveis pode provocar contusões, perda de peso, estresse e em caso mais graves até a morte dos animais.

Em janeiro de 2005, a Comissão da União Européia publicou o regulamento relativo à proteção dos animais durante o transporte (EC, 2005), que estabelece normas específicas para atender o alto nível de bem-estar dos animais durante o transporte. A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2006) adotou novos padrões para proteção dos animais durante o transporte. As novas regras recomendam que o transporte seja realizado com espaço suficiente para os animais deitarem, considerando o clima e a capacidade de ventilação dos veículos (OIE, 2006). Além disso, a OIE definiu em cada país membro uma Comissão de pesquisadores para investigar e incentivar a implantação de padrões globais de bem-estar no transporte. Deste modo, criou-se a necessidade de que os países revisem e atualizem as regulamentações para o transporte dos animais com a perspectiva de melhorias no bem-estar e de manterem-se no mercado internacional (BENCH; SCHAEFER; FAUCITANO, 2008).

Segundo Braggion e Silva (2004), o transporte representou a segunda maior causa de lesões em carcaças, devido à alta densidade de carga associada com maior reação de estresse, risco de contusão e números de quedas. A extensão das contusões nas carcaças representa uma forma de avaliação da qualidade do transporte, afetando diretamente a qualidade da carcaça, considerando que as áreas afetadas são removidas das carcaças, resultando em perda econômica, além de indicar problemas com o bem-estar animal (JARVIS e COCKRAM, 1994).

O número de animais a ser transportado deve ser considerado, já que uma super ou sublotação irão causar problemas de lesões e quedas durante o transporte, além disso, não se devem misturar categorias de animais para evitar brigas. Segundo Knowles (1999) o transporte rodoviário, em condições desfavoráveis, pode provocar a morte dos animais ou conduzir a contusões, perda de peso e estresse dos animais.

Segundo a Diretiva Européia 95/29 /EC, a densidade de transporte deve ser de 0,2 m² por cordeiro com peso inferior a 55 kg, mas não específica à superfície mínima do transporte. Segundo o Departamento de Alimentos e Assuntos Rurais da

Escócia o caminhão deve ter potência suficiente para suportar o peso dos animais, ter equipamentos projetados para uma operação rápida e fácil e sugere como ideal, um comprimento de 3,10 metros para cada compartimento do caminhão.

A alta densidade irá impedir os animais de se deitarem (COCKRAM et al. 1996) e isso pode causar fadiga e lesão muscular, especialmente durante as viagens longas (KNOWLES et al., 1998). Em particular, ovinos não se deitam imediatamente após o início de uma viagem, mas esse comportamento ocorre após de quatro horas de viagem, desde que tenham espaço suficiente (COCKRAM et al. 1996; KNOWLES et al., 1998). Portanto, ovinos podem não deitar-se durante percursos curtos, mas sim durante viagens mais longas (GRANDIN, 2000).

Algumas indústrias sugerem que os animais sejam transportados em densidades mais elevadas para ajudá-los a se equilibrar e evitar lesões. No entanto, evidências experimentais sugerem que os animais requerem espaço para fazer os ajustes de posicionamento, a fim de manter seu equilíbrio. Buchenauer (1994) relatou que as ovelhas não tentam se sustentar uma nas outras, mas tentam manter o equilíbrio de forma independente, e que a falta de espaço torna isso mais difícil. De acordo com o Buchenauer (1996) o recomendável é uma densidade de $1,14 \text{ m}^2.100 \text{ kg}^{-1}$ para cordeiros que pesam entre 35 e 40 kg. Já Cockram et al. (1996) trabalhando com cordeiros de 35 kg em densidades de 0,22 e $0,41 \text{ m}^2$ por animal não encontraram nenhuma evidência para sugerir que o aumento do espaço por animal tivesse aumentado o risco de ferimentos, mas afirmou que pelo menos $0,77 \text{ m}^2.100 \text{ Kg}^{-1}$ foram necessários para permitir que a maior parte de cordeiros pudessem se deitar. Knowles et al. (1998) constataram que cordeiros de 37 kg a uma densidade de $0,61 \text{ m}^2.100 \text{ kg}^{-1}$ tinham altos níveis plasmáticos de creatinaquinase após 24 horas de transporte, indicativo de fadiga causada provavelmente pela incapacidade dos animais se deitarem facilmente.

Broom e Fraser (2007) monitoraram o aumento do cortisol plasmático durante o transporte de ovinos e, apesar de não haver ações brutais, e os funcionários manejarem os animais com o máximo de cuidado, foi possível observar claramente a perturbação dos animais, com o aumento dos níveis de cortisol durante as primeiras 6 horas. À medida que os animais se adaptam ao novo ambiente, a concentração de

cortisol diminuía chegando próximos aos níveis basais. Tadich e colaboradores (2009) avaliaram a concentração de cortisol sérico de cordeiros antes e após o transporte e encontraram um aumento de 44% na concentração do cortisol depois do transporte.

A mortalidade e o aparecimento de lesões na carcaça podem ser um bom indicador de bem-estar durante o transporte, no entanto, as taxas de mortalidade entre os ovinos são baixas quando comparadas com outras espécies (KNOWLES, 1998). Em uma pesquisa com aproximadamente 600.000 cordeiros, Knowles, Maunder e Warriss (1994b) constataram que 1,25% das carcaças foram condenadas por hematomas, sendo que foram considerados apenas hematomas graves o suficiente para causar perdas econômicas. Cockram e Lee (1991) encontraram hematomas visíveis em 71% dos cordeiros e 49% das ovelhas, em um total de 2.010 animais, a maior parte no dorso e pescoço. As causas mais prováveis dos ferimentos foram a monta por outras ovelhas e o “puxão da lã” durante o manejo. Knowles, Maunder e Warriss (1994b) constataram que cordeiros tosquiados sofreram menos hematomas, provavelmente como resultado da diminuição do “puxão pela lã”.

É fundamental que logo após o desembarque no abatedouro, os animais tenham a sua disposição um local, curral de espera, onde permanecerão por um tempo suficiente para que se acalmem e descansem da viagem, antes de prosseguirem para as próximas etapas do abate (DEVINE et al., 2006).

Esse período de descanso da viagem é considerado como um meio de prevenir os efeitos da privação alimentar e de água, mas, segundo o Comitê Científico de Saúde e Bem-estar animal da União Européia (2005) períodos de descanso curtos, de uma hora, por exemplo, são insuficientes e podem até ter efeitos negativos sobre bem-estar.

Para viagens com duração superior a 12 horas, os animais devem receber água e comida durante a viagem (Comitê Científico de Saúde e Bem-estar animal da União Européia, 2005). Com trajetos mais longos, há uma perda progressiva de peso corporal e de carcaça (KNOWLES, 1998). A perda de peso vivo é de 5,5 a 6%, após 15 horas de transporte (BROOM et al., 1996; KNOWLES et al., 1996) e de 7 a

8% após 24 horas de transporte (KNOWLES et al., 1995, 1996), sendo que a maior parte das perdas ocorrem durante as primeiras 15 horas (KNOWLES, 1998). Knowles et al. (1993) não encontraram evidências de desidratação durante viagens de até 24 horas em temperaturas abaixo de 20°C. No entanto, quando as temperaturas ficavam acima de 20°C em grande parte da viagem, havia indicações claras de desidratação (KNOWLES; MAUNDER; WARRISS, 1994b) e os efeitos do estresse físico, tais como o transporte, pode ser reforçado, se os animais estão desidratados (PARROTT; MATHEWS, 1991). Em ruminantes, o rúmen tem 15 a 20% do total água corporal (DAHLBORN; HOLTENIUS, 1990) e pode agir como um amortecedor contra a desidratação. Além disso, as ovelhas são bem adaptadas à seca, sendo capazes de produzir urina concentrada e fezes relativamente secas.

Hall, Schmidt e Broom (1997) estudaram o comportamento alimentar de ovinos após 14 horas de privação e concluíram que nos ovinos a procura por alimentos e por água dentro da primeira hora foi geralmente baixa ou desequilibrada. Knowles et al. (1993) encontraram que a recuperação depois de longas viagens ocorreu ao longo de três fases e que após 24 horas de descanso os ovinos pareciam ter se recuperado do estresse e da desidratação. Knowles (1998) sugeriu também que pelo menos 8 horas de descanso são necessárias para obter uma verdadeira vantagem.

Os ovinos não bebem água a partir de fontes desconhecidas, mesmo após períodos prolongados de privação de água (KNOWLES et al., 1993). Portanto, é provável que durante curtos períodos de descanso os animais não bebam água e é possível que ocorra um aumento de déficit hídrico (HALL; SCHMIDT; BROOM, 1997). É importante que todos os animais tenham acesso a água simultaneamente, para não haver concorrência entre os animais e os indivíduos mais fortes não excluam os mais fracos (HALL; SCHMIDT; BROOM, 1997). O recomendado por Baxter (1992) é 30 cm lineares de bebedouro para cada ovino de 20 kg e de 34 cm para cada ovino de 30 kg.

O tempo ótimo de descanso no frigorífico para suínos, após o transporte varia, entre 2 e 3 horas (VAN DER WAL, ENGEL, HULSEGGE, 1997; MILLIGAN et al., 1998). Warriss et al (1998b) constataram que utilizando 3 horas de descanso os

animais se acalmaram e consequentemente recuperaram-se do estresse causado pela viagem. Entretanto, se o tempo de descanso for estendido, aumenta a ocorrência de danos cutâneos e de carne D.F.D (*dark, firm, dry*), causados pelas brigas e consequente depleção de glicogênio (WARRISS et al. 1998b).

De acordo com o artigo nº110 do RIISPOA - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1968) é proibido o abate de qualquer animal que não tenha permanecido pelo menos 24 horas em descanso, jejum e dieta hídrica nos currais do abatedouro, mas, este período de repouso pode ser reduzido quando o tempo de viagem não for superior a 2 horas, porém, em hipótese alguma, o repouso deve ser inferior a 6 horas.

De acordo com Tadich et al. (2009) o estresse proporcionado pelo transporte pode ser recuperado após 10 horas de espera, porém Kwoles et al. (1993) ao transportar cordeiros por 14 horas encontraram diminuição dos valores de cortisol após 6 horas de descanso. Leme et al. (2012) verificaram que 3 horas de descanso foram suficientes para baixar os níveis de cortisol de cordeiros obtidos após uma hora de transporte. Contudo, Knowles et al. (1995) encontraram que após 24 horas de transporte, são necessárias 24 horas de descanso para que a concentração de cortisol no sangue de ovelhas retorne a valores perto dos níveis basais.

As etapas de embarque, transporte, descarregamento, descanso, insensibilização e sangria dos animais são importantes para o processo de abate, devendo-se evitar todo o sofrimento desnecessário. Os problemas de bem-estar animal durante o manejo pré-abate estão sempre relacionados com instalações, equipamentos inadequados, falta de treinamento de pessoal e erros de manejo (GRANDIN, 1997), neste sentido, o treinamento, capacitação e sensibilidade dos funcionários e dos proprietários são fundamentais.

2.6. Influência do estresse na qualidade da carne

É sabido que a qualidade da carne depende da integração de todos os elos da cadeia produtiva, tais como genética e sanidade do animal, condições de processo e resfriamento das carcaças nos frigoríficos e distribuição e armazenagem do produto no varejo. Porém, aspectos relacionados ao bem-estar e manejo pré-abate, que envolvem estresse e esforço despendido pelos animais nas ações de embarque, transporte, desembarque, além de período de descanso dos animais após o transporte, e o abate propriamente dito, apresentam grande influência na conversão do músculo em carne (DEVINE et al., 2006).

A avaliação da qualidade da carne pode evidenciar os efeitos do manejo, pois esta é afetada pelo grau que o músculo foi exercitado e fatigado. Medidas de qualidade da carne tais como a cor, textura, pH e capacidade de retenção de água sempre foram amplamente utilizadas com bovinos e suínos, e há algum tempo vêm sendo utilizadas para ovinos para avaliar a qualidade final do produto.

Muitas das medidas de qualidade da carne utilizada pela indústria estão relacionadas e são influenciadas pelo conteúdo de glicogênio muscular na hora do abate devido à relação existente com a qualidade final. No músculo, a energia provém da quebra do ATP em ADP e fósforo inorgânico. Após a morte, o ATP é restabelecido pela conversão de ADP para ATP, pela transferência do fosfato da fosfocreatina e degradação do glicogênio. O declínio do pH irá depender das concentrações iniciais de glicogênio e fosfocreatina, que, em situações de estresse, são mobilizadas para a produção de energia. Se o estresse é baixo, a energia é provida do processo aeróbico, existindo oxigênio suficiente para suprir o músculo. Se o animal é abatido durante este estágio, pode não ser possível detectar nenhuma influência no desenvolvimento do pH *post-mortem* ou na qualidade da carne e os níveis de glicogênio podem não ser significativamente reduzidos. Entretanto, dependendo da duração e da intensidade do estresse, a depleção do glicogênio poderá ocorrer (GOLNICK; MATOBA, 1984).

O manejo pré-abate dos animais envolve atividade muscular, assim como o estresse causado por fatores físicos e emocionais. O efeito do exercício no metabolismo de energia e produção de metabólitos varia de acordo com a intensidade e duração dos exercícios. Esse manejo demanda menos de 60% do consumo máximo de oxigênio, sendo que 50% a 80% dos substratos oxidados derivam da gordura (60% ou menos derivam do sangue) e a maioria da glicose utilizada deriva da redução do glicogênio. Nessas condições, a proporção de fontes de energia extramuscular utilizada aumenta com a intensidade dos exercícios. Quando o manejo demanda 60 a 90% do consumo máximo de oxigênio, 50% a 80% das calorias que são queimadas derivam dos carboidratos, o qual 80% derivam da reserva de glicogênio no músculo, aumentando a proporção das fontes extramusculares dos carboidratos utilizados.

Durante o período de exercício o lactato é produzido continuamente, onde mais de 90% de oxigênio máximo é obtido, e os substratos de energia são quase exclusivamente carboidratos, quase todos derivados de reservas locais. Portanto, o ponto de exaustão aparece muito rápido quando a reserva de glicogênio nos músculos ainda é alta.

Diferentes estressores associados ao aumento da atividade muscular durante o período pré abate podem causar diferentes efeitos nas reservas de energia presente nos músculos. Portanto, o exercício pode reduzir o fosfato de creatina e ATP, enquanto a liberação de epinefrina pode causar primariamente a degradação de glicogênio, produzindo efeitos distintos no padrão, e declínio no pH pós abate (HENCKEL et al., 2002). A intensidade, o período, tipo e duração de estressores antes do abate possui um efeito variável no uso e reabastecimento das reservas de energia nos músculos; entretanto, eles também têm efeito variável no metabolismo pré e pós abate, declínio do pH e qualidade da carne (WARRISS et al., 1998b).

A maior influência do transporte na qualidade da carne é a depleção do glicogênio muscular por atividade física ou estresse físico promovendo uma queda anômala do pH *post-mortem*, resultando em pH após 24 horas do abate próximo ao inicial, em torno de 6,0, originando uma carne de superfície seca, coloração escura e textura firme, chamada carne D.F.D. (LUCHIARI FILHO, 2000). Além disso, o pH

final do músculo exerce influência sobre vários aspectos na qualidade da carne, como a capacidade de retenção de água, as perdas por cozimento e força de cisalhamento, bem como sobre as propriedades organolépticas, como a maciez, a suculência, o sabor, o aroma e a cor (BRESSAN et al, 2001). Neste sentido, o pH é um importante indicador da qualidade da carne e influencia a aparência dos cortes (CARRAGHER; MATTHEWS, 1996).

O consumidor escolhe o corte cárneo baseado na experiência anterior, considerando o modo de preparar e o grau de satisfação na refeição, sendo influenciado pela cor da carne, quantidade e distribuição da gordura e firmeza. Para este consumidor, a decisão de comprar o mesmo tipo de carne, vai depender da satisfação de suas expectativas iniciais. Segundo Dabés (2001) a cor da carne é considerada a característica de qualidade mais importante para a aquisição ou rejeição do produto pelo consumidor no momento da compra, sendo sempre associada à vida de prateleira.

A cor da carne reflete a quantidade e o estado químico de seu principal pigmento, a mioglobina (FELÍCIO, 1998), a qual pode se apresentar de formas diferentes conferindo colorações diferentes à carne: mioglobina reduzida (Mb), contendo íon ferroso hidratado no grupo, com coloração vermelho púrpura; oximioglobina (O₂Mb), contendo íon ferroso oxigenado no grupo heme, de coloração vermelho brilhante; ou metamioglobina (MetMb), contendo íon férrico no grupo heme, de coloração marrom.

De acordo com Pardi e colaboradores (2001), a cor da carne pode ser afetada por fatores *ante mortem*, como a espécie, o sexo e a idade do animal, e segundo Schäfer e colaboradores (1984) pode ainda ser influenciada por fatores *post mortem*, como a temperatura, o pH e a capacidade de retenção de água. Carnes escuras possuem pH elevado e dispõem de enzimas que utilizam o oxigênio rapidamente, reduzindo a proporção de pigmento vermelho oxigenado (PARDI et al, 2001).

A água é o maior constituinte da carne, abrangendo próximo à 75% de seu peso. De acordo com Schäfer e colaboradores (2002), a capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade que pode ser definida como a habilidade da carne em reter parcial ou totalmente a água nela contida, tratando-se obviamente da carne

fresca. A CRA é, portanto, a capacidade da carne em reter a água no interior do tecido muscular. Segundo Pardi et al. (1993), quase todas as modificações observadas na capacidade de retenção de água da carne são devidas às alterações nas interações entre a água livre e as proteínas musculares. Estima-se que 70% dessa água livre esteja localizada dentro das miofibrilas, 20% no sarcoplasma e 10% no tecido conjuntivo.

Para o consumidor, baixa CRA implica em impactos negativos na aparência da carne fresca e pode influenciar na qualidade final da carne, com perda importante da suculência e diminuição da maciez (SCHÄFER et al., 2002). Já para a indústria frigorífica, baixos índices de CRA implicam em perdas econômicas, devido à exsudação da carne fresca ou mesmo à evaporação da água no processamento, o que gera uma grande preocupação em aperfeiçoar esta variável.

A perda de peso no cozimento (PTC) é uma medida de qualidade, que está associada ao rendimento da carne no momento do consumo, sendo uma característica influenciada pela capacidade de retenção de água das estruturas da carne (PARDI et al., 1993). É importante por influenciar a cor, força de cisalhamento e suculência da carne (BONAGURIO et al., 2003). O genótipo, o estresse sofrido durante manejo pré-abate e a metodologia no preparo das amostras irão afetar as perdas por cocção (SILVA et al., 2008).

A maciez pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar, sendo mensurada através da força de cisalhamento. Pode estar composta por três sensações percebidas pelo consumidor: uma inicial, descrita como a facilidade de penetração com os dentes; outra mais prolongada, que seria a resistência que oferece a carne à ruptura ao longo da mastigação e a final, que se refere à sensação de resíduo na boca (MATURANO, 2003).

Os componentes do músculo, cujas características determinam a maciez, são as proteínas miofibrilares e as proteínas do tecido conjuntivo. A contribuição da gordura na variabilidade da maciez é inferior a 10%, havendo efeito significativo do tecido conjuntivo. As pontes protéicas intermoleculares do tecido conjuntivo, que unem as moléculas de tropocolágeno, são menos estáveis à desnaturação pelo

calor em animais jovens, tornando-se mais estáveis à medida que a idade avança (OSÓRIO; SAÑUDO; OSÓRIO, 2008).

De acordo com Felício (1999) e Van Laack, Stevens e Stalder (2001), muitos são os fatores que podem influenciar na maciez da carne, podendo-se citar dentre eles, a genética, o sexo, a maturidade, a velocidade de resfriamento da carcaça e a taxa de queda do pH e pH final, que são influenciados pelo manejo pré-abate.

Ruiz de la Torre e colaboradores (2001) encontraram um aumento significativo do pH final para 6,3, em cordeiros transportados por estrada ruins, com buracos, em comparação aqueles transportados em estradas em perfeitas condições que tiveram um pH final de 6,0. Da mesma forma, Apple et al. (1995) verificaram que o músculo de ovelhas estressadas apresentou valores significativamente maiores de pH final de 6,4, quando comparadas as não estressadas que apresentaram valores de 5,6 para pH final. O estresse causado durante o transporte de cordeiros em caminhão com acesso visual a estrada, influenciou a maciez da carne, aumentando a força de cisalhamento de 4,2 kg para 4,8 kg (LEME, 2009).

Os efeitos do manejo pré-abate sobre a qualidade da carne dos ovinos não são tão evidentes como seus efeitos sobre a carne de suíno ou bovino. O manejo ruim de suínos pode causar uma carne pálida, mole e exsudativa (carne P.S.E.) ou escura, firme e seca (carne D.F.D.), e o manejo ruim dos bovinos pode levar a carne D.F.D. (HAILS, 1978). Estas condições são facilmente perceptíveis para o consumidor e são, portanto, uma causa direta da perda financeira. Estes problemas na qualidade da carne não parecem ocorrer na mesma medida em ovinos. No entanto, um trabalho realizado na Austrália, onde as viagens pré-abate eram muito longas, mostrou que 15% das carcaças dos borregos estudados poderiam ser classificadas como D.F.D. (MORRIS, 1994). Segundo Renner (2006), as carnes com uma coloração escura, além de apresentar pH inadequado, têm efeitos sobre a qualidade e a vida útil deste produto.

Atualmente o caráter humanitário, com respeito e adequação dos procedimentos em atenção ao bem-estar animal, torna-se obrigatório para a obtenção de produtos com qualidade. Luchiari Filho (2006) relatou que quando se trata de carnes, a amplitude do termo “qualidade” pode levar a diferentes

interpretações e cita os seguintes componentes para a definição de qualidade: o rendimento e a composição, a aparência, a palatabilidade, a integridade do produto e a qualidade ética, esta relacionada a questões de bem-estar animal.

Encontra-se aqui uma convergência de interesses para a produção do produto carne, já que em se tratando de manejo pré-abate, o excesso de agressividade provoca não só o estresse dos animais, comprometendo o seu bem-estar, como tem influência negativa na qualidade intrínseca da carne, além do descarte de carne por motivo de hematomas (BARBALHO, 2007).

Esses prejuízos podem ser evitados com a implantação de técnicas de manejo racional. No entanto, ainda existe grande descrença em relação a técnicas desenvolvidas por meio do estudo do comportamento dos animais para promover um manejo mais eficiente, que utilize características comportamentais dos animais e respeite seu universo sensorial, com o objetivo de minimizar agressões e estresse aos animais e humanos. Grandin (2003) relatou que o conhecimento usado para criar um produto farmacêutico é mais provável ser adotado pelas indústrias do que uma técnica de gerenciamento comportamental. Mesmo que esta venha a gerar benefícios financeiros, algumas pessoas encontram dificuldades em acreditar que métodos gerenciais que levam em conta o conhecimento do comportamento animal realmente funcionem.

Não restam dúvidas de que o bem-estar animal elevado influi positivamente sobre a qualidade da carne. Dessa forma, o bem-estar animal deve ser visto de forma ampla, desde as instalações na criação, passando pela alimentação, considerando os aspectos sanitários e genéticos e finalmente o manejo pré-abate adequado, buscando desta forma, um produto final de melhor qualidade.

3. Hipóteses

As hipóteses do presente trabalho foram:

- I. A suplementação da ração de cordeiros com o cromo orgânico influencia positivamente o ganho de peso, diminui o nível de estresse dos animais e melhora a qualidade de carne.
- II. A densidade de 0,3 m² por animal durante o transporte reduz o nível de estresse dos animais, diminuindo os níveis de cortisol, além de melhorar as características de carcaça e qualidade de carne.
- III. O período de descanso de 7 horas entre o transporte de cordeiros ao abatedouro e o procedimento de abate diminui o nível de estresse dos animais, e, conseqüentemente melhora as características da carcaça e da carne em relação a um período de descanso de 14 horas.
- IV. A baixa reatividade dos animais está diretamente relacionada com o melhor desenvolvimento do animal e a qualidade da carne.

4. Objetivos

Este trabalho foi desenvolvido para estudar os efeitos de diferentes tipos de manejo de ovinos nos principais aspectos produtivos e da qualidade de carne e carcaça, sob a óptica do bem-estar animal com os seguintes objetivos específicos:

- Verificar os possíveis efeitos da suplementação de cromo orgânico na ração de cordeiros confinados individualmente, sobre o desempenho e o nível de estresse dos animais e sobre a qualidade de carne.
- Detectar prováveis efeitos da densidade de transporte sobre o nível de estresse dos animais e a qualidade de carne.
- Detectar os prováveis efeitos do período de descanso, após o transporte até o frigorífico, sobre o nível de estresse dos animais e as características da carne, como pH, cor, maciez e perda de água por cozimento.
- Compreender melhor a relação entre os princípios racionais de manejo, como a reatividade dos animais com as características de produtividade e qualidade de carne e carcaça.

5. Material e Métodos

5.1. Aspectos éticos

Todos os procedimentos utilizando animais envolvidos neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da FZEA/USP com o número de Protocolo 13.1.456.74.2.

5.2. Locais do experimento

A concepção do projeto, a metodologia experimental, o treinamento da equipe, o processamento, a interpretação e a análise geral dos dados foram conduzidos no Laboratório de Biometeorologia e Etologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP), na cidade de Pirassununga – SP, localizado a 21°57'12" Sul, 47°27'06" Oeste e a 605 metros de altitude.

O confinamento dos cordeiros foi realizado no setor de Ovinocultura da Prefeitura do Campus de Pirassununga, em instalações pertencentes ao Laboratório de Biometeorologia e Etologia (FZEA/USP), localizado a 21°58'04" Sul e 47°27'13" Oeste e altitude média de 620 metros.

O abate dos animais foi conduzido no abatedouro comercial, na cidade de São Manuel, que fica a 195 km de Pirassununga, localizado a 22°44'52" Sul e 48°35'14" e altitude média de 615 metro.

As análises de qualidade da carne foram realizadas no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP), na cidade de Pirassununga – SP.

5.3. Confinamento

Foram utilizados 64 cordeiros, filhos de ovelhas Santa Inês, cruzadas com machos White Dorper. Os cordeiros machos (n=34) e fêmeas (n=30) foram mantidos com suas mães, desde nascimento até completarem 60 dias de vida, em sistema de pastejo rotacionado, com suplementação de concentrado em *creep-feeding* (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual da dieta utilizada no creep-feeding de cordeiros, em matéria seca.

Ingredientes	%
Milho moído	63,1
Farelo de soja	31,1
Calcário calcítico	0,8
Núcleo mineral	5,0
Nutrientes (estimados)	
Matéria seca, %	88,8
Proteína bruta, %	24,9
Fibra bruta, %	6,1
Extrato etéreo, %	3,3
NDT (estimado)	80,0
Energia metabolizável no rúmen, Mcal/kg MS	2.860

O núcleo mineral era composto por cálcio (máx. 300 g), fósforo (mín. 50 g), magnésio (mín. 16,5 g), sódio (mín. 40 g), enxofre (mín. 18 g), selênio (mín. 11 mg), cobre (mín. 122 mg), cobalto (mín. 60 mg), ferro (mín. 3960 mg), iodo (mín. 85 mg), manganês (mín. 2.000 mg), zinco (mín. 2.100 mg), vitamina A (mín. 112.000 UI), vitamina D3 (mín. 22.000 UI), vitamina E (mín. 830 UI) e flúor (máx. 1.000 mg).

Ao completarem 60 dias de idade, com média de 18,7 kg de peso vivo, os cordeiros (machos e fêmeas) foram desmamados abruptamente e distribuídos em baias individuais de acordo com o sexo e o peso inicial, em um delineamento em blocos casualizados.

As baias individuais, mediam 1,3 x 1,20 x 1 m (comprimento x largura x altura), com divisões em tela galvanizada, piso de chão batido e cobertura em telhas de fibrocimento pintadas de branco sustentadas por estrutura metálica de pé direito de 3 metros (Figuras 1 e 2). Todas as baias eram equipadas com bebedouros automáticos e comedouros.

Figura 1. Estrutura da baia individual para confinamento para cordeiros.

Figura 2. Galpão com baias para confinamento dos cordeiros.

Durante o confinamento todos os animais receberam a mesma dieta, composta por 30% de silagem de milho e 70% de concentrado (Tabela 2), que foi fornecida diariamente às 08:00 horas.

Após o período de adaptação de 7 dias os animais foram separados aleatoriamente (dentro de bloco) em dois grupos, sendo que um grupo recebeu diariamente 2 mg de cromo orgânico (2 g de cromo Levedura na proporção 1.000 mg. kg⁻¹) suplementar na dieta misturados com 30 g de fubá de milho extra fino, por animal, e o outro recebeu apenas 30 g fubá de milho extra fino por animal (sem

suplementação com cromo orgânico - controle). Essa suplementação de cromo era fornecida diariamente na forma top dress junto com o arraçoamento.

Tabela 2. Composição percentual da dieta de cordeiros confinados, em matéria seca.

Ingrediente	%
Silagem de Milho	30,0
Milho Moído	49,6
Farelo de Soja	17,7
Sal Mineral	1,8
Calcário Calcítico	0,9
Nutrientes (estimados)	
Matéria seca, %	94,8
Proteína Bruta, %	15,35
Fibra bruta, %	13,0
Extrato etéreo, %	3,4
NDT (estimado)	77,0
Energia Metabolizável no Rúmen, Mcal/kg MS	2,795

O sal mineral era composto por cálcio (min/máx. 210/250 g . kg⁻¹) fósforo (min. 110 g . kg⁻¹) enxofre (min 35 g . kg⁻¹), magnésio (min. 25 g . kg⁻¹), ferro (min. 10.000 mg . kg⁻¹), manganês (min. 5.300 mg . kg⁻¹), zinco (min. 4.400 mg . kg⁻¹), iodo (min. 162 mg . kg⁻¹), cobalto (min. 40 mg . kg⁻¹).

Três vezes por semana as sobras de alimentos eram colhidas e pesadas, para cálculo do consumo e ajuste da quantidade de alimento fornecido. Uma vez por semana era determinada a matéria seca (MS) das sobras. A cada intervalo de 14 dias, os animais foram submetidos a pesagem com jejum alimentar e dieta hídrica de 12 horas em balança eletrônica (Figura 3), para determinação do peso e posterior cálculo do ganho de peso e eficiência alimentar.

Simultaneamente às pesagens foi avaliada a reatividade dos ovinos onde, após a revisão, se optou pelo teste de escore de movimentação na balança,

juntamente com a velocidade de fuga, por meio da atribuição de escores segundo uma escala adaptada dos trabalhos de Hearnshan e Moris (1984), de Voisinet et al. (1997) e de Piovesan (1998) (Figura 4), realizada durante 10 segundos após o animal entrar na balança.

Com o intuito de minimizar o efeito de observador nos resultados, a avaliação da reatividade foi realizada por apenas um observador treinado.

Figura 3. Pesagem dos cordeiros em balança eletrônica.

Manejo	Categoria	Escore	Descrição
Pesagem	Respiração	1	Imperceptível
		2	Perceptível rítmica
		3	Perceptível com ofego
	Vocalização	0	Ausente
		1	Presente
	Movimentação	1	Parado a maior parte do tempo, sem movimentos bruscos.
		2	Movimentos Lentos
		3	Movimentação frequente
		4	Movimentação brusca, rápida com tentativa de fuga
	Velocidade de Saída	1	Não sai da balança, fica parado sem tensão muscular e tem que ser tocado da balança
		2	Sai da balança caminhando
		3	Sai da balança rapidamente
		4	Refuga a saída com movimentação contra saída

Figura 4. Escores de reatividade.

A escala de escore composto (EEC), adaptada de Maffei (2004), foi constituída de uma compilação que integrou os três escores descritos anteriormente, da seguinte forma:

- 1- Animal dócil ou Calmo: escore de respiração 1 ou 2; escore de vocalização = 0; escore de movimentação na pesagem = 1; escore de velocidade de saída 1.

- 2- Baixa reatividade ou Ativo: escore de respiração 2, escore de vocalização = 0 ou 1; escore de movimentação na pesagem = 2; e escore de velocidade de saída 2.
- 3- Média reatividade ou Inquieto: escore de respiração 2 ou 3; escore de vocalização = 0 ou 1; escore de movimentação na pesagem = 3; e escore de velocidade de saída 3 ou 4.
- 4- Muito Reativo ou Perturbado: escore de respiração 3; escore de vocalização = 1; escore de movimentação na pesagem = 4; e escore de velocidade de saída 3 ou 4.

Logo após a realização das pesagens e da avaliação da reatividade também foram colhidas amostras de sangue mediante venopunção da jugular (Figura 5) em tubos com vácuo seco, para avaliação de bilirrubina, fosfatase alcalina, glicose, insulina e níveis séricos de cortisol. Essa colheita era feita em aproximadamente um minuto e meio, para se evitar o efeito da colheita de sangue nas características avaliadas posteriormente.

Figura 5. Colheita de sangue de cordeiros durante as pesagens por venopunção da jugular.

5.4. Transporte

Quando os animais atingiram média 35 kg de peso vivo, ao final do período de 70 dias de confinamento, os cordeiros foram transportados até o abatedouro. O transporte durou cerca de 4 horas e foi realizado a partir das 19:00 horas, em caminhão do tipo gaiola, medindo 7,5 x 2,1 x 1,8 m (comprimento x largura x altura), contendo cama de feno para os animais. A carroceria era totalmente fechada, com a circulação de ar apenas pela face superior da gaiola, sem acesso visual do ambiente externo para os animais, e dividida em dois compartimentos, sendo que no compartimento anterior, com 8,4 m², foram transportados 28 animais, em uma densidade em 0,3 m² por animal (Figura 7), enquanto que no compartimento posterior com 7,2 m², foram transportados 36 animais, resultando em uma densidade de 0,2 m² por animal (Figura 6).

Os animais foram abatidos em abatedouro comercial, localizado na cidade de São Manuel, distante 195 km do local do confinamento.

Figura 6. Cordeiros transportados em densidade de 0,2 m² por animal em caminhão tipo gaiola.

Figura 7. Cordeiros transportados em densidade de 0,3 m² por animal em caminhão tipo gaiola.

Amostras de sangue também foram colhidas antes do embarque e após o transporte para análises de glicose, insulina e níveis séricos de cortisol, como descrito por Campos et al. (2005).

5.5. Descanso pré-abate e abate

Foram aplicados dois períodos de descanso pré-abate, de 7 e 14 horas após o desembarque, em um curral de espera do abatedouro com uma área de 120 m², resultando em área aproximada de 2 m² por animal. Durante cada período de descanso, com 7 e 14 horas, foram colhidas amostras de sangue de cada animal, para análise de glicose, insulina e níveis séricos de cortisol, como descrito por Campos et al. (2005).

Após esse período de jejum alimentar e dieta hídrica os animais foram abatidos utilizando-se de atordoamento por eletronarcose, com 0,5 amperes de corrente e tensão de 220 volts, seguido de sangria, esfolagem, evisceração, limpeza e pesagem das carcaças quentes, conforme padrão utilizado pela indústria, de acordo com os procedimentos de abate humanitário, conforme exigidos pela legislação brasileira.

Após 24h de resfriamento (0-2 °C), as carcaças foram transportadas em um caminhão refrigerado, para o entreposto comercial situado na cidade de Pirassununga – SP, onde foram realizadas as avaliações de carcaça.

5.6. Qualidade de carcaça e carne

5.6.1. Contusão nas carcaças

A localização das contusões na carcaça foi determinada por meio da divisão das carcaças em duas meias carcaças e, posteriormente, por meio de uma divisão imaginária desta em áreas como: traseiro, lombo, gradil costal e dianteiro, partes estas utilizadas como cortes comerciais.

Foram avaliadas as áreas que apresentavam contusões, onde se delimitou o local da lesão, sua intensidade, e idade estimada da lesão.

A classificação ocorreu em relação à ausência ou presença de lesões e, no último caso, elas foram classificadas de acordo com o grau de severidade, em escores I, II ou III, conforme padrão da AUS-MEAT (2010), Contusões de grau I foram atribuídas no caso de machucaduras que atingissem tecidos subcutâneos, o grau II para lesões mais profundas, ou seja, atingindo também tecidos musculares e a contusão de grau III foram aquelas que apresentaram tecido ósseo comprometido ou aqueles hematomas localizados no lombo.

Além disso, foi realizada uma avaliação com relação ao tempo em que essas lesões haviam ocorrido, classificando-as como antigas e amareladas (anteriores à chegada dos animais ao estabelecimento) e no segundo caso como recentes aquelas possivelmente decorrentes do manejo pré-abate, de cor mais avermelhada, conforme descrito por (GRANDIN, 2004a). De acordo com a autora, as lesões antigas têm uma mucosidade amarelada facilmente observável, o que não existe naquelas recentes.

5.6.2. Amostras para glicogênio muscular, temperatura e pH

Uma hora após o abate foi colhida uma amostra de cada animal do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e a 13ª costelas, removendo-se os vasos sanguíneos, gordura e o tecido conectivo da peça muscular. Essas amostras foram devidamente identificadas, congeladas imediatamente em nitrogênio líquido e armazenadas a -80 °C, para posterior análise do glicogênio muscular.

Em seguida foram mensuradas a temperatura e o pH das carcaças, 1 hora e 24 horas após o abate (Figura 7), no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e a 13ª costelas, usando-se um termômetro e peagômetro digital, com sondas de penetração (modelo HI-99163, *Hanna*, São Paulo, Figura 8).

Figura 8. Colheita de pH e temperatura da carcaça com termômetro e peagômetro digital

5.6.3. Rendimento de carcaça

As carcaças foram pesadas, logo após o abate (PCQ) e após 24 horas de permanência na câmara fria (PCF). Com estes dados, foi calculado o rendimento de carcaça (RC), de acordo com a equação descrita abaixo:

$$RC = \frac{PCQ}{PV} \times 100$$

ONDE:

RC: Rendimento de carcaça (%)

PCQ: Peso da carcaça quente (kg)

PV: Peso vivo do animal antes do embarque (kg)

5.6.4. Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea

No momento da desossa, a meia-carcaça esquerda de cada animal foi dividida na região entre a 12ª e a 13ª costelas, para determinação da área de olho de lombo (AOL) com grade de pontos (Figura 9), com escala de 0,25 cm². A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi determinada utilizando uma régua com escala em mm, na região central do músculo Longissimus, conhecida como sítio C, conforme descrito por Hopkins et al. (1993).

Figura 9. Avaliação da área de olho de lombo com grade de pontos com escala de 0,25 cm².

Após essas análises foram retiradas 3 amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura do contrafilé (*Longissimus dorsi*), entre a 9^a e 12^a costela da meia carcaça esquerda de cada animal. Os bifes foram identificados e embalados a vácuo, em filme flexível de baixa permeabilidade de oxigênio e congelados a menos -20 °C. Uma das amostras foi embalada separadamente para análise de extrato etéreo, e as outras duas foram embaladas juntas para a análise das perdas totais ao cozimento e da maciez, realizadas posteriormente.

5.6.5. Determinação da cor

As amostras foram desembaladas e deixadas em repouso, com a superfície exposta ao ambiente, por aproximadamente 20 minutos, para oxigenação da mioglobina (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998). Após esse período foi realizada a medição da cor (Figura 10), em três pontos diferentes do músculo Longissimus, tomando-se a média das três leituras, como valor determinado.

A cor das amostras foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil (modelo MiniScan XE, *Konica Minolta*, São Paulo, Brasil), com fonte de luz de D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 10 mm, usando-se a escala L*, a*, b* do sistema CIELab, onde L* é o croma associado à luminosidade (L*=0 preto, 100 branco), a* é o croma que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*, que varia do azul (-) ao amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000). A calibração do aparelho foi realizada antes da leitura das amostras com um padrão branco e outro no zero.

Figura 10. Avaliação da cor da carne com colorímetro portátil.

5.6.6. Análise de maciez e perdas totais ao cozimento

As mensurações de perdas totais ao cozimento (PTC) e maciez foram realizadas conforme metodologia proposta por Wheeler, Shackelford e Koohmaraie (2004).

Os bifes foram colocados em bandejas de alumínio individuais, previamente taradas, e submetidos à pesagem antes (Pi) e após o cozimento (Pf) ($\pm 0,01$ g), para determinação da PTC, expressa em porcentagem, de acordo com a equação abaixo:

$$PTC = [(P_i - P_f) / P_i] * 100$$

ONDE:

PTC: Perdas Totais ao Cozimento, %

P_i: Peso da amostra antes do cozimento, g

P_f: Peso da amostra após o cozimento, g

As amostras foram assadas em forno elétrico, à temperatura de 170 °C, até atingirem a temperatura interna de 71 °C. A temperatura interna foi medida com termômetros digitais individuais (Marca *Globo*, Americana, São Paulo), com um sensor metálico tipo agulha, que foram inseridos nos bifés até sua parte central. Após as amostras atingirem uma temperatura inferior a 22 °C foram resfriadas durante 12 horas, em refrigerador a ~ 4 °C. Em seguida, foram extraídos seis cilindros de 12 mm de diâmetro de cada amostra, com auxílio de vazador, que posteriormente foram cisalhados em um equipamento Warner–Bratzler Shear Force (*G-R Manufacturing C.O*, Manhattan, Kansas, EUA), para determinação da força de cisalhamento (Figura 11), considerando para cada amostra o valor médio obtido nos seis cilindros.

Figura 11. Avaliação da força de cisalhamento por meio do aparelho de Warner – Bratzler Shear Force.

5.6.7. Determinação do extrato etéreo

As análises de extrato etéreo (EE) foram realizadas segundo metodologia proposta pela AOCS Am 5-04 (2009) consistindo de duas etapas: uma de preparação das amostras e a outra de extração.

As amostras coletadas no abate ficaram armazenadas em freezer a -20 °C. Para as análises de extrato etéreo foram retiradas sub-amostras, tipo *carpaccio*, de cada bife ainda congelado. A primeira fatia de cada amostra foi descartada para evitar contaminação com gordura de outras amostras e em seguida procedeu-se a retirada de 4 fatias. Dessa sub-amostra foi utilizado apenas o músculo *Longissimus dorsi*, sendo que tecido conjuntivo, adiposo e outros músculos que circundam o *Longissimus dorsi* foram descartados (Figura 12A). Em seguida foram separados 15g de amostra, que foram moídas em um liquidificador multi-velocidades, marca Waring Commercial, utilizando um copo de inox com 110 ml de capacidade (Figura 12B). As amostras foram moídas por cerca de 20 segundos, de modo a adquirirem consistência pastosa e homogênea (Figura 12C).

Figura 12. Retirada de músculos anexos, gordura intermuscular e tecido conjuntivo (A); Equipamento utilizado para moer e homogeneizar as amostras (B); Amostra moída (C).

Os bags (PBG) e o papel alumínio (PAA) foram submetidos à pesagem e em seguida foram retirados 2 gramas de amostra (PAM) e colocados em nesse *bag*.

Este *bag* era então selado, envolto no papel alumínio (Figura 13) e colocado na estufa de esterilização e secagem por 12 horas a uma temperatura de 100 °C, conforme adaptação da técnica AOCS Am 5-04 (2009) proposta por Bonin (2012). Após 12 horas, as amostras foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador por 30 minutos e novamente levadas a pesagem (PAS) para determinação de eventuais perdas de gordura (que atravessassem o *bag*) durante a secagem.

Figura 13. Bag envolto em alumínio para secagem em estufa.

As amostras foram colocadas em um aparelho com sistema de extração automática com éter etílico a alta temperatura (90 °C) e pressão (ANKOM XT15 Extractor, *ANKOM Technology*, Macedon, USA), por 30 minutos (Figura 14) onde foi realizada a extração de lipídios totais das amostras (extrato etéreo).

Figura 14. Extrator de gordura - Ankom xt15.

Após a extração, as amostras foram colocadas em estufa de esterilização e secagem, a 100 °C, por 30 minutos, em seguida colocadas no dessecador por mais 30 minutos para resfriamento e submetidas novamente à pesagem (PAE). O valor da porcentagem de EE, na matéria natural, foi calculado pela seguinte fórmula:

$$EE = \frac{[(PAD - PAA) + PAS] - PAE}{(PAM + PBG)} \times 100$$

ONDE:

EE = Extrato etéreo, %

PAD: peso alumínio depois, g

PAA: peso alumínio antes, g

PAS: peso amostra seca, g

PAE: peso amostra extraída, g

PAM: peso amostra, g

PBG: peso bag, g

As análises foram feitas em duplicada e aquelas que apresentavam coeficientes de variação maior que 20% entre as duplicatas foram repetidas, prevalecendo o valor da repetição.

5.6.8. Determinação do glicogênio muscular

Para a determinação do glicogênio muscular, foi realizada a desproteinização das amostras. Para isso, 0,5 g do músculo congelado (Figura 15) foi misturado a 2,5 mL da solução de ácido perclórico 0,6M e homogeneizado por um minuto em um homogeneizador Turratec (Modelo *TE - 102*, Marca *TecnaI*, Piracicaba, São Paulo) (Figura 16).

Figura 15. Pesagem de 0,5 g do músculo *Longissimus dorsi* para avaliação de glicogênio muscular.

Figura 16. Homogeneização de 0,5 g do músculo *Longissimus dorsi* com 2,5 ml de ácido perclórico para avaliação de glicogênio muscular.

Sequencialmente o homogenato foi centrifugado a 3.000 g por 10 minutos a 4 °C e filtrado em papel de filtro Whatman n.54. Então o precipitado ácido foi suspenso com 1,0 mL de solução de ácido perclórico e todo este foi centrifugado filtrado novamente.

Posteriormente foi realizada a neutralização das amostras, através do gotejamento de hidróxido de potássio até atingir o pH 7,0 (Figura17). Em seguida, a mistura permaneceu no gelo por 10 minutos, para decantação do perclorato, do novo sobrenadante, e armazenaram-se as alíquotas para a análise bioquímica a -80 °C.

Figura 17. Neutralização das amostras com hidróxido de potássio para avaliação de glicogênio muscular.

O glicogênio foi determinado espectrometricamente (Figura 18) com o sobrenadante através do kit de análise de glicogênio Enzy-chromTM (E2GN-100 – BioAssay Systems, Hayward, USA), conforme recomendações do fabricante.

Figura 18. Leitor de Elisa para avaliação de glicogênio muscular.

5.7. Determinação do nível sérico de cortisol, glicose, insulina, bilirrubinas e fosfatase alcalina

As amostras foram centrifugadas logo após a colheita por 15 minutos a 3000 g para a obtenção do soro, que foi dividido em frações e congelado a -20 °C.

As análises foram realizadas em laboratório comercial, para a dosagem quantitativa do cortisol, com o método de eletroquimioluminescência, e para dosagem de glicose e insulina com o método colorimétrico enzimático automatizado, assim como para as dosagens de bilirrubina direta, indireta e total. Para a determinação da fosfatase alcalina foi utilizado o método cinético automatizado.

5.8. Análises estatísticas

As variáveis de desempenho, reatividade e as variáveis sanguíneas, avaliadas durante o período de confinamento, foram analisadas como medidas repetidas no tempo, utilizando o procedimento MIXED do software SAS versão 9.2

(SAS Institute Inc, Cary, NC). Para essas características, o modelo foi composto pelos efeitos fixos da suplementação (tratamento), da data da avaliação (tempo) e da interação tratamento x tempo e pelo efeito aleatório do sexo do animal. Foram realizadas as modelagens das estruturas de covariâncias e a que apresentou melhor ajuste (não estruturada – UN) foi utilizada.

Já para as características avaliadas durante o transporte e abate, o modelo foi composto pelo tratamento, a densidade de transporte e o tempo de espera bem como as interações simples, duplas e triplas entre os fatores principais. O sexo dos animais foi considerado como efeito aleatório. Para essas avaliações foram modeladas as estruturas de covariância e a que apresentou melhor ajuste foi utilizada (não-estruturada - UN). Quando foi observado efeito significativo dos fatores principais as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste *t* de Student.

Os dados de cortisol, glicose e insulina não atenderam algumas pressuposições do modelo fixo e foram transformados em para a raiz quadrada do dado original (cortisol e insulina) e para 1/valor observado para a glicose. Para esses dados a análise de variância e os testes de comparações de médias foram realizados com os dados transformados, mas nos resultados são apresentadas as médias na escala original de cada variável.

6. Resultados e Discussão

6.1. Confinamento

6.1.1. Reatividade

Não houve efeito da suplementação com Cr sobre o escore de reatividade dos animais ($P > 0,05$). A maioria dos animais apresentou escore composto de reatividade igual a 2 (Gráfico 1), que se caracteriza por animais de baixa reatividade, ou seja, que caminham durante o manejo, se movimentam lentamente dentro da balança com respiração normal.

Gráfico 1. Distribuição das frequências de ocorrência de cordeiros confinados individualmente por classe de reatividade medidas pela escala de escore composto.

O manejo repetitivo faz com que a reação à presença e à intervenção humana seja cada vez menor (TITTO et al., 2010), isto pode explicar o fato dos cordeiros terem apresentado escores baixos de reatividade devido ao contato diário com o tratador durante o confinamento, fato este constatado também por Maffei (2009).

Além disso, Becker e Lobato (1997) demonstraram que é possível diminuir a reatividade dos animais com tratamentos de manuseio afável, conseguindo-se formar na memória uma relação positiva com o homem. Os autores sugeriram vantagens na utilização de práticas não hostis durante a rotina de manejo a fim de reduzir riscos, tanto para o homem quanto para os animais, assim como observado nesse estudo.

A reatividade dos animais influencia diretamente na otimização do sistema de produção. Animais agitados durante o manejo geram maiores custos em função da necessidade de maior número de funcionários bem treinados, mais riscos com relação à segurança dos trabalhadores, maior tempo despendido com o manejo dos animais, lotes heterogêneos pela existência de animais com diferentes graus de susceptibilidade ao estresse do manejo, maiores perdas de rendimento e de qualidade de carne devido às contusões e estresse no manejo pré-abate (PARANHOS DA COSTA, 2000).

Animais classificados como de pior temperamento ingerem menor quantidade de alimentos, são mais agitados, não se adaptam facilmente a novas situações, são mais difíceis de manejar e apresentam maiores riscos de acidentes com os trabalhadores (GRANDIN; DEESING, 1998). Neste sentido, a seleção de animais mais calmos durante o manejo pode converter-se em mais um fator para maximizar a eficiência produtiva, com reflexos benéficos sobre o ganho de peso e a qualidade final do produto, pois apresenta herdabilidade média a alta (HEARNshaw; MORRIS, 1984; FORDYCE; DODT; WHYTES, 1988; BURROW; SEIFERT; COBERT 1988; PIOVESAN, 1998;).

6.1.2. Características de desempenho

A suplementação com 2 mg.dia^{-1} de Cr não influenciou significativamente as características de desempenho, mensuradas no presente estudo (Tabela 3).

As médias de ganho de peso (GMD) e ingestão de matéria seca (IMS) foram de 227 g.dia^{-1} e $1,2 \text{ kg.dia}^{-1}$, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os descritos pelo NRC (2007) para esta categoria, que variam entre 200 a 300 g.dia^{-1} para GMD e 1,0 a $1,5 \text{ kg.dia}^{-1}$ para IMS. Resultados semelhantes de ganho de peso foram encontrados por Corte (2007) trabalhando com cordeiros mestiços da raça Dorper com 200 g.dia^{-1} e Urano (2006) trabalhando com animais da raça Santa Inês com média de 250 g.dia^{-1} .

Tabela 3. Médias, erros padrões e probabilidades do ganho médio diário de peso (GMD), ingestão média diária de matéria seca (IMS), eficiência alimentar de acordo com a suplementação de cromo de cordeiros confinados individualmente.

Tratamento	Controle	Cromo	Pr > F
Ganho médio diário de peso, g. dia⁻¹	221,0±8,83	233,0±8,83	0,3734
Ingestão média diária de matéria seca, kg	1,1±0,07	1,3±0,07	0,2879
Eficiência alimentar, g IMS. kg GMD⁻¹	198,0±0,01	199,0±0,01	0,9373

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F ($P < 0,05$)

A utilização de uma fonte orgânica de Cr, que apresenta maior capacidade de absorção que as formas inorgânicas (STARICH e BLINCOE, 1983), não causou qualquer influência nas características de desempenho avaliadas neste estudo, semelhantes aos relatados por Kitchalong et al. (1995), Gentry et al. (1999) e Dominguez-Vara et al. (2009).

Dallago et al (2011) não verificaram diferença no desempenho de animais suplementados com 0; 0,250; 0,375; $0,500 \text{ mg de Cr.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, na forma de cromo picolinato. Resultados semelhantes também foram descritos por Mostafa-Tehrami et al. (2006), que não observaram diferença significativa em peso final, ganho em peso total ou na média de ganho de peso entre ovinos que receberam ou

não diversos níveis de cloreto de Cr (0,200; 0,600; 1,0 mg de cromo.animal⁻¹.dia⁻¹). Dominguez-Vara et al. (2009) não observaram efeito do Cr sobre o ganho de peso e a conversão alimentar de ovinos, porém quando ele foi associado com o Selênio obtiveram um aumento no ganho de peso com uma menor conversão alimentar.

Para bovinos, a resposta à suplementação com o cromo mostrou-se variável. Polizel Neto (2009) e Moonsie-Shageer e Mowat (1993) verificaram efeitos positivos deste mineral sobre o ganho de peso enquanto Zanetti et al. (2003) e Swanson (2000) não verificaram melhora no desempenho dos animais suplementados com cromo. Vale ressaltar que nos experimentos de Moonsie-Shageer e Mowat (1993) existia a presença do estresse, enquanto que nos de Zanetti et al. (2003) e Swanson et al. (2000) não observaram nenhum agente estressor, reforçando a ideia de que a melhora no desempenho de animais suplementados com cromo está condicionada a presença de estresse, uma vez que os resultados positivos dessa suplementação ocorreram em sua maioria sob a influência de um estressor.

Isto pode estar relacionado com o papel potencializador exercido pelo Cr sobre a insulina, pois na presença de um estressor, há elevação do cortisol sanguíneo e consequentemente, a demanda por carboidratos aumenta, elevando a glicemia. Então, o Cr é mobilizado para atuar junto à insulina, e em seguida é excretado pela urina, reduzindo a concentração de Cr no organismo. No caso de um animal suplementado com o mineral, este Cr perdido seria repostado, suprimindo a demanda orgânica pelo mineral. Em um animal não suplementado, a ação da insulina ficaria prejudicada em virtude da ausência de Cr, diminuindo o aporte de glicose para as células, reduzindo a quantidade de energia prontamente disponível, prejudicando assim o desempenho do animal. Na ausência de estresse, a demanda por esse mineral não se eleva, de maneira que o Cr não é requisitado pelo organismo e, portanto, a suplementação é dispensável (DALLAGO, 2008).

6.1.3. Análises sanguíneas

Foi observada uma interação significativa ($P = 0,0046$) entre a suplementação de Cr e o tempo de confinamento sobre o cortisol sanguíneo.

★ - $P < 0,001$ ★ - $P < 0,05$

Gráfico 2. Valores médios do cortisol sérico em função da suplementação de cromo e o tempo de confinamento de cordeiros confinados individualmente.

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) nos níveis de cortisol sérico entre animais suplementados com Cr ou não até os 50 dias de confinamento. Entretanto, a partir desse período observou-se uma redução dos níveis de cortisol sanguíneo ($P < 0,05$) nos animais suplementados com Cr. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Aragón e colaboradores (2001), os quais sugerem que o Cr possa ter uma função anti-estresse. Da mesma forma, Chang e Mowat (1992) encontraram uma diminuição de 25% nos níveis de cortisol sérico dos animais que receberam a suplementação com 4 mg de cromo levedura na dieta.

É possível observar uma elevação nos níveis de cortisol ao longo do confinamento, semelhante ao encontrado por Gatto (2007), indicando que assim como os bovinos, os ovinos, por serem animais gregários, ao serem privados do convívio social quando alojados em baias individuais, são submetidos a uma criação mais estressante (PARANHOS DA COSTA; CROMBERG, 1997). Esse aumento do cortisol também pode estar relacionado a diminuição de área por animal dentro da baia ao longo do confinamento, e a suplementação de cromo parece ser eficiente na diminuição desse estresse com os animais acima de 24 kg por m².

A concentração plasmática média de cortisol em ovinos oscila entre 6 e 14 ng.ml⁻¹ (ENCARNAÇÃO, 1989). Porém, Hargreaves e Hutson (1990) e Minton et al. (1995) dosaram esse hormônio em ovinos sem imposição de nenhum tipo de estresse, e relataram valores inferiores ao valor médio de 20 ng.ml⁻¹.

Mellor et al. (2002) estabeleceram como valor basal de cortisol, para cordeiros que não sofreram nenhum tipo de estresse, uma concentração 26,0 ng.ml⁻¹. No presente estudo o tratamento que recebeu a suplementação com o cromo apresentou valores inferiores a este até o 56º dia de confinamento, mostrando que o tratamento foi eficiente em manter os níveis de cortisol próximos ao basal, indicando menor nível de estresse psicológico para os animais que receberam a suplementação de cromo.

Foi encontrada uma interação significativa ($P < 0,0001$) entre a suplementação de Cr e o tempo de confinamento para as análises de glicose sanguínea (Gráfico 3).

★ - $P < 0,05$

Gráfico 3. Valores médios de glicose sanguínea em cordeiros confinados individualmente em função da suplementação de cromo e o tempo de confinamento.

Não foi observado efeito da suplementação de Cr sobre os níveis de insulina durante o confinamento, porém foi encontrado um efeito de tempo de confinamento ($P < 0,001$; Gráfico 4) que não foi associado a uma equação linear ou quadrática.

Gráfico 4. Valores médios de Insulina sanguínea em cordeiros confinados individualmente em função da suplementação de cromo e o tempo de confinamento.

Segundo Pugh (2001) os níveis de glicose sanguíneo normal em cordeiros varia entre 50 a 81 mg . dL⁻¹, conforme encontrado nos cordeiros deste trabalho. Para os dados de insulina são verificados valores de referência de 4,0 a 0,4 μ Ui . mL⁻¹ para cordeiros submetidos a jejum prolongados de 12 a 72 horas, respectivamente (SCHNEIDER, 2008).

É notória a associação entre a suplementação de Cr, o metabolismo dos carboidratos e a glicemia (ZANETTI et al, 2003; PECHOVA e PAVLATA, 2007, DALLAGO, 2011). Resultados semelhantes foram relatados por Uyanik (2001) que observou reduções na glicemia de cordeiros suplementados com 200 μ g de Cr.kg⁻¹ da dieta. Além disso, Zanetti et al. (2003) verificaram uma tendência dos animais suplementados com cromo picolinato em eliminar a glicose mais rapidamente. Essa diminuição da glicose era esperada nos animais suplementados, uma vez que, o Cr potencializa a ação da insulina (ANDERSON; MERTZ, 1977).

Em estudo com cavalos submetidos ao estresse, De Gasperi et al. (2011) verificaram que, devido a redução do oxigênio disponível, houve uma diminuição da sensibilidade à insulina, sendo necessária maior concentração desse hormônio para manutenção do nível de glicose no sangue. Entretanto, pode-se observar nesse estudo que nos dias em que a insulina está mais elevada, os animais que receberam a suplementação de Cr apresentaram menores níveis de glicose, ou seja, apesar de não haver diferença no aporte de insulina entre os tratamentos, houve uma potencialização da ação desta nos animais suplementados, pois estes utilizaram mais eficientemente a glicose disponível para manter a homeostase.

Não foi observado efeito da suplementação de Cr sobre os valores de bilirrubina total, bilirrubina direta, bilirrubina indireta e fosfatase alcalina (Tabela 4), indicando que a suplementação de Cr não causou nenhum tipo de lesão hepática ou doença aos animais.

Tabela 4. Médias, erros padrões e probabilidades dos teores de bilirrubina e fosfatase alcalina de acordo com a suplementação de cromo em cordeiros confinados individualmente.

Tratamento	Controle	Cromo	Pr > F
Bilirrubina Total (mg.dL⁻¹)	0,1±0,01	0,10±0,01	0,0658
Bilirrubina Direta (mg.dL⁻¹)	0,0±0,02	0,0±0,02	0,3116
Bilirrubina Indireta (mg.dL⁻¹)	0,1±0,01	0,1±0,01	0,2302
Fosfatase Alcalina (UI.L⁻¹)	356,2±10,94	336,5±10,60	0,1986

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F (P < 0,05)

Segundo Pugh (2005) os valores basais para a bilirrubina total e direta situam-se entre 0,1 a 0,5 mg.dL⁻¹ e 0,0 a 0,27 mg.dL⁻¹, respectivamente. Desta forma, os valores médios encontrados no presente estudo estão dentro dos parâmetros considerados normais para a espécie. Além disso, os valores de fosfatase alcalina, que variaram de 336,5 a 356,2 UI.L⁻¹, também podem ser considerados normais, de acordo com os achados de Pugh (2005).

Esses resultados também estão de acordo com os relatados por Santana et al. (2009) que trabalhando com cordeiros em idade de abate encontraram valores médios de 0,1 a 0,5 mg.dL⁻¹ e 0,1 a 0,2 mg.dL⁻¹ para a bilirrubina total e direta, respectivamente, e 152 a 484 UI.L⁻¹ para fosfatase alcalina.

Havia uma expectativa de que o Cr poderia causar lesão hepática, em virtude deste órgão ser o primeiro tecido perfundido com substâncias estranhas absorvidas oralmente e pela ampla literatura abordando os efeitos hepatóxicos desse mineral (BAGCHI et al., 2002; LEVINA; LAY, 2008, entre outros). Entretanto, apesar de ter sido utilizada uma dose acima da recomendada pelas indústrias de suplementos minerais em geral, de 0,240 mg de Cr.animal.dia⁻¹ e por outros estudos recentes (PAGE et al., 1993; MOSTAFA - TEHARAMI et al., 2006; DALLAGO, 2011) que indicam a suplementação do mineral entre 0,250 a 0,500 mg de Cr.animal.dia⁻¹, não foram observadas alterações hepatocelulares ou obstrução biliar neste estudo.

Dessa maneira é possível inferir que a dose de 2 mg de Cr por dia por animal, durante 70 dias de confinamento, não provoca toxicidade e enfermidade nos

animais, uma vez que os níveis sanguíneos dessas enzimas estavam dentro do nível considerado normal.

6.2. Transporte e espera

Para as análises séricas do cortisol durante o manejo pré-abate (embarque, desembarque e espera), não houve efeito da suplementação de Cr ($P > 0,05$), semelhante ao observado por Kegley; Spears; Brown Jr., (1997). Também não foi observada interação significativa entre a densidade de transporte e tempo de espera para o cortisol. Dessa forma, a apresentação e discussão desses resultados foram realizadas separadamente.

A densidade de transporte afetou significativamente a concentração do cortisol sérico após o transporte (Tabela 5). Os ovinos transportados em densidade de $0,3 \text{ m}^2$ por animal, apresentaram níveis mais baixos de cortisol ($P < 0,05$) quando comparados àqueles transportados em maior densidade ($0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{animal}^{-1}$), demonstrando que a maior área disponível proporcionou maior conforto e influenciou positivamente na redução do estresse dos animais.

Tabela 5. Valores médios de cortisol e insulina de cordeiros confinados individualmente e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de acordo com a suplementação de cromo e a densidade de transporte em cordeiros confinados individualmente.

	Suplementação			Densidade		
	Controle	Cromo	Pr>F	$0,3\text{m}^2$	$0,2\text{m}^2$	Pr>F
Cortisol (ng ml^{-1})	$21,5 \pm 1,13$	$20,6 \pm 1,13$	0,8686	$19,7 \pm 1,20^a$	$22,3 \pm 1,06^b$	0,0489
Insulina ($\mu\text{UI} \cdot \text{ml}^{-1}$)	$2,3 \pm 0,48$	$2,8 \pm 0,48$	0,0646	$2,7 \pm 0,49$	$2,3 \pm 0,47$	0,0671

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F ($P < 0,05$)

Resultados semelhantes foram encontrados por Cockram et al. (1996) trabalhando com ovinos em densidades de 0,22 m², 0,27 m², 0,31 m² e 0,41 m², sendo evidente a maior concentração de cortisol nos animais transportados na densidade de 0,22 m², diferentemente dos animais que foram transportados em densidades de 0,31 m² que sofreram pouco efeito do estresse da viagem. Revisando a literatura sobre os efeitos do espaço disponível durante o transporte sobre o bem-estar dos animais, o Comitê Científico de Saúde e Bem-estar Animal (SCAHAW) da União Européia (2004) recomendou um espaço mínimo de 0,29 m², para ovinos deslanados com peso de 40 kg, em viagens com até 4 horas de duração.

O transporte tem sido reconhecido como uma das etapas mais estressantes durante o manejo pré-abate, resultando em alterações fisiológicas e comportamentais que afetam o bem-estar dos animais (BROOM, 2003). Esse aumento do estresse é proporcionado pelas condições desfavoráveis, como privação de alimento e água, alta umidade, alta velocidade do ar e densidade de carga (SCHARAMA, VAN DER HEL e GORSSEN, 1996), e em situações de extremo estresse os valores de cortisol podem dobrar ou quadruplicar (GRANDIN, 1994).

Após o transporte observou-se um aumento ($P < 0,05$) do nível de cortisol sérico dos animais (Gráfico 5), corroborando os resultados de Dalmau et al. (2013), Navarro, Gallo e Strappini (2007) e Tadich et al. (2009) que avaliaram a concentração de cortisol sanguíneo de cordeiros antes e após o transporte e encontraram um aumento significativo deste, depois do transporte. Broom et al. (1996), Hall et al. (1999) e Broom e Fraser (2007), monitorando esse hormônio durante o manejo pré-abate, relataram um aumento nos níveis séricos logo após o embarque e durante o transporte de ovinos.

Gráfico 5. Valores médios de cortisol sanguíneo em cordeiros confinados individualmente durante o manejo pré-abate.

Após 7 horas de espera no abatedouro não houve diminuição da concentração dos níveis séricos de cortisol em comparação com a avaliação realizada após o transporte, porém, após 14 horas de espera foi observada uma redução significativa desses níveis ($P < 0,001$). Segundo Tadich et al. (2009) o estresse proporcionado pelo transporte pode ser recuperado após 10 horas de espera. Por outro lado, Kwoles et al. (1993), ao transportar cordeiros por 14 horas encontraram que os valores de cortisol diminuíram após 6 horas de descanso, entretanto, para viagens com duração de 24 horas, são necessárias 24 horas de descanso para que concentração de cortisol no sangue de ovelhas retorne a valores perto dos níveis basais (KNOWLES et al., 1995).

Bórnez et al. (2009) monitoraram os níveis de estresse de cordeiros na fazenda antes do transporte, depois do transporte e após o descanso no frigorífico e constataram que o estresse aumentou significativamente durante o transporte e diminuiu durante o descanso. Da mesma forma, avaliações feitas por Tadich et al. (2009) comprovaram a diminuição de estresse durante o descanso.

Pode-se afirmar que 7 horas de descanso não foram suficientes para que os cordeiros se recuperassem do estresse da viagem e foram necessárias 14 horas de espera para que os animais reouvesssem os níveis de cortisol.

Para as análises de insulina sanguínea não foi observada interação significativa entre os tratamentos durante o manejo pré-abate, dessa forma, a apresentação e discussão desses resultados foram realizadas separadamente.

Não foi encontrado efeito da suplementação de Cr e da densidade de transporte sobre o nível de insulina, porém, foi observado um efeito quadrático do tempo de colheita sobre os níveis de insulina sanguínea ($P < 0,0001$; Gráfico 6).

Gráfico 6. Valores médios de Insulina sanguínea em cordeiros confinados individualmente em função do tempo de colheita durante o manejo pré-abate.

Essa queda da insulina durante o manejo pré-abate era esperada devido ao jejum prolongado da viagem e do tempo de espera, além do fato do aumento do cortisol durante essa etapa influenciar na sua secreção (ANDREWS e WALKER, 1999).

Com 14 horas de espera foram observados valores médios de insulina sérica de $1,0 \mu\text{UI mL}^{-1}$, corroborando os resultados de Zuma e Maia et al. (2008), considerados normais para ovinos sem nenhuma imposição de estresse, mostrando que com 14 horas de espera os animais conseguiram se recuperar do estresse da viagem e voltar ao seu metabolismo basal.

6.3. Características de carcaça e qualidade de carne

Não houve efeito da suplementação do cromo, da densidade de transporte e do tempo de espera antes do abate e suas interações ($P > 0,05$) para as variáveis avaliadas quanto às características de carcaça.

Para as características de qualidade de carne não houve interação significativa entre a suplementação com o cromo, densidade de transporte e tempo de espera para as características de cor e perdas totais ao cozimento, entretanto, foi encontrada uma interação ($P < 0,05$) entre a suplementação com o cromo e o tempo de espera para a maciez. Diferentemente aos resultados observados para características de carcaça, foi registrado efeito significativo da suplementação do cromo sobre a característica de cor b^* , portanto essa variável foi incluída nesta discussão.

Apesar dos efeitos de densidade e tempo de espera observados nos níveis de cortisol, indicativos de estresse, é possível considerar o nível de desafio imposto aos animais como de baixo impacto, incapazes de produzir diferenças significativas sobre as carcaças e a qualidade da carne.

6.3.1. Características de carcaça

Analisando os valores médios de peso de carcaça quente, peso de carcaça fria e rendimento de carcaça, constata-se que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Médias, erros padrões e e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variâncias das características de carcaça de acordo com a suplementação de cromo, densidade de transporte e tempo de espera antes do abate em cordeiros confinados individualmente.

	Suplementação			Densidade			Espera		
	Controle	Cromo	Pr>F	0,2m ²	0,3m ²	Pr>F	7 Horas	14 Horas	Pr>F
PCQ¹	16,6±0,63	16,7±0,63	0,8871	16,3±0,59	17,1±0,67	0,3916	17,0±0,63	16,4±0,63	0,4908
PCF²	16,9±1,38	15,9±1,04	0,5744	16,1±1,24	16,7±1,24	0,7419	16,8±1,60	15,9±0,66	0,6001
RC³	48,7±0,39	49,0±0,39	0,5741	48,8±0,37	49,0±0,42	0,7294	49,1±0,39	48,7±0,39	0,4599

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F (P < 0,05)

¹Peso de carcaça quente em kg, ²Peso de carcaça fria em kg, ³Rendimento de carcaça em %

Esses resultados estão de acordo com Gardner, Pethick e Smith (1998) que estudando a suplementação de Cr orgânico para ovinos, não encontraram diferenças nas características de carcaça, assim como Dominguez-Vara et al. (2009), que utilizando o Cr associado com o selênio, não observaram efeito quando avaliaram apenas a suplementação com 350 mg de Cr orgânico. Contudo, Pollard, Richardson, e Karnezos (2002) verificaram que o fornecimento de 200 mg de Cr orgânico por quilo de dieta na engorda de bois aumentou o peso da carcaça quente.

O rendimento de carcaça é um dos principais índices a serem considerados para a melhoria da produtividade e este expressa a relação percentual entre os pesos da carcaça e do animal (ALVES et al, 2003). Existe uma grande variabilidade no rendimento de carcaça de ovinos, com resultados que vão de 45 a 60%, podendo ser decorrentes de fatores como genética, sexo, idade, peso vivo, peso ao nascer e dieta imposta ao animais (SAÑUDO; SIERRA, 1982). Os resultados encontrados no presente estudo estão dentro destes padrões de variabilidade.

Cunha et al. (2008) encontraram resultados semelhantes de rendimentos de carcaça (48%) trabalhando com cordeiros Santa Inês abatidos com média de 32 kg de peso vivo. No mesmo sentido, Majdoub-Mathlouthi et al. (2013) trabalhando com cordeiros com média de 34 kg de peso vivo obtiveram rendimentos de 46%. Ekiz et al. (2012) verificaram rendimentos de carcaça em torno de 48% e não encontraram diferença entre os tempo de espera de 30 minutos e 18 horas antes do abate para estas variáveis.

Segundo Silva Sobrinho et al. (2008), a dieta, o peso e a idade de abate estão entre os fatores que influenciam o rendimento da carcaça. Como neste estudo, os animais receberam a mesma dieta e foram abatidos na mesma idade e peso, apenas a suplementação com o Cr não foi suficiente para alterar tal característica. Além disso, perdas quantitativas, que ocorrem principalmente devido a contusões graves, resultando em queda no rendimento da carcaça após a retirada das áreas contundidas antes da pesagem não foram encontradas no presente estudo.

6.3.2. Contusões na carcaça

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da suplementação com Cr, densidade de transporte e tempo de espera sobre o aparecimento de contusões na carcaça

Resultados semelhantes também foram constatados por Cockram et al. (1996) que avaliaram cordeiros de 35 kg em densidades de $0,22 \text{ m}^2$ e $0,41 \text{ m}^2.\text{animal}^{-1}$ e não encontraram nenhuma evidência para sugerir que o aumento de espaço elevaria o risco de ferimentos.

No presente estudo, durante a espera os animais tiveram nas 7 primeiras horas 2 m^2 por animal e nas demais 7 horas 4 m^2 por animal, espaço este suficiente para manter os animais em conforto e diminuir a frequência de agressões entre eles, o que pode ter favorecido a baixa incidência de lesões.

Foram encontradas contusões apenas em duas carcaças (Figuras 18 e 19) que foram transportadas na densidade de $0,3 \text{ m}^2.\text{animal}^{-1}$, sendo uma do tratamento de 7h e a outra de 14 h de espera. Ambas as carcaças apresentaram lesões recentes de Grau 1, ou seja, apenas nos tecidos subcutâneos com menos de 5 cm de diâmetro, que indicam que os eventos causadores da lesão ocorreram em um curto período de tempo em relação ao abate do animal, incluindo desde o manejo pré-embarque até o momento do abate em si (GRANDIN, 2000).

1- Traseiro 2- Gradil Costal 3- Lombo 4- Dianteiro

*
Locais das contusões

Figura 19.
Contusões
encontradas na
carcaça
transportada a
0,3 m² e com 7
horas de espera

Figura 20.
Contusão
encontrada na
carcaça
transportada a
0,3 m² e com 14
horas de espera

Esses resultados correspondem a 1,28% das carcaças, indicando que as duas densidades de transportes não influenciaram a incidência de hematomas nas carcaças. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Knowles et al (1994b) em uma pesquisa com aproximadamente 575.000 cordeiros que relataram um descarte de apenas 1,25% das carcaças por causa de hematomas. Entretanto, Cockram e Lee (1991) encontraram hematomas em 71% das carcaças, sendo que grande parte das lesões foram provocadas devido à prática adotada pelos transportadores que agarravam os animais pela lã durante o desembarque.

Resultados semelhantes foram relatados por Braga et al. (2010), que encontraram uma maior ocorrência de lesões recentes, de coloração vermelha e vermelha escura. Civeira et al. (2006) verificaram uma média de duas a quatro lesões por carcaça e Almeida (2005) constatou que os animais apresentavam mais

que duas lesões pelo corpo, resultados estes bem mais elevados do que os encontrados no presente estudo.

O manejo pré-abate tem uma importância fundamental no aparecimento de hematomas nas carcaças, sendo que o manejo e o transporte inadequado dos animais e animais muito agitados são fatores de risco e podem levar a contusões e perdas significativas na qualidade da carne. No presente estudo, as densidades de transporte e os tempos de espera, ambos adequados, e a facilidade de manejo durante o embarque e desembarque, sem necessidade de intervenções agressivas, podem justificar a baixa incidência de contusões.

6.3.3. pH, temperatura da carcaça e glicogênio muscular

As medidas de temperatura e pH a 1 hora e 24 horas após o abate e os níveis de glicogênio muscular não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Médias e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância das características temperatura, pH da carcaça e glicogênio muscular de acordo com a suplementação de cromo, densidade de transporte e tempo de espera antes do abate em cordeiros confinados individualmente.

	Suplementação			Densidade			Espera		
	Controle	Cromo	Pr>F	0,2m ²	0,3m ²	Pr>F	7 Horas	14 Horas	Pr>F
T°C 1 ¹	25,3±0,25	25,5±0,25	0,4453	25,4±0,24	25,5±0,27	0,8008	25,1±0,25	25,7±0,25	0,0739
pH 1 ²	6,3±0,03	6,3±0,03	0,6923	6,4±0,04	6,3±0,04	0,0681	6,2±0,04	6,4±0,04	0,0675
T°C 24 ³	4,5 ±0,19	4,3±0,19	0,7695	3,7±0,17	4,0±0,17	0,4477	4,2±0,12	4,5±0,12	0,7170
pH 24 ⁴	5,6±0,02	5,6±0,02	0,3086	5,6±0,02	5,6±0,02	0,0629	5,6±0,03	5,6±0,01	0,1437
Glic. ⁵	27,8±1,82	27,3±1,82	0,8225	27,3±1,71	27,8±1,93	0,8408	29,6±1,82	25,5±1,82	0,1244

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F ($P < 0,05$)

¹Temperatura da carcaça com 1 hora de abate em graus Celsius; ²pH da carcaça com 1 hora de abate; ³Temperatura da carcaça com 24 horas de abate em graus Celsius; ⁴pH da carcaça com 24 hora de abate; ⁵Glicogênio muscular em $\mu\text{mol.g}^{-1}$ tecido

Após o abate, as reservas de glicogênio são transformadas em ácido láctico em um processo anaeróbico, reduzindo o pH de aproximadamente 7,0 para um pH final entre 5,6 e 5,8 após 24 horas (LUCHIARI FILHO, 2000). O estresse pré-abate é principal causa da diminuição das reservas de glicogênio muscular e consequentemente altera o pH final (WULF et al. 2002).

Segundo Koohmarie, Whipple, e Kretchmar (1991), logo após o abate, os músculos dos ovinos encontram-se com temperatura de 39,6°C e pH de 6,8 e após 24 horas a temperatura cai para 1,0°C e pH para aproximadamente 5,6, em condições normais. De acordo com o proposto por estes pesquisadores é possível observar que ocorreu uma queda normal de pH em ambos os tratamentos (cromo e controle), sem influência da suplementação de Cr orgânico na queda do pH. Polizel Neto et al. (2009), trabalhando com a suplementação 2 mg de Cr levedura para bovinos também não encontraram diferenças para essas características.

Estes resultados também concordam com os obtidos por Leme (2009) e Adnoy et al. (2005) que não encontraram diferenças entre o pH final da carne de cordeiros que foram submetidos a diferentes tipos de transportes. Apple et al. (1994), relataram que cordeiros submetidos ao estresse tiveram seu conteúdo de glicogênio muscular reduzido, sem alteração no seu pH final. Assim como Gire e Monin (1979), que não relataram efeito de 4 horas de transporte sobre o pH do músculo em ovinos. No entanto, outros autores relatam que o manejo antes do abate pode influenciar o pH final, mas pode não afetar a qualidade da carne (RUIZ-DE-LA-TORRE et al., 2001, APPLE et al., 1995).

O pH final é o mais importante indicador utilizado para medir a qualidade da carne (GREGORY; LEE; WIDDICOMBE, 2007), e o seu alto valor está associado ao conteúdo de glicogênio presente no músculo no momento do abate do animal (LAHUCKY et al., 1998; APPLE et al., 1995). No presente estudo, os valores de pH final apresentaram-se sempre dentro da faixa considerada normal por Silva Sobrinho et al., (2005), que varia de 5,5 a 5,8 para ovinos desta categoria.

Para o glicogênio muscular foram encontrados valores de 4,4 a 57,8 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ de tecido, com média de 27,5 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ de tecido, valor próximo do encontrado por Cottrel et al. (2008) quando submeteram cordeiros a exercícios por 15 minutos antes

do abate. Lahucky et al. (1998) encontraram valores variando de 13,6 a 68,7 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ em touros e Poleti (2013) estudando bovinos da raça nelore, observou o glicogênio muscular variando de 1,7 a 72,5 $\mu\text{mol.g}^{-1}$. Segundo essa mesma autora os valores para glicogênio são variáveis e as reservas podem ser reduzidas por qualquer estresse fisiológico a que o animal é submetido, como observado no presente estudo após o manejo pré-abate. Além disso, os níveis de glicogênio podem variar entre indivíduos da mesma espécie, devido ao estado nutricional e fatores hormonais do animal durante o manejo pré-abate e abate (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Apesar de alguns animais utilizados neste trabalho apresentarem pouca reserva de glicogênio muscular, essa redução não foi suficiente para interferir na queda normal do pH, visto que não foram observadas carcaças com pH acima de 5,8, e conseqüentemente não houve problemas com aparecimento de carcaça com carne escura, seca e firme (D.F.D).

Essas implicações acima confirmam o fato de que a carne ovina raramente apresenta problemas relacionados com pH, com a conseqüente ocorrência de D.F.D, reafirmando o que diz Sañudo (1997), que o ovino dispõe de mecanismos adaptativos mais eficientes que os dos bovinos e suínos em condições de estresse durante o manejo pré-abate.

6.3.4. Área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e extrato etéreo

A AOL e a EGS não foram influenciadas pela suplementação de Cr ($P > 0,05$) (Gráfico 7).

Resultados semelhantes foram encontrados por Chang, Mowat e Spiers (1992) e Wolf et al. (1993), que trabalhando com bovinos, também não encontraram efeito da suplementação de Cr sobre a AOL e a EGS. Porém, Page et al. (1993) utilizando diferentes níveis de Cr picolinato (0, 25, 50, 100, 200, 400 e 800 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ na

dieta) encontraram um aumento da AOL nos animais suplementados. Além disso, as carnes de bovinos suplementados com diferentes níveis de Cr apresentaram aumento da gordura intramuscular (marmoreio) (CLAYES; SPEARS; KEGLEY, 1994).

Gráfico 7. Valores médios da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) em cordeiros confinados individualmente de acordo com a suplementação de cromo.

No Brasil são considerados normais valores de AOL entre 8 e 14 cm² para cordeiros cruzados abatidos entre 15 e 40 kg (ZUNDT et al., 2003), concordando com os resultados encontrados no presente estudo. No mesmo sentido, Selaive-Villarroel e Souza Júnior (2005), constataram que a média de área de olho de lombo para cordeiros cruzados da raça Santa Inês e Somalis x SRD foi de 12,1 cm².

A AOL, por ser uma medida objetiva, apresenta utilidade na predição da quantidade de músculo da carcaça e aumenta linearmente com a idade de abate, correlacionando-se positivamente com o peso da carcaça fria (BUENO et al., 2000). Do mesmo modo, a EGS está associada a vários fatores, entre eles a idade, o

regime alimentar, o período de confinamento e o peso da carcaça (SILVA SOBRINHO et al., 2008).

Portanto, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos uma vez que os animais receberam a mesma dieta, foram abatidos com pesos semelhantes e possuíam em média a mesma idade, ficaram o mesmo tempo confinados e não apresentaram diferença entre os tratamentos em relação ao peso de carcaça. Isto também foi constatado por Cunha et al. (2000b) que não encontraram diferenças entre animais abatidos com pesos semelhantes.

A média observada para a EGS (2,5 mm) indica um acabamento satisfatório da carcaça, considerando que esta medida deve se situar entre 2,0 e 5,0 mm na carcaça de ovinos (SILVA SOBRINHO, 2001), e que essa gordura contribuiu positivamente, protegendo a carcaça de desidratação e evitando o escurecimento dos músculos.

Esses valores podem estar relacionados à idade reduzida dos cordeiros abatidos, os quais apresentaram média de 150 dias de idade, e é sabido que animais jovens tendem a depositar e apresentar menor teor de gordura na carcaça. É possível também, que parte dessa gordura tenha sido removida no processo de retirada do couro, permanecendo aderida ao couro durante o abate dos animais.

Valores semelhantes (2,7 mm) foram encontrados por Oliveira (2012) para cordeiros cruzados abatidos com peso ao redor de 45 kg. Cardoso (2008) observou médias de AOL e EGS de 12,2 cm² e 4,2 mm, respectivamente para cordeiros oriundos de cruzamentos com animais da raça Santa Inês.

Assim como para a EGS, não houve influencia da suplementação do Cr sobre o extrato etéreo (Gráfico 8).

Gráfico 8. Valores médios de extrato etéreo de cordeiros confinados individualmente de acordo com a suplementação de cromo .

Neste trabalho, a percentagem de extrato estéreo foi de aproximadamente 1,7 % para animais suplementados com Cr ou não. Resultados semelhantes foram encontrados por Polizel Neto et al. (2009), que suplementaram bovinos com o Cr levedura e encontraram valores próximos de 1,0 % de extrato etéreo. Diferentemente de Domingues Vara et al. (2009), Mooney e Cromwell (1997) e Kitchalong et al. (1995) que observaram redução na porcentagem de gordura na carcaça com a suplementação com Cr complexado à molécula orgânica.

A média de extrato etéreo encontrada está abaixo dos resultados encontrados por Zeola et al. (2004) que trabalharam com cordeiros da raça Morada Nova (2,2 %), e Madruga et al. (2006) que observaram uma média de 2,9 %, estudando diferentes tipos genéticos. No mesmo sentido estão os resultados de Leão et al. (2011), estudando cordeiros recebendo dietas com cana-de-açúcar e silagem de milho.

Apesar de não haver redução no teor de gordura subcutânea da carcaça com a suplementação de Cr, pode-se considerar a carne do presente estudo como magra, por apresentar valores inferiores a 5 % de extrato etéreo (GURTLE et

al.,1987), característica muito desejável pelo consumidor que procura uma carne mais saudável.

6.3.5. Cor

Não foi observado efeito da suplementação com Cr sobre os valores de L* e a* da cor (Tabela 8). No entanto, os animais que receberam a suplementação de Cr apresentaram menores valores para a característica de coloração b* ($P < 0,05$). Embora essa diferença não possa ser considerada importante para a classificação de cor e umidade, os animais apresentaram menor teor de gordura intramuscular aparente, com um aspecto menos amarelado que os animais que não receberam o Cr diariamente.

Tabela 8. Médias e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância das características de cor da carne, de acordo com a suplementação de cromo, densidade de transporte e tempo de espera antes do abate em cordeiros confinados individualmente.

	Suplementação			Densidade			Espera		
	Controle	Cromo	Pr>F	0,2m ²	0,3m ²	Pr>F	7 Horas	14 Horas	Pr>F
L*¹	34,9±2,66	31,4±2,36	0,3278	32,1±2,70	34,2±2,40	0,5652	34,9±2,33	31,3±2,76	0,3243
a*²	9,7±1,91	9,6±1,70	0,9348	9,7±1,93	9,5±1,71	0,9392	9,4±1,89	10,9±1,90	0,3294
b*³	17,5 ±1,46 ^a	13,2±1,30 ^b	0,0366	15,9±1,48	14,8±1,71	0,5748	16,0±1,82	14,8±1,69	0,5301

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F ($P < 0,05$)

¹ Croma associado à luminosidade, ² Croma que varia do verde ao vermelho, ³ Croma que varia do azul ao amarelo

Em ovinos são descritos valores médios de 32,5 a 42,3, para L*; 10,4 a 13,9 para a*; e 6,7 a 8,2 para b* (BRESSAN et al., 2001). Comparando estes valores citados com os valores obtidos neste estudo é possível notar que os valores de L* situaram-se entre os valores médios, enquanto a* esteve próximo dos valores citados e b* foi bem maior que os valores médios descritos na literatura. Por outro lado, os valores de L* e a* observados neste estudo são semelhantes encontrados

por Prado (1999) em cordeiros da raça Santa Inês com pesos semelhantes aos dos animais deste estudo.

As densidades de transporte e os tempos de espera não tiveram efeito significativo na cor da carne (L^* , a^* e b^*).

Existe uma diversidade de opiniões sobre o efeito do estresse pré-abate sobre a cor da carne. Zimmerman e colaboradores (2013) avaliaram a influência de vários fatores estressantes antes do abate (jejum de 24 horas, exercício antes do abate, tratamento aversivo com cães) nas respostas fisiológicas e de qualidade da carne de cordeiros e não encontraram efeito sobre a cor da carne. Da mesma forma, Bond e Warner (2007) e Apple, Minton e Dikeman (1995) não encontraram alterações nas características de coloração da carne (L^* , a^* e b^*) em ovinos submetidos ao estresse pré-abate.

Entretanto, Miranda de la Lama et al. (2012), submetendo os cordeiros a dois tipos de transportes em duas estações do ano diferentes, encontraram diferenças significativas na cor e na maciez da carne. No mesmo sentido, Bond, Can e Warner (2004) e Warner et al. (2005) e reportaram um aumento do pH da carcaça e redução das características de L^* , a^* , b^* e os valores de força de cisalhamento da carne de cordeiros que sofreram estresse físico antes do abate.

Gajana e colaboradores (2013) trabalhando com diferentes densidades de transporte de suínos, encontraram que aumentando a disponibilidade de espaço para mais que $0,4 \text{ m}^2$ por 100 kg de animal, elevou-se o risco de carnes pálidas, moles e esxudativas (P.S.E), influenciando diretamente na cor da carne. Guardia et al. (2005) indicaram que para trajetos curtos, de no máximo 3 horas, o aumento na disponibilidade de espaço durante o transporte eleva o risco de aparecimento tanto de carnes D.F.D. como P.S.E. em suínos.

6.3.6. Perdas totais ao cozimento (PTC)

Não houve efeito dos tratamentos sobre a PTC da carne (Gráfico 9). Essas perdas são de aproximadamente 20 % quando a carne provém de animais sem

estresse, foi bem estocada, apresentou pH e temperatura de armazenamento adequados (LUCHIARI FILHO, 2005⁵).

No presente estudo, a média da PTC foi 24 %, semelhante ao encontrado por Gularte et al. (2001), que relataram valores médios de 26 %. Porém, foram menores aos obtidos por Queiroz et al. (2008) e Corte (2007) que encontraram em média 31 % de perda totais ao cozimento em cordeiros da raça Santa Inês e cordeiros cruzados, respectivamente. Da mesma forma, Bonagurio et al. (2003) e Silva Sobrinho et al. (2005), que relataram maiores perdas (média 36 %) na carne de cordeiros cruzados da raça Santa Inês. Andrade et al. (2009) trabalharam com cordeiros Hampshire Down observaram valores inferiores, com 16 % de perdas.

Gráfico 9. Valores médios de perdas totais ao cozimento da carne de cordeiros confinados individualmente de acordo com a suplementação de cromo, densidade de transporte e tempo de espera.

Estas variações para valores de PTC dependem de vários fatores, principalmente às diferenças nas condições de manejo pré e pós abate dos ovinos, e metodologia no preparo de amostras, tais como, a remoção ou padronização da

⁵Comunicação pessoal do Prof. Dr. Albino Luchiari Filho (2005).

capa de gordura externa e tipo de equipamento no qual as amostras são cozidas (SILVA et al., 2008). Nesse estudo a gordura do músculo *Longissimus* não foi removida para análise da maciez objetiva, e o acabamento das carcaças protegeu a carne dos efeitos negativos da baixa temperatura de resfriamento, congelamento e a perda excessiva de água pela formação de cristais de gelo dentro das células, que causam lesões celulares, com aumento da perda de água, além de outros nutrientes (SAÑUDO et al., 2000).

Além disso, de acordo com Ekiz et al. (2009) o nível de perda por cocção está intimamente relacionado com o pH final, sendo que o elevado pH diminui o grau de perda de água durante o cozimento, enquanto uma rápida queda aumenta essa perda (NORMAN, 1978). Nesse sentido, Apple et al. (1995), constataram que a carne de cordeiros estressados tinha um pH final mais alto e menores perdas por cocção.

6.3.7. Maciez

Foi observada uma interação significativa ($P=0,0042$) entre a suplementação com o Cr e o tempo de espera antes do abate sobre a força de cisalhamento (Gráfico 10). A maciez pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar, sendo mensurada através da força de cisalhamento (SILVA et al., 2008). Suas médias em função dos tratamentos são apresentadas no Gráfico 8.

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F ($P < 0,05$)

Gráfico 10. Médias da força de cisalhamento em função do tipo de suplementação e o tempo de espera em cordeiros confinados individualmente.

Para os animais que não receberam a suplementação de cromo e com tempo de espera de 14 horas no abatedouro foi observada força de cisalhamento de 4,3 kg, valor menor ao observado para os animais que foram submetidos a 7 horas de descanso, com média de 5,4 kg. Entretanto, quando analisadas as médias de força de cisalhamento nos cordeiros suplementados com cromo, foi notado que os animais que esperaram por menos tempo apresentaram menor força de cisalhamento (3,5 kg) do que aqueles que permaneceram por mais tempo no curral de espera (4,5 kg). Pode-se inferir que o tempo de espera é essencial para que os animais se recuperem do estresse da viagem, e este é dependente do tipo de suplementação que o animal recebe antes da viagem.

O Cr foi eficiente em melhorar a maciez logo nas primeiras horas de espera, reafirmando a importância da suplementação de cromo em situações de estresse, como o transporte, como observado por Chang e Mowat (1992). Entretanto, Polizel Neto et al. (2009) trabalhando com bovinos não encontrou resultados positivos com

a suplementação proteico-mineral com adição de Cr complexado à molécula orgânica na característica de maciez da carne.

Ekiz et al. (2012) trabalhando com dois tempos de espera observaram que ao aumentar o tempo de espera, diminui-se a força de cisalhamento, ou seja, aumenta-se a maciez da carne, como foi observado no grupo sem suplementação. Da mesma forma, del Campo et al. (2010) concluíram que a carne de novilhos com longos períodos de tempo de espera antes do abate (15 horas) apresentaram menor força de cisalhamento do que a carne daqueles que tiveram apenas 3 horas de espera. O tempo de espera curto, sem a oportunidade de repouso necessário aos animais para se recuperarem do estresse da viagem, aumenta tanto pH final como a força de cisalhamento.

Ferreira et al. (2006), estudando bovinos que permaneceram por 0, 6, 12, 18 e 24 horas de espera no abatedouro, observaram um aumento da força de cisalhamento nos menores períodos de espera de 0 e 6 h. Todavia, Teke et al. (2014) trabalhando com bovinos e longos períodos de espera, de 24, 48 e 72 horas, não verificaram efeito significativo da duração da espera sobre a força de cisalhamento, porém, os valores encontrados por estes autores foram mais altos (6,8 kg) do que observamos neste trabalho.

Dalmau et al. (2013) não encontraram efeito significativo do transporte sobre as características de qualidade de carne, corroborando os resultados encontrados no presente estudo, que não verificou efeito significativo das densidades de transporte sobre a maciez da carne.

Bickerstaffe, Le Couteur e Morton (1997) estabelecem que a carne é considerada como macia com valores de força de cisalhamento até 8 kgf/cm², aceitável de 8 a 11 kgf/cm² e dura acima de 11 kgf/cm². Segundo este critério, a carne estudada neste experimento se enquadra como macia, portanto, de alta aceitabilidade para o consumidor.

Valores de força de cisalhamento de diversas raças foram descritos por Silva Sobrinho et al. (2005), Vergara et al. (2005), Souza et al. (2004) e Bressan et al. (2001), variando de 2,3 a 8,4 kg, do músculo *Longissimus dorsi*. Para cordeiros

cruzados, Gonçalves et al. (2004) encontraram valores de 4,5 kg, semelhantes aos observados neste estudo.

Efeitos benéficos podem ser obtidos com a utilização das raças precoces especializadas para produção de carne com cruzamentos (ALMEIDA JUNIOR et al., 2004), em sistemas de produção intensivos, feitos em regime de confinamento (BOAS et al., 2003), utilizando-se manejo que leve em consideração o bem-estar dos animais. Além disso, os animais foram abatidos bem jovens, e segundo Pereira (2006), os níveis de ligações cruzadas de colágeno nesses músculos são mais solúveis, uma vez que à medida que os animais envelhecem as ligações se tornam mais estáveis e as ligações cruzadas estão presentes em menor número, favorecendo a maciez da carne.

7. Conclusões

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que a suplementação com o Cr orgânico ameniza o aumento do cortisol sérico dos cordeiros durante o confinamento, mas não interfere na reatividade e no desempenho destes, sem causar danos à saúde do animal.

A densidade de transporte é um fator que deve ser levado em consideração, pois quanto maior a densidade, mais estressante é para o animal, alterando o nível de cortisol sérico, porém, não alterando as características da carcaça e de qualidade da carne.

O período de descanso antes do abate de 14 horas diminui o estresse dos animais e reduz os níveis séricos de cortisol dos cordeiros. Contudo, existe uma interação entre este a suplementação com o cromo com consequências diferentes na maciez da carne.

8. Implicações

Visto que uma das principais preocupações dos mercados consumidores está relacionada ao bem-estar dos animais, torna-se essencial a implantação de sistemas que levem em consideração essa característica. Nesse sentido, a suplementação de 2 mg de cromo levedura durante o confinamento individual de cordeiros durante 70 dias, funcionou como uma ferramenta importante a partir do 56º dia, amenizando o estresse dos animais, assim sendo, a suplementação poderá ser mais tardia, quiçá apenas alguns dias antes do abate.

O transporte é a etapa mais estressante durante o manejo antes do abate, sendo necessária a conscientização dos produtores e demais intervenientes no processo sobre a adequação dos meios de transporte, incluindo o espaço por animal no caminhão, que não deve ser menor que 0,3 m², e o treinamento dos motoristas a fim de minimizar as fontes causadoras de estresse. Além disso, o tempo de espera é essencial para que os animais se recuperem do estresse da viagem, não devendo ser menor que 14 horas.

A avaliação da reatividade de cordeiros durante a pesagem através da escala de escore composto é um instrumento de fácil registro, que remete a diferentes características do comportamento, e pode ser utilizada pelos produtores para a seleção de animais mais adequados ao sistema de produção. Porém, os ovinos possuem comportamentos peculiares à espécie que devem ser mais estudados e incluídos detalhadamente durante esta avaliação.

9. Referências Bibliográficas

ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contra-filé (m. *L. Dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.

ADNOY, T. et al. Grazing on mountain pastures – does it affect meat quality in lambs? **Livestock Production Science**, v.94,p. 25–31, 2005.

ALMEIDA JÚNIOR, G.A. et al. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1048-1059, 2004.

ALMEIDA, L.A.M. **Manejo no pré-abate de bovinos: aspectos comportamentais e perdas econômicas por contusões**. 2005. 62 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.

ANDERSON, R. A.; MERTZ, W. Glucose tolerance factor an essential dietary agent. **TIBS**, p.277-279, 1977.

ANDERSON, R.A.; MERTZ, W. Glucose tolerance factor: an essential dietary agent. **Trends Biochemical Science**, v. 2, n. 12, p. 277-79, 1997.

ANDRADE, M.B. et al. Características da carcaça e da carne de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes proporções na silagem de grãos de milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 183-189, 2009.

ANDREWS, R.C; WALKER, B. R. Glucocorticoids and insulin resistance: old hormones, new targets. **Clin Sci**, v.96, p. 513–523, 1999.

APPLE, J.K. et al. Influence of treadmill exercise on pituitary-adrenal secretions, other blood constituents, and meat quality of sheep. **Journal of Animal Science.**, v.72, p.1306-1314, 1994.

APPLE, J.K.; DIKEMAN, M.E.; MINTON, J.E. et al. Effects of restrain and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and indice of dark-cutting *longissimus* muscle of sheep. **Journal of Animal Science.**, v.73, p.2295-2307, 1995.

APPLE, J. K. et al. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and incidence

of dark-cutting in longissimus muscle of sheep. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2295-2307, 1995.

AOCS, 2009. **Official Method Am 5-04- Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing High Temperature Solvent Extration**. Additions and revisions to the Official Methods and Recommended Pratices of the AOCS, 2009.

ARAGÓN, V. E. F. et al. Suplementação com o Cromo e desempenho reprodutivo de vacas primíparas mantidas a pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.5, p.624-658, 2001.

ARVIZU, R. R. et al. Effects of genotype, level of supplementation, and organic chromium on growth performance, carcass, and meat traits grazing lambs. **Meat Science**, 88 (2011), pp. 404–408, 2011.

AUS-MEAT Limited. **Beef & veal language**. South Brisbane, 2010. 4p.

BAGCHI, D. et al. Cytotoxicity and oxidative mechanisms of different forms of chromiun. **Toxicology**, v.180, p.5-22, 2002.

BARBALHO, P.C.; TSEIMAZIDES, S.P.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Avaliações preliminares de um programa de treinamento em manejo racional na condução de bovinos. In: XXII ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 22, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Etologia, 2004.

BARBALHO, P.C. **Avaliação de programas de treinamento em manejo racional de bovinos em frigoríficos para melhoria do bem-estar animal**. 2007. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

BARBOSA FILHO, A.D.; SILVA, I.J.O. Abate humanitário: ponto fundamental do bem-estar animal. **Revista nacional da carne**, São Paulo, v.328, p.36-44, 2004.

BARUSELLI, M. S. Efeito do uso de minerais orgânicos no desempenho e no comportamento animal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 05., 2003, UBERABA. **Anais...**, Uberaba: ABCZ, ABZ, FAZU, 2003. p50-63.

BAXTER, M.R. The Space Requirements of Housed Livestock. In: PHILLIPS, C. and PIGGINS, D. (eds.) **Farm Animals and the Environment**. Wallingford: CAB International, p. 67-81, 1992

BECKER, A., LOBATO, J.F.P. Effects of gentle handling on the reactivity of zebu crossed calves to human. **Applied Animal Behaviour Science**, v.53, p. 219–224, 1997.

BENCH, C; SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. The welfare of pig during transport. In: SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. **Welfare of pigs: from birth to slaughter**. New York / The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. Cap.06, p.161-180.

BICKERSTAFFE, R.; Le COUTEUR, C.E.; MORTON, J.D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Anais...** Auckland, Nova Zelândia, p.196-197, 1997.

BOAS, A.S.V. et al. Idade a desmama e manejo alimentar na produção de cordeiros superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Supl. 2, v.32, n.6, p.1969- 1980, 2003

BOIVIN, X.; LE NEINDRE, P.; CHUPIN, J.M. Establishment of cattle-human relationship. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdã, n.32, p. 325-335, 1992.

BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1562-1570, 2003.

BOND, J. J.; CAN, L. A.; WARNER, R. D. The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in semimembranous muscle of lamb. **Meat Science**, v.68, p.469–477, 2004.

BOND, J.J.; WARNER, R.D. Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of Longissimus thoracis et lumborum in meat of lamb subjected to antemortem exercise. **Meat Science**, v.75, p.406–414, 2007.

BONIN, M. N. **Avaliação de Características de Desempenho e Qualidade de Carne em Linhagens de Touros Representativos da Raça Nelore, utilizando Ultrassonografia, Análise de Imagens e NIRS**. 2012. 135p. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

BÓRNEZ, R.; LINARES, M.B.; VERGARA, H. Haematological, hormonal and biochemical blood parameters in lamb: Effect of age and blood sampling time. **Livestock Science**, Netherlands, v.121, p.200-206, 2009.

BRAGA, J. S. et al. Lesões de carcaças e grau de bem-estar de bovinos de corte em frigorífico da região sudeste do Brasil. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47, Salvador, **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

BRAGGION, M.; SILVA, R.A.M.S. Quantificações de Lesões em carcaças de bovinos abatidos em frigoríficos no pantanal Sul-mato-grossense. **Comunicado técnico**, nº45, Corumbá-MS, 2004.

BRASIL. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA)**. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952, alterado pelo Decreto nº 63.526 de 4 de novembro de 1968. *Diário Oficial da União*, 4 nov. 1968.

BRESSAN, M.C. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p. 293-303, 2001.

BROOM, D.M. Animal welfare: concepts and measurement **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D.M.; JOHNSON, K.G. **Stress and animal welfare**. London: Chapman & Hall, 1993, 211p.

BROOM, D.M. et al. Hormonal and physiological effects of a 15 hour Road journey in sheep: comparison with the response to loading, handling and penning in the absence of transport. **British Veterinary Journal**, v.152, p.593-604, 1996.

BROOM, D.M. Transport stress in cattle and sheep with details of physiological and other indicators. **Dtsch. tierärztl. Wochenschr.**, v.110 n.3,p. 83-89, 2003.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinarian Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.

BROOM, D.M.; FRASER, A.F. **Domestic Animal Behaviour and Welfare**, 4.ed. Wallingford: Ed.CABI, 2007.

BUCHENAUER, D. Verhaltensbeobachtungen beim transport von Schafen In: *Higiene und Tierschutz beim Tiertransport*, 1994, Hannover. **Proceedings...** Hannover: Hanover Veterinary College, 1994.

BUCHENAUER, D. Welfare of Sheep During Transport. In: *Internacional conference considering the welfare of sheep during transport*, 1996, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge, 1996.

BUENO, M.S. et al. Características de carcaça de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1803-1810, 2000.

BURROW, H.M.; SEIFERT, G.W.; COBERT, N.J. A new technique for measuaring temperament in cattle. **Australian Society of Animal Production**, v.17, p.154-157, 1988.

BURROW, H.M. Effect of intensive handling of zebu crossbred weaner calves on temperament. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN ASSOCIATION OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 1991, Victoria. **Proceedings...** Victoria, 1991. v.9, p.208-21.

BURROW, H.M. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. **Animal Breeding Abstracts**, v.65, n.7, p. 477-495, 1997.

BURROW, H.M.; DILLON, R.D. Relationship between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits of Bos indicus crossbreeds. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.37, p.407-411, 1997.

BURTON, J.L.; MALLARD, B.A.; MOWAT, D.N. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.71, n. 6, p.1532-1539, 1993.

CAMPOS, R. et al. Indicadores do controle endócrino em vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33(2), p.147-153, 2005.

CARDOSO, M.M.T. **Desempenho e características de carcaça de ovinos da raça Sabta Inês e seus cruzamentos no sistema intensivo de Produção**. 2008. 109p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008.

CARRAGHER, J.F.; MATTHEWS, L.R. Animal behavior and stress: impacts on meat quality. **New Zealand Social Animal Production** , v.56, p.162-166, 1996.

CHANG, X.; MOWAT, D.N. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. **Journal of Animal Science**, v.70, n.2, p.559-565, 1992.

CHANG, X.; MOWAT, D.N.; SPIERS, G.A. Carcass characteristics and tissue-mineral contents of steers fed supplemental chromium. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.663-669, 1992

CHANG, X.; MOWAT, D.N.; MALLARD, B.A. Supplemental organic and inorganic chromium with niacin for stressed feeder calves. **Journal of Animal Science**, v. 72, suppl.1, p.132, 1994.

CHIRASE, N.K.; HUTCHESON, D.P.; THOMPSON, G.B. Feed intake, rectal temperature and serum mineral concentrations of feedlot cattle fed zinc-2 oxide or zinc methionine and challenged with infectious bovine rhinotracheitis virus. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.19, p.4137-4145, 1991.

CIVEIRA, M.P. et al. Avaliação do bem-estar animal em bovinos abatidos para consumo em frigorífico do Rio Grande do Sul. **Revista Veterinária em Foco**, v.4, n.1, p.5-11, 2006.

CLAYES, M.C.; SPEARS, J. W.; KEGLEY, E. B. Performance, blood metabolites and carcass characteristics of steers fed supplemental organic or inorganic chromium. **Journal of Animal Science**, v.72, suppl.1, p.132, 1994.

COCKRAM, M.S; LEE, R.A. Some preslaughter factors affecting the occurrence of bruising in sheep. **British Veterinary Journal**, v.147, p.120–125, 1991.

COCKRAM, M.S. et al. Effect of space allowance during transport on the behavioural and physiological responses of lambs during and after transport. **Animal Science**, United Kingdom, v.62, p.461-477, 1996.

CORTE, R.R.P.S. **Desempenho e características de carcaça e da carne de cordeiros cruzados alimentados com dietas com caroço de algodão normal e aquecido**. 2007. 79p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

CORTESI, M.L. Slaughterhouses and humane treatment. **Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties**, v.13, n.1, p.171-193, 1994.

COSTA E SILVA, E.V. Manejo Reprodutivo de Machos e Fêmeas em Monta Natural (Ambientes Estressantes). In: IV SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, 2004.CD-ROOM.

COTTRELL, J.J. et al. Inhibition of nitric oxide release pre-slaughter increases post-mortem glycolysis and improves tenderness in ovine muscles. **Meat Science**, v.80, p.511-521, 2008.

CUNHA, E.A. et al. Utilização de carneiros de raças de corte para obtenção de cordeiros precoces para abate em plantéis produtores de lã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.243-252, 2000.

CUNHA, M.G.G. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos em Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da carne**, São Paulo, n.288, p.32-40, 2001.

DAHLBORN, K.; HOLTENIUS, K. Fluid absorption from the rumen during rehydration in sheep, **Experimental Physiology**, v.75, p.45-55, 1990.

DALLAGO, B. S. L. **Efeitos da Suplementação de Cromo (Cr) sobre o Desempenho Produtivo, a População de Protozoários e a Resposta Imunitária de Ovinos**. 2008. 65p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

DALLAGO, B. S. L. **Parâmetros Sanguíneos, de Citotoxicidade e Biodistribuição de Cromo em ovinos suplementados com CrPic**. 2011. 118p. Tese (Doutorado em Ciências Animais). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

DALMAU, A. et al. Effect of the duration of road transport on the physiology and meat quality of lambs. **Animal Production Science**, v., n., p. -, 2013.

DE GASPARI, D. et al. Cortisol, resposta glicêmica e secreção de insulina em equinos clinicamente sadios submetidos a sessões de hipóxia normobárica. **Ciência Rural**, v.41, n.3, p.463-469, 2011.

DEL CAMPO, M. et al. Finishing diet, temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. **Meat Science**, v.86, p. 908–914, 2010.

DEVINE, C.E. Et al. Pre-Slaughter stress arising from handling and its interactions with electrical stimulation on tenderness of lambs. **Meat science**, v.73, n.2, p.304-312, 2006.

DOMÍNGUEZ-VARA, I.A. et al. Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, p.42–49, 2009.

DUKES, H. H.; SWENSON, H. J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, 856p.

ENCARNAÇÃO, R.O. Estresse e produção animal. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1., 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.111-29.

ENCARNAÇÃO, E.O. **Estresse e produção animal**. 3.ed. Campo Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CNPQC, 1997, 32p.

EKIZ, B. et al. Carcass measurement and meat quality of Turkish Merino, Ramlic, Kivircik, Chios and lambs raised under an intensive production system. **Meat Science**, v.84, p.64-70, 2009.

EKIZ, B. et al. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. **Meat Science**, v. 90, n. 4, p. 967-976, 2012.

EUROPEAN CONVENTION (EC). **Council Regulation n°29/1995: Amending Directives 91/628/EEC concerning the protection of animals during transport.** Official Journal of the European Union. L 148/52, p.01-12, 1995.

EUROPEAN CONVENTION (EC). **Council Regulation n°1/2005: On the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) N°1233/97.** Official Journal of the European Union, L3, p.01-44, 2004.

EVANS, G.W.; POUCHNIK, D.J. Composition and biological activity of chromiumpipidine carbonylate complexes. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 49, p.177-187, 1993.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. **Statistical Databases FAOSTATS.** Agriculture. 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>. Acesso em: 15 de jun. 2013.

FARWELL, S.O. et al. Weak calf syndrome and determination of cortisol: adapting literature methods to real-life problems. **Analytical Chemistry**, v.55, p.985-995, 1983.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários "Luis de Queiroz", 1997, p.79-97.

FELÍCIO, P.E. de. Avaliação da qualidade da carne. In: Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, 1998, Campinas. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 1998, p.92-99.

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOC. BRAS. DE ZOOTECNIA, 34., **Anais...** Porto Alegre/RS, p. 89- 97, 1999.

FERREIRA, G. B. et al. Effects of transport time and rest period on the quality of electrically stimulated male cattle carcasses. **Meat Science**, v.74, p. 459–466, 2006.

FORDYCE, G.; DODT, R.M.; WHYTES, J.R. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland – factors affecting temperament. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, p.683-687. 1988.

GAJANA, C.S. et al. Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (P.S.E) and the physico-chemical characteristics of pork. **Meat Science**, v. 95, n. 3, p. 520-525, 2013.

GATTO, E.G. **Reatividade ao manejo de novilhos Nelore confinados e suas relações com o cortisol plasmático, temperatura corporal e desempenho.** 2007. 42p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

GARDNER, G. E.; PETHICK, D. W.; SMITH, C. Effect of chromium chelative supplementation on the metabolism of glycogen and lipid in adult Merino sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, p.137-145, 1998.

GENTRY, L.R. Effects of chromium tripicolinate supplementation on plasma hormone and metabolite concentrations and immune function in adult mares. **Journal Equine Veterinary Science**, v. 9, p.259-265, 1999.

GIRE, P.; G. MONIN. Taux de glycogène musculaire, stress de transport et pH ultime de la viande chez le mouton. **Annales de Technologie Agricole**, v. 28, p.433-444, 1979.

GOLDSMITH, H.H.; RIESER-DANNER, L.A. Variation among temperament theories and validation studies of temperament assesment. In: G. A. Kohnstamm (Organization), **Temperament discussed - temperament and developement on infancy and childhood.** Lisse: Swets & Zeitlinger, p.1-10, 1986.

GOLLNICK, P.D.; MATOBA, I.I. Role of carbohydrate in exercises. **Clinics Sports Medicine**, v.3, p.583-593, 1984.

GONÇALVES, L. A.G. et al. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.459-467, 2004.

GRANDIN, T. Farm animal welfare during handling transport, and slaughter. **Journal American Veterinary Medical Association**, v.204, p.372-376, 1994.

GRANDIN, T. Assessment of Stress during handling and transport. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.249-257, 1997.

GRANDIN, T.; DEESING, D. **Genetics and behavioural of domestic animals.** Academic Press, San Diego, California, 1998.

GRANDIN, T. **Livestock Handling and Transport.** 2ed. Wallingford: CABI, 2000.

GRANDIN, T. **Cómo detectar la causa de las contusiones**, 2000. Disponível em: <<http://www.grandin.com/spanish/como.detector.cause.contusimes.html>> Acesso em: 20/03/2013.

GRANDIN, T. Transferring results of behavioral research to industry to improve animal welfare on the farm, ranch and the slaughter plant. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 81, p. 215–228, 2003.

GREGORY, N., LEE, C.J., WIDDICOMBE, J.P. Depth of concussion in cattle shot by penetrating captive bolt. **Meat Science** 77, 499–503. 2007.

GUARDIA, M.D. Risk assessment of D.F.D meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, v.70, p.709–716, 2005.

GULARTE, M.A. et al. Idade e castração da raça Crioula nas características físico sensoriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. p.108-109.

GURTLE, H. et al. **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

HAILS, M.R. Transport stress in animals: a review. **Animal Regulation Studies** 1, p. 289–343, 1978.

HALL, S.J.G.; SCHMIDT, B.; BROOM, D.M. Feeding behaviour and the intake of food and water by sheep after a brief period of deprivation lasting 14 h. **Animal Science**, v.64, p.105-110,1997.

HALL, S.J.G. et al. Physiological responses of sheep during long Road journeys involving ferry crossings. **Animal Science**, v.69, p.19-27,1999.

HARGREAVES, A.L.; HUTSON, G.D. The stress response in sheep during routine handling procedures. **Applied Animal Behaviour Science**, v.26, n.1, p.83-90, 1990.

HEARNshaw, H.; MORRIS, C.A. Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Melbourne, v.35, p.723-733, 1984.

HENCKEL, P. et al. Metabolic conditions in porcine longissimus muscle immediately preslaughter and its influence on peri and post mortem energy metabolism. **Meat Science**. 62, p. 145-155, 2002.

HOPKINS, D. L. et al. Changes in fat depths and muscle dimensions in growing lambs as measured by real-time ultrasound. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.33, p.707-712, 1993.

HOUBEN, J.H. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, v.55, p.205-212, 2000.

HUNTINGFORD, F. A. **The study of animal behaviour**. London. Chapman & Hall, 1984. p.350-356.

JARVIS, A.M.; COCKRAM, M.S. Effects of handling and transport on bruising of sheep sent directly from farms to slaughter. **Veterinary Record**, London, v.135, n.11, p.523-527, 1994.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W.; BROWN JR. T. T. Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response, and disease resistance of steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1956–1964, 1997.

KEGLEY, E. B.; GALLOWAY, D. L.; FAKLER T. M. Effect of dietary chromium L methionine on glucose metabolism of beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, p.3177–3183, 2000.

KITCHALONG, J.M.L. et al. Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2694–2705, 1995

KNOWLES, T.G. et al. Long Distance of transport of lambs and the time needed for subsequent recovery. **Veterinary Record**, London, v.133, p.286-293, 1993.

KNOWLES, T.G.; MAUNDER, D.H.L.; WARRISS, P.D. Factors affecting the incidence of bruising in lambs arriving at one slaughterhouse. **Veterinary Record**, London, v.135, p.109, 1994b.

KNOWLES, T.G. et al. Effects on sheep of transport by Road for up to 24 hours. **Veterinary Record**, London, v.136, p.431-438, 1995.

KNOWLES, T.G. et al. Effects of feeding, watering and resting intervals on lambs transported by road and ferry to France. **Veterinary Record**, London, v.139, p. 335-339, 1996.

KNOWLES, T.G. A review of the Road transport of slaughter sheep. **Veterinary Record**, London, v.143, p.212-219, 1998.

KNOWLES, T.G. A review of the road transport of cattle. **Veterinary Record**, London, v.144, n.8, p.197-201, 1999.

KOOHMARAIE, M., WHIPPLE, G.; KRETCHMAR, D.H. Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb and pork carcasses. **Journal of Animal Science**, v.69, p.617–624, 1991.

LAHUCKY, R. et al. Effect of preslaughter handling on muscle glycogen level and selected meat quality traits in beef. **Meat Science**, v.50, p.389-393, 1998.

LEÃO, A.G. et al. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011.

LEME, T. M. C. **Métodos de transporte e períodos de descanso pré-abate sobre nível de estresse e qualidade de carne de ovinos**. 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

LEME, T. M. C. et al. Influence of transportation methods and pre-slaughter rest periods on cortisol level in lambs. **Small Ruminant Research**, v.107, n.1, p.8-11, 2012.

LEVINA, A.; LAY, P.A. Chemical properties and toxicity of chromium (III) nutritional supplements. **Chemical Research in Toxicology**, v.21, p.563-571, 2008.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo. 2000.

LUCHIARI FILHO, A. Produção de carne bovina no Brasil qualidade, quantidade ou ambas. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: SIMBOI, 2006. Disponível em: <http://www.upis.br/simboi/anais/Produ%E7%E3o%20de%20Carne%20Bovina%20no%20Brasil%20-%20Albino%20Luchiari%20Filho.pdf> Acesso em: 25 de maio 2013.

LUDTKE, C.B. **Bem-estar animal no transporte e a influência na qualidade da carne suína**. 2008. 68 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

LUSEBA, D. **Effect of selenium and chromium on stress level, growth performance, selected carcass characteristics and mineral status of feedlot cattle**. 2005. 214f. These (Doctor of Philosophy in Veterinary Science) - Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria, Pretoria, 2005.

LYONS, P. A new era in animal production: the arrival of the scientifically proven natural alternatives. In: SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 13, 1997. **Proceedings of Alltech...** Nottingham: Univ. Press, 1997. p. 1-13.

MADRUGA, M. S. et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, 2006.

MAFFEI, W.E. **Reatividade em ambiente de contenção móvel – um método alternativo para quantificar o temperamento bovino**. 2004. 32p. Dissertação

(Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2004.

MAFFEI, W.E. et al. Reatividade em ambiente de contenção móvel: uma nova metodologia para avaliar o temperamento bovino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n., p. 1123-1131, 2006.

MAFFEI, W.E. Reatividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 81-92, 2009.

MAJDOUB-MATHLOUTHI, L. et al. Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay based diet. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 557-563, 2013.

MALETTTO, S. Absorção e interferência dos elementos minerais no organismo animal - micro elementos - Importância na sanidade. In: Simpósio sobre Nutrição Mineral. 1, 1984, São Paulo, **Anais...** São Paulo: SNIDA, 1984. p.9-18.

MATTERI, R.L.; CARROLL, J.A.; DYER, C.J. Neuroendocrine responses to stress. In: Moberg, G.; Mench, J.A. **The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare**. Davis, University of California, 2000, p.1-22.

MATURANO, A.M.P. **Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 93p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MILLIGAN, S.D. et al. Resting of pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.74-86, 1998.

MINTON, J.E.; APPLE, J.K.; PARSONS, K.M. Stress-associated concentrations of plasma cortisol cannot account for reduced lymphocyte function and changes in serum enzymes in lambs exposed to restraint and isolation stress. **Journal of Animal Science**, v.73, n.2, p.812-817, 1995.

MIRANDA-DE LA LAMA, G. C. et al. Effects of double transport and season on sensorial aspects of lamb's meat quality in dry climates. **Tropical Animal Health and Production**, v.44, p.21-27, 2012.

MELLOR, D.J. et al. A comparison of catecholamine and cortisol responses of Young lambs and calves to painful husbandry procedures. **Australian Veterinary Journal**, v.80, p.228-233, 2002.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal of Nutrition**, v. 123, n.4, p. 626-633, 1993.

MOBERG, G.P. Biological response to stress: Implications for Animal Welfare In: MOBERG, G.; MENCH, J.A. **The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare**. Davis, University of California, p.1-22, 2000.

MOONEY, K.W.; CROMWELL, G. L. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2661-2671, 1997.

MOONSIE-SHAGEER, S.; MOWAT, D.N. Effect of level supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves. **Journal of Animal Science**, v.71, n.1, p.232-238, 1993.

MOORADIAN, A. D.; MORLEY, J.E. Micronutrient status in diabetes mellitus. **American Journal of Clinical and Nutrition**, 45:887, 1987.

MOSTAFA - TEHARAMI, A. et al. Non-carcass components and wholesale cuts of Iranian fat-tailed lambs fed chromium nicotinate or chromium chloride. **Small Ruminant Research**, v.28, p.149-160, 2006.

MORRIS, D. G. **Literature review of welfare aspects and carcass quality effects in the transport of cattle, sheep and goats (LMAQ.011)**. Report prepared by the Queensland Livestock and Meat Authority for the Meat Research Corporation, 1994.

MOWAT, D.N.; CHANG, X.; YANGA, W.Z. Chelated chromium for stressed feeder calves. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 73, n. 1, p. 49-55, 1993.

MOWAT, D.N. Supplemental organic chromium reviewed for cattle. **Feedstuffs**, v.6, n.43, p. 12-19, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NAVARRO, G.; GALLO, C.; STRAPPINI, A. Efectos de la provisión de agua y disponibilidad de espacio sobre el comportamiento y variables sanguíneas durante el transporte prolongado de corderos. IN: Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), 32, 2007, Frutillar. **Proceedings...** Frutillar: Sociedad Chilena de Producción Animal: Frutillar, Chile, 2007, p.163–164.

NORMA CHILENA OFICIAL **NCh 1306 Of.2002**. Canales de Bovinos - Definiciones e Tipificaciones. Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile, INN, 6p., 2002.

NORMAN, G.A. pH, carne bovina enegrecida, P.S.E e encurtamento pelo frio. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA DA CARNE, 1978, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Centro de Tecnologia da Carne, 1978, p.81-86.

O'CONNOR, C.E. et al., 1985. Ewe Maternal Behaviour Score and Lamb Survival. **New Zealand Society of Animal Production**, p. 159–162, 1985.

OFFENBACHER, E.G. et al. Metabolic chromium balances in men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 77-82, 1986.

OLIVEIRA, L. S. **Efeito do processamento do milho grão na eficiência de utilização de dietas com elevada proporção de concentrado por cordeiros cruzados Dorper x Santa Inês**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

OSÓRIO, J.C.S.; SAÑUDO C.S.; OSÓRIO, M.T.M. Produção de carne ovina: alternativa para o Rio Grande do Sul. Pelotas: **UFPeI**. p.166, 1998.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE EPIZOOTIAS (OIE). **Guidelines for the transport of animals by sea land**. Appendices. 89p, 2006.

PAGE, T.G. Effect of chromium picolinate on growth and serum carcass traits of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, p.656-662, 1993.

PAGE, T.G. et al. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, n.3, p.656-662, 1993.

PAJOR, F. et al. The effect of temperament on weight gain of Hungarian Merino, German Merino and German Blackhead lambs. **Archiv Tierzucht**, v.51, p. 247–254, 2008.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; CROMBERG, V. U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 14, 1997, **Anais...** p.297-293.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte. **Anais de Etologia**, v. 18, p.1-15, 2000.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R et al. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: Encontro Anual de Etologia, 20, 2002, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Etologia: Natal-RN, 2002, p. 71 – 89.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; PINTO, A. A. Bem-estar animal. In: RIVERA, E. A. B; AMARAL, M. H; NASCIMENTO, V. P. (Ed.) **Ética e bioética aplicadas à medicina veterinária**. - Goiânia: [s.n.], cap. 4, p. 105-130, 2006.

PARDI, M.C et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2 ed. Goiânia: Editora UFG, 2001, 587p.

PARROTT, R.F.; MATHEWS, S.G. Society for Veterinary Ethology.1991, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: SVE ,1991. p 136.

PASSILLÉ, A.M. et al. The impact of the nonpeptide corticotrophin-releasing hormone antagonist antalarmin on behavioral and endocrine responses to stress. **Endocrinology**, v.149, p.79-86, 1995.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R et al. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: Encontro Anual de Etologia, 20, 2002, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Etologia: Natal-RN, 2002, p. 71 – 89.

PARDI, M.C. et al. Ciência, higiene e tecnologia da carne. **UFG** – Goiânia, 2. ed., 623p., 1993.

PEREIRA, A.S.C. **Qualidade de carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

PEREIRA, A.S.C. **Características Qualitativas da Carcaça e da Carne das Progenies de Touros Representativos da Raça Nelore (*Bos indicus*) e de Diferentes Grupos Genéticos**. 2006.115. Tese (doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006

PECHOVA, A.; PAVLATA, L. Chromium as an Essential Nutrient: a Review. **Veterinary Medicina**, v.52, p.1-18, 2007.

PIEVOSAN, U. **Análise de fatores genéticos e ambientais na reatividade de quatro raças de bovinos de corte ao manejo**. 1998. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

POLETI, M.D. **Variação nos genes dos receptores mineralocorticoide e glicocorticoide e suas implicações proteômicas na qualidade da carne de bovinos nelore**. 2013. 116f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

POLLARD, G.V.; RICHARDSON, C.R.; KARNEZOS, T.P. Effects of supplemental organic chromium on growth, feed efficiency and carcass characteristics of feedlot steers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.98, n.1/2, p.121-128, 2002.

POLIZEL NETO, A. et al. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus X Nelore recebendo suplemento com Cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.737-745, 2009.

PRADO, O.V. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos**. 1999. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1999.

PRAYAGA, K.C.; BARENDSE, W.; BURROW, H.M. **Genetics of tropical adaptation**. In: (Ed.). Minas Gerais: Instituto Prociência, 2006, p.16-01.

Pugh, D.G. **Sheep and Goat Medicine**. W.B. Saunders Company; Philadelphia, 2001, 468p.

PUGH, D.G. **Clínica de ovinos e caprinos**. São Paulo: Roca, 2005. 513p.

QUEIROZ, M.A.A. et al. Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.9, p.1193-1200, 2008.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias**. Viçosa-MG: UFV, 2007.

RENNER; R.M. O manejo pré-abate e seus reflexos na qualidade da carcaça e da carne para a indústria frigorífica. **16º Revista Nacional da carne**. p.186-198 2006.

ROLL, V. F. B. et al. **Comportamento Animal: Conceitos e Técnicas de Estudo**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2006, 109p.

RUIZ-DE-LA-TORRE, J.L. et al. Effects of vehicle movements during transport on the stress response and meat quality of sheep. **Veterinary Record**, v.148, p. 227–229, 2001.

SAS. **User's guide: basic and statistic**. Cary: SAS, 2008.26p.

SANTANA, M.A. et al. Hemograma e perfil bioquímico sérico de ovinos em idade de abate. In: CONGRESSO BASILEIRO DE BUIATRIA, 8., 2009, Curitiba. **Anais...** Goiânia: Ciência Animal Brasileira, 2009. p. 286-289.

SCHARAMA, J.W.; VAN DER HEL, W.; GORSSEN, J. Required thermal thresholds during transport of animals. **The Veterinary Quartely**, Dordrecht, v.18, n.3, p.90-95, 1996.

SANTOS J.C.A. et al. Patogênese, sinais clínicos e patologia das doenças causadas por plantas hepatotóxicas em ruminantes e eqüinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.28, p.1-14, 2008.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Estudio de la calidad de la canal y de la carne em animales cruzados Romanov x Rasa Aragonesa. **Anales de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza**, p.16-17, 285-295, 1982.

SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, Kidlington, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SAÑUDO, C. et al. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in EU carcass classification system. **Meat Science**, v.56, n.1, p.89-94, 2000.

SCHÄFER, A. et al. Physiological and structural events *post mortem* of importance for drip loss in pork. **Meat Science**, v.61, p.355-366, 2002.

SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; SOUSA JUNIOR, F.A. Crescimento e características de carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês e Somalis x SRD em regime semi-intensivo de criação. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.5, 2005.

SELL. J.L. Preface In: **The role of chromium in animal nutrition**. 1st edition. Whashington, DC: Academic Press, p.v-vi, 1997.

SHAW, F.D.; TUME, R.K. The assessment of pré-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents – A Review of Recent Work. **Meat Science**, Kidlington, v.32, p.311-329, 1992.

SCHNEIDER, A. et al. Efeito do jejum e da administração de insulina sobre os parâmetros metabólicos em ovelhas em confinamento. **Acta Scient. Vet.**, v.36, n.1, p.39-42, 2008.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000.

SILVA, N.V. et al. Características de carcaça e carne ovina: Uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influencia. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.103-110, 2008.

SILVA SOBRINHO, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: A produção animal na visão dos brasileiros. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.425-446.

SILVA SOBRINHO, A.G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v.34, n.3, p. 1070-1078, 2005.

SILVA SOBRINHO, A.G. et al. **Produção da carne ovina**. FUNEP, Jaboticabal. 2008.

SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.519-526, 2006.

SNOJ, T. et al. Biorhythmicity of cortisol and thyroid hormones in the Jezersko-Solchava breed of sheep. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 18., Bologna, 1994. **Proceedings...** Bologna, 1994. v. 2, p.1573-1576.

SOUZA, X.R. et al. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.543-549, 2004.

STARICH, G.H.; BLINCOE, C. Dietary Chromium- forms and availabilities. **The Science of the Total Environment**, v.28, p.443-454, 1983.

SWANSON, K.C. et al. Efficacy of chromium-yeast supplementation for growing beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, n. 1/2, p.95-105, 2000.

TADICH, N. et al. Effects of weaning and 48 h transport by Road and ferry on some blood indicators of wealfare in lambs. **Livestock Science**, v.121, p.132-136, 2009.

TEIXEIRA, P.P. **Ritmo circadiano do cortisol, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) como indicadores de estresse no parto de éguas da raça quarto de milha**. 2005. 91p.Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

TEKE, B. et al. Effects of different lairage times after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental bulls. **Meat Science**, v.96, n.1, p.224-229, 2014.

TITTO, E.A.L. et al. Reactivity of Nellore steers in two feedlot housing systems and its relationship with plasmatic cortisol. **Livestock Science**, v.129, n.1–3, p.146-150, 2010.

TURNER, J. **Silent lambs: A report on sheep welfare in Scotland**. Edinburg: Advocates for Animals, 2004, 50p.

URANO, F.S. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1525-1530, 2006

UYANIK, F. The effects of dietary chromium supplementation on some blood parameters in sheep. **Biological Trace Element Research**, v.84, p.93-101, 2001.

VAN DER WAL, P.G.; ENGEL, B.; HULSEGG, B. Causes for variation in pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v.46, p.319-327, 1997.

VAN LAACK, R.L.J.M.; STEVENS, S.G.; STALDER, K.J. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. **Journal of Animal Science**, v.79, p.392-397, 2001.

VERGARA, H. et al. Meat quality in suckling lambs: effect of pre-slaughter handling. **Meat Science**, v.69, p.473-478, 2005.

VOISINET, B.T. et al. Feedlot cattle with calm temperament have higher average daily gain than cattle with excitable temperament. **Journal of Animal Science**, v.75, p.892-896, 1997.

VON BOREL, E.H. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. **Journal of Animal Science**, v.79, p.260-267, 2001.

WARNER, R.D. et al. Acute exercise stress and electrical stimulation influence the consumer perception of sheep meat eating quality and objective quality traits. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.45, p.553-560, 2005.

WARRIS, P.D. et al. The effect of stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs : 2. Results from analysis of blood and meat samples. **Meat Science**, Kidlington, v.50, p.447-456, 1998a.

WARRIS, P.D. et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Animal Science**, Penicuik, v.66, p.255-261, 1998b.

WATANABE, A.; DALY, C.C.; DEVINE, C.E. The effect of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, v.42, p.67-78, 1996.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. The accuracy and repeatability of untrained laboratory consumer panelists in detecting differences in beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v.82, p.557-562, 2004.

WOLF, B.W. et al. Influence of Roughage Level and Chromium Polynicotinate on Performance, Carcass Characteristics, and Serum Metabolite Levels of Finishing Beef Feedlot Heifers. **Journal of Animal Science**, v. 71, suppl.1, p.132, 1993.

WULF, D.M. et al. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1895-1903, 2002.

ZANETTI, M.A. et al. Desempenho e resposta metabólica de bezerros recebendo dietas suplementadas com Cromo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1532-1535, 2003.

ZEOLA, N.M.B. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.253-257, 2004.

ZIMERMAN, M. et al. The effect of pre-slaughter stressors on physiological indicators and meat quality traits on Merino lambs. **Small Ruminant Research**, v.111, n.1–3, p.6-9, 2013.

ZUMA E MAIA, F. C., et al. Distortion product otoacoustic emissions in sheep before and after hyperinsulinemia induction. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v.74, n.2, p.181-7, 2008.

ZUNDT, M. et al. Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento, com dietas contendo diferentes níveis protéicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.565-571, 2003.