

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
DOUTORADO EM HIGIENE VETERINÁRIA E PROCESSAMENTO
TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

LUIZ EDUARDO DOS SANTOS

**EFEITO DE PROCEDIMENTOS PRÉ E
PÓS ABATE SOBRE O RENDIMENTO
E QUALIDADE DA CARNE DE
OVELHAS DA RAÇA SANTA INÊS,
DESCARTADAS POR IDADE E
ABATIDAS APÓS O DESMAME.**

**UNIVERSIDADE
FEDERAL
FLUMINENSE**

**NITERÓI
2010**

LUIZ EDUARDO DOS SANTOS

**FEITO DE PROCEDIMENTOS PRÉ E PÓS ABATE SOBRE O RENDIMENTO E
A QUALIDADE DA CARNE DE OVELHAS DA RAÇA SANTA INÊS,
DESCARTADAS POR IDADE E ABATIDAS APÓS O DESMAME.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Medicina Veterinária - Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

**Prof. Dr. Teófilo José Pimentel da Silva - Orientador
Universidade Federal Fluminense**

**NITERÓI
2010**

LUIZ EDUARDO DOS SANTOS

**FEITO DE PROCEDIMENTOS PRÉ E PÓS ABATE SOBRE O
RENDIMENTO E A QUALIDADE DA CARNE DE OVELHAS DA RAÇA SANTA
INÊS, DESCARTADAS POR IDADE E ABATIDAS APÓS O DESMAME.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Medicina Veterinária - Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Teófilo José Pimentel da Silva - Orientador
Faculdade de Veterinária - UFF

Prof. Dr. Carlos Elyσιο Moreira da Fonseca
Instituto de Zootecnia - UFRRJ

Prof^a. Dr^a. Carla Aparecida Florentino Rodrigues
Faculdade de Veterinária - UFF

Prof. Dr. Fábio da Costa Henry
Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias - UENF

Prof^a. Dr^a. Mônica Queiróz de Freitas
Faculdade de Veterinária - UFF

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Mário e Ivone, *in memoriam*, pelos ensinamentos e carinho; à minha esposa Mônica e aos meus filhos Flávio, André, Paula, Rafael, Paula e Mariana, pelo amor, compreensão e apoio na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus por me orientar, proteger e permitir que eu continue sonhando;

Ao Professor Teófilo José Pimentel da Silva, pela orientação segura e pela amizade;

Ao demais professores pelos ensinamentos e, principalmente, pela compreensão às minhas limitações, pela confiança na minha capacidade e pelo apoio nos momentos de dificuldade;

Aos colegas de curso e funcionários da Faculdade de Veterinária pela amizade, estímulo e carinho com que me receberam,

Ao colega Eduardo Cunha pela colaboração inestimável na condução do trabalho, principalmente na viabilização da estrutura de pesquisa na Unidade de Ovinos do Instituto de Zootecnia - Nova Odessa (SP),

À colega Márcia Mayumi pela ajuda no abate dos animais e análises laboratoriais,

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia – IZ e do Centro de Tecnologia da Carne do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, que participaram na execução das atividades de campo e de laboratório, necessárias à condução deste trabalho.

À Direção do IZ e do CTC-ITAL pela disponibilização da estrutura de pesquisa necessária à condução deste estudo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO, p. 11

2 REVISÃO DE LITERATURA, p. 13

2.1 OVINOCULTURA NO BRASIL, p. 14

2.2 QUALIDADE DA CARNE, p. 20

2.3 FATORES DE ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA CARNE, p. 21

2.3.1 Fatores pré abate, p. 22

2.3.1.1 Idade, p. 22

2.3.1.2 Condição corporal, p. 23

2.3.2 Fatores pós abate, p. 26

2.3.2.1 Estimulação elétrica, p. 26

2.3.2.2 Maturação da carne, p. 28

2.3.2.3 Tratamento com cloreto de cálcio, p. 30

3 BIBLIOGRAFIA CITADA, p. 32

4 DESENVOLVIMENTO, p. 39

3.1 PRIMEIRO TRABALHO, p. 40

3.2 SEGUNDO TRABALHO, p. 58

3.3 TERCEIRO TRABALHO, p. 73

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS. p. 95

5 ANEXOS, p. 97

LISTA DE ABREVIATURAS

⁰ C	Graus Celsius
a*	Intensidade do vermelho (red intensity)
AT	Aging time
b*	Intensidade do amarelo (yellow intensity)
B.	Biceps
BC	Body condition
CC	Condição corporal
CL	Cooking loss
cm	Centímetros
CP	Crude protein
DM	Dry mater
EE	Estimulação elétrica
ES	Electrical stimulation
FC	Força de cisalhamento
GPR	Gordura perirenal/pélvica
GSC	Gordura subcutânea
hs.	Horas (Hours)
Hz	Hertz
kgF	Quilograma força (Quilogram force)
L*	Luminosidade (Lightness)
L.	Longissimus
LH	Loin height
LW	Loin weight
M	Molar
mA	miliamper
MC	Maturação da carne
min.	Minutos (minutes)
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PC	Perda por cocção
pH	Potencial hidrogenionico (hydrogenionic potential)
PL	Profundidade do lombo
PRF	Perirenal fat
PTL	Peso total de lombo
s.	Segundos (seconds)
SCF	Subcutaneous fat
SF	Shear force
T.	Triceps
TDN	Total digestible nutrients
V	Volts

LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 1. Variação do efetivo do plantel ovino brasileiro, por região, entre 1975 e 2006 - adaptado do IBGE. p. 13

Figura 1. Produção, consumo e importação de carne ovina e caprina no Brasil. p. 15

1º TRABALHO

Figura 1. . Esquema de cortes primários da carcaça. p. 46

Tabela 1. Efeito da condição corporal ao abate sobre as variáveis de desempenho e características de carcaça de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade e descartadas para abate imediatamente após o desmame ou após período de recuperação da condição corporal. p. 47

Tabela 2. Efeito da condição corporal ao abate e da estimulação elétrica (EE) sobre a variação na temperatura da carcaça, medidos no músculo *semimembranosus*, de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade. p. 50

Tabela 3. Efeito da condição corporal ao abate e da estimulação elétrica (EE) sobre a variação no pH da carcaça, medidos no músculo *semimembranosus*, de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade. p. 51

2º TRABALHO

Tabela 1. Medidas da força de cisalhamento (FC) e da perda de peso por cocção (PC) do lombo (*Longissimus dorsi*) de ovelhas da raça “Santa Inês”, sob efeito da condição corporal (CC), da estimulação elétrica da carcaça (EE) e do período de maturação. p. 65

Tabela 2. Valores dos parâmetros de cor (CIE L*a*b*) do lombo (*Longissimus dorsi*) de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade, sob efeito da condição corporal (CC), da estimulação elétrica da carcaça (EE) e do período de maturação (M). p. 66

Tabela 3 - Resultados da análise sensorial da maciez (Teste duo-trio), para cada período de maturação, das amostras do músculo *Longissimus* da carcaça de ovelhas da raça “Santa Inês” com ± 5 anos de idade, em função da estimulação elétrica das carcaças. p. 68

3º TRABALHO

Table 1. Effect of body condition, carcass electrical stimulation, aging time and meat treatment with a solution 2 M of CaCl_2 on the shear force of *Biceps femoris* muscle from Santa Ines ewes about ± 5 years old. p. 81

- Table 2. Effect of body condition, carcass electrical stimulation, aging time and meat treatment with a solution 2 M of CaCl₂ on the cooking loss of samples of *Biceps femoris* muscle from Santa Ines ewes about ± 5 years old. p. 84
- Table 3. Effect of body condition (BC), carcass electrical stimulation (ES), aging time (AT) and meat treatment with a solution 2 M of CaCl₂ on the meat color parameters (CIE L* a* b*) of samples of *Biceps femoris* muscle from Santa Ines ewes about ± 5 years old. p. 86
- Table 4. Sensory evaluation for tenderness (Test duo-trio) with *Biceps femoris* muscle of Santa Inês ewes, about ± 5 years old, with or without treatment with 0.2 M solution of calcium chloride. p. 89

RESUMO

Com o objetivo de avaliar alternativas para a melhoria do rendimento de carcaça e das características de qualidade da carne de ovelhas de descarte por idade, foram utilizadas 24 ovelhas Santa Inês com \pm 5 anos de idade, abatidas imediatamente após o desmame, com "score" para condição corporal entre 1,5 e 2,0 (magras), ou após período de recuperação de 35 a 45 dias, com escore entre 3 e 4 (gordas). Avaliou-se o efeito da recuperação da condição corporal (CC), da estimulação elétrica da carcaça (EE), do período (0, 7 e 14 dias) de maturação da carne (MC) e do tratamento da carne com solução 0,2 M de CaCl_2 sobre as variáveis: ganho de peso pré abate; rendimento de carcaça; perda de peso durante o resfriamento; declínio da temperatura e pH da carcaça; proporção entre cortes primários (traseiro, dianteiro e costilhar), profundidade (PL) e peso total de lombo (PTL); espessura de gordura subcutânea (GSC); peso de gordura perirenal / pélvica (GPR); força de cisalhamento (FC); perda por cocção (PC) e parâmetros de cor da carne (L^* , a^* e b^*). Foi feita, ainda, a avaliação sensorial da maciez em função de estimulação elétrica e do tratamento com CaCl_2 . Verificou-se que a recuperação da CC aumentou o peso de abate (+3,60%) e o peso de carcaça fria (+13,97%) e diminuiu a perda de peso no resfriamento (-3,89%); aumentou o rendimento de carcaça (+4,82), o PL (+8,30%) e o PTL (24,60%); aumentou a espessura da GSC (+ 47,80%) e a deposição de GPR (+ 69,20%); aumentou o valor de L^* ; não alterou o declínio da temperatura e do pH da carcaça e não afetou a maciez da carne. A EE da carcaça não alterou a temperatura, mas acelerou o declínio do pH da carcaça, com valores médios de 6,54; 5,94; 5,86 e 5,77, para as carcaças estimuladas e de 6,84; 6,27; 6,16 e 5,91 para as não estimuladas, respectivamente nos tempos de 15 min., 6, 12 e 24 hs. após sangria e alterou os parâmetros de cor tornando a carne mais clara ($>L^*$). A MC aumentou a maciez, reduziu a FC em 44 a 45% na carne maturada por 7 dias e em 51 a 59% na carne maturada por 14 dias e na carne não maturada entre 32 a 33%; escureceu a carne ($<L^*$) e acentuou a cor amarela ($>b^*$), resultando em uma coloração vermelha amarronzada e aumentou a PC, que foi de 15,16%; 19,63% e 23,06%, respectivamente para os períodos de 0, 7 e 14 dias de maturação. O tratamento com CaCl_2 diminuiu a FC de 5,39 kgF cm^{-1} (testemunha) para 3,62 kgF cm^{-1} (só CaCl_2) e para 1,88 kgF cm^{-1} (ovelhas gordas, com EE e maturadas por 14 dias), sendo o tratamento mais efetivo no amaciamento da carne com diminuição da FC (-35%); aumentou a PC em 4,5% e os valores L^* e b^* , tornando a carne mais clara e amarelada. A avaliação sensorial para maciez corrobora os dados da avaliação instrumental, que indicam a efetividade da EE e do tratamento com CaCl_2 no amaciamento da carne. Conclui-se que os tratamentos aumentam o rendimento e melhoram as características da carcaça e da carne de ovelhas de descarte, observando-se melhor resultado quando aplicados conjuntamente.

Palavras-chave: características de carcaça, cloreto de cálcio, condição corporal, estimulação elétrica, maturação, ovinos, qualidade de carne.

ABSTRACT

Were evaluated alternatives to improve carcass yield and characteristics of meat from ewes discarded by age. In this study were used 24 Santa Ines ewes about \pm 5 years of age, slaughtered immediately after weaning, with a body condition (BC) score between 1.5 and 2.0 (lean), or after a recovery time about 45 days, with a score between 3 and 4 (fat). Were evaluated the effect of recovery of BC, the electrical stimulation (ES) of the carcass, the meat aging time (0, 7 and 14 days) and the meat treatment with a 0.2 M solution of CaCl_2 on the variables: weight gain before slaughter; carcass yield; weight loss during refrigeration; decline in temperature and pH of the carcass; ratio of primary carcass cuts (back, front and ribs), height (HL) and weight of the loin (WL), thickness of subcutaneous fat (SCF), perirenal/pelvic fat weight (PPF); shear force (SF), cooking loss (CL) and the meat color parameters (L^* , a^* b^*). It was conducted a sensory evaluation of tenderness studying the effect of the EE and treatment with CaCl_2 . It was found that the recovery of CC increases the slaughter weight (+3.60%) and cold carcass weight (+13.97%) and decreases the weight loss during refrigeration (-3.89%), increases carcass yield (+4.82), HL (+8.30%) and total WL (24.60%), increases the thickness of SCF (+ 47.80%) and deposition of PPF (+ 69.20%), brightens the meat ($> L^*$), does not change the decline of carcass temperature and pH nor the tenderness. The carcass ES does not affect the decline of carcass temperature, but accelerates the decline in pH, with medium values of 6.54, 5.94, 5.86 and 5.77 for ES carcasses and 6.84, 6.27, 6.16 and 5.91 for the not ES, respectively in the times of 15 min., 6, 12 and 24 hours after bleeding and increases the brightness ($> L^*$). The meat aging increases the tenderness, reduces SF from 44 to 45% in 7 days aged meat, from 51 to 59% in 14 days aged meat and from 32 to 33% in not aged meat; decreases the lightness ($< L^*$) and accentuates the yellow ($> b^*$) and increases the CL, which was 15.16, 19.63 and 23.06% respectively for 0, 7 and 14 day of aging time. The treatment with CaCl_2 decreases the SF of 5.39 kgf cm^{-1} (control) to 3.62 kgf cm^{-1} (only CaCl_2) and to 1.88 kgf cm^{-1} (fat BC, EE and aged for 14 days) being the most effective treatment for the meat tendering, decreasing SF (-35%), increases the CL by 4.5%, increases the lightness ($>L^*$) and accentuates the yellow ($> b^*$). The sensory evaluation corroborates the findings of the instrumental evaluation that indicate the effectiveness of EE and of CaCl_2 treatment in the meat tenderizing. It was concluded that the treatments increase yield and improve carcass and meat characteristics from older ewes, obtaining better results when applied together.

Key words: aging, body condition, calcium chloride, carcass characteristics, electrical stimulation, meat quality sheep.

1 INTRODUÇÃO

A espécie ovina é uma das mais cosmopolitas entre as exploradas pelo homem e vem sendo criada em sistemas de produção e com finalidades, extremamente diversificadas em todo o mundo, sendo por vezes, em algumas regiões, uma das únicas possibilidades de exploração animal, em razão de fatores climáticos e edáficos.

No Brasil a espécie, introduzida no período de colonização, adaptou-se em extensa parte do território, com diferentes raças criadas, quase sempre como atividade secundária à bovinocultura de corte.

Foi nas regiões Sul e Nordeste onde a espécie mais se adaptou, seja com as raças lanígeras de origem européia, exploradas extensivamente na fronteira gaúcha, seja com as raças deslanadas, de origem africana e asiática, introduzidas na região Nordeste durante o período de maior intensidade do comércio de escravos.

Com a expansão das fronteiras de exploração agropecuária no País, a ovinocultura foi assumindo importância cada vez maior, seja como atividade agropecuária principal, com boa rentabilidade, seja como atividade secundária ou de subsistência para pequenos e médios proprietários rurais.

Nas últimas décadas, na Região Sudeste, o interesse pela ovinocultura teve crescimento significativo, verificando-se um aumento, tanto no número de propriedades envolvidas com a atividade, como no efetivo do rebanho, em decorrência do aumento da demanda da carne ovina e da sua valorização. A atividade tem hoje expressiva importância

sócio-econômica no ambiente rural brasileiro, gerando empregos diretos e indiretos e representando uma das alternativas de viabilização de pequenas e médias propriedades rurais, incluindo aquelas de perfil de exploração familiar.

Existe demanda específica por carcaças de boa qualidade, com peso médio entre 12 e 13 kg, provenientes do abate de cordeiros com 90 a 120 dias de idade, que têm como característica mais marcante a acentuada maciez da carne. Todavia, se por um lado a exploração da carne de cordeiros está caminhando para se consolidar como uma opção de potencial econômico para o produtor, por outro, com o crescimento e evolução da atividade ovinícola, o aumento na produção desse tipo de carcaça resulta no aumento concomitante na oferta de carcaças de ovelhas descartadas por idade, ao final do período reprodutivo.

Esse tipo de animal tem baixo rendimento de carcaça, com menor proporção de cortes mais valorizados, menor proporção de músculos e carne escura, com baixa palatabilidade e menor maciez, alcançando menor valorização no mercado de carnes. Isso, aliado à escassez de informações no Brasil sobre alternativas e processos técnicos que possibilitem um melhor aproveitamento desse tipo de produto, indica a importância da condução de estudos buscando novas tecnologias, que melhorem a produtividade e as características da carne desta categoria animal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Embora nos últimos 30 anos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL, 2007) o rebanho ovino brasileiro tenha sofrido redução em seu efetivo (-21%), essa redução foi restrita ao plantel gaúcho, tendo sido decorrente dos baixos preços alcançados pela lã, em razão da crescente concorrência das fibras sintéticas, tanto em preço, como em qualidade (Quadro 1).

Quadro 1. Variação do efetivo do plantel ovino brasileiro, por região, entre 1975 e 2006 – adaptado do IBGE (BRASIL, 2007).

REGIÕES	PLANTEL (número de animais)				VARIACÃO (%)	
	1975	1985	1995	2006	1975/2006	1995/2006
Sul	11.644.561	8.890.133	5.858.833	3.998.753	- 66	- 32
Sudeste	257.312	382.908	434.054	763.617	+ 197	+ 76
Centro-Oeste	158.340	321.010	620.052	867.736	+ 448	+ 40
Norte	72.479	231.065	323.636	474.502	+ 555	+ 47
Nordeste	5.353.867	6.323.245	6.717.980	7.752.139	+ 45	+ 15
BRASIL	17.486.559	16.148.361	13.954.555	13.856.747	- 21	- 1

Nesse período, o rebanho ovino da Região Sul, que detinha mais de 66% do plantel brasileiro, diminuiu drasticamente, sofrendo uma alteração no seu perfil, alterando a relação de raças exploradas, em sua maioria com aptidão tipicamente lanígera, gradativamente substituídas por raças lanadas, com maior aptidão para corte, conforme dados do IBGE (BRASIL, 2007).

Já nas demais regiões do País, ainda segundo o IBGE (ibid), nesse mesmo período o rebanho ovino, com participação significativa de raças deslanadas nativas ou desenvolvidas em regiões de clima tropical ou subtropical, aumentou.

2.1 OVINOCULTURA NO BRASIL

Na última década, na Região Sudeste, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, houve interesse crescente pela ovinocultura, como uma opção de exploração agropecuária, apresentou crescimento substancial, notadamente em pequenas e médias propriedades (CUNHA et al, 2007 e 2008; PINO, 2000; PINO et al, 1997 e 2000;). Nesse período verificou-se aumento, tanto no número de plantéis, como no número de animais com aptidão para corte, principalmente de animais deslanados como os da raça Santa Inês, Morada Nova e mestiços (SANTOS et. al., 2007).

De acordo com estimativas do FAOStat e Agrostat/MAPA (COSTA; ZANELLA, 2007), o atual rebanho brasileiro de ovinos é superior ao citado pelo IBGE (BRASIL, 2007), com um efetivo aproximado de 16 milhões de ovinos. Também Cunha et al. (2007) estimaram valores superiores aos do IBGE para o plantel de ovinos da Região Sudeste e, baseado em dados do Levantamento Censitário de Unidades Agropecuárias, mais conhecido por Projeto LUPA, realizado em 1995/96, pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (PINO et al., 1997 e 2000), estimaram, somente para o Estado de São Paulo, um plantel próximo a 900 mil cabeças.

A principal razão dessas alterações no perfil do rebanho e aumento do plantel, bem como da ampliação da participação dessa atividade pecuária na economia rural dessa Região, foi a valorização significativa da carne ovina, decorrente do aumento da demanda no Brasil, na última década (COUTO, 2003; CUNHA et al, 2008; EMATER-DF, 2006; SEABRA, 2004), notadamente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste.

De acordo com Cunha et al. (2007), apesar do aumento no efetivo do rebanho ovino para corte, ainda permanece um *déficit* da oferta em relação à demanda, devido ao concomitante aumento no consumo. Isto faz com que os preços observados no mercado sejam altos em relação à carne bovina e, segundo Campos (1999), o *déficit* estimado de demanda dessas carnes enseja que se vislumbrem perspectivas bastante favoráveis para a atividade. Por um lado, observa-se um mercado interno com demanda insatisfeita, portanto, capaz de absorver grandes quantidades do produto, de outro, constata-se a existência de um mercado externo propenso a abrir cada vez mais suas portas para a aquisição de maiores parcelas do produto.

O consumo individual de carne ovina está entre 0,7 e 1,5 kg / habitante / ano e o mercado é favorável, ou seja, tudo o que se produz tem escoamento praticamente garantido, desde que seja o produto de abate legalizado pela inspeção sanitária federal ou estadual, todavia observa-se, infelizmente, a existência também de mercado para o produto proveniente do abate clandestino (SOUZA, 2006). Segundo Costa e Zanella (2007), praticamente toda a carne produzida é consumida no País, observando-se uma importação pequena e relativamente estável, conforme se observa na Figura 1.

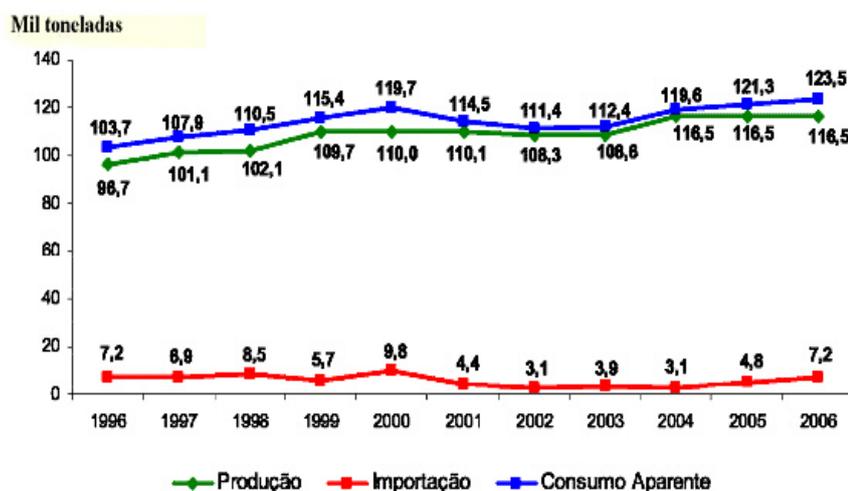


Figura 1. Produção, consumo e importação de carne ovina e caprina no Brasil.
Fonte: Costa e Zanella (2007)

A importância da ovinocultura / caprinocultura para o Nordeste é comentada por Rosanova (2004) e também por Lobo (2007) que, com base em dados da Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural da Câmara dos Deputados, cita que, somente no Nordeste, a ovinocaprinocultura é responsável por mais de 20 mil empregos diretos e 300 mil indiretos. Ainda segundo esse autor, no Brasil há aproximadamente 300 mil unidades de agricultura familiar envolvidas na atividade, totalizando cerca de 2 milhões de pessoas, gerando anualmente um total de R\$ 686 milhões em recursos diretos e indiretos e cita, ainda, que *"a demanda de carne, leite, lã e pele de caprinos e ovinos no mercado interno está em ascensão no Brasil, havendo condições de expansão, pois o ciclo de produção é rápido e de retorno imediato"*.

As condições favoráveis de mercado, caracterizadas por uma demanda crescente e preços superiores ao da carne bovina, aliadas às características próprias da espécie ovina, tais como rusticidade, pequeno intervalo entre partos, pequeno porte e docilidade dos animais; menor dependência de investimentos em infra-estrutura e ainda a falta de alternativas para a viabilização econômica das pequenas e médias propriedades rurais no meio agrário brasileiro, transformam a ovinocultura em uma opção ao pequeno e médio produtor rural brasileiro, principalmente para os módulos de exploração em nível familiar (CUNHA et al., 2004). Esses aspectos constituem fatores importantes no aumento do interesse dos pequenos e médios produtores da Região Sudeste por essa atividade pecuária, principalmente em razão da estrutura fundiária típica dessa região, caracterizada por um grande número de propriedades pequenas e médias e pelo elevado valor da terra, fazendo com que a utilização de sistemas intensivos de produção seja aspecto obrigatório para que se possa ter viabilidade econômica na atividade (SANTOS et al. 2007).

Wedekin (2003) ressalta que, atualmente, os fundamentos da competitividade da atividade agropecuária dependem de estratégias que envolvem: a redução de custos do

processo produtivo por inteiro (do produtor ao consumidor), a diferenciação e qualificação de produtos e serviços, deslocando-se a produção de *commodities* para a de especialidades, e a estratégia de enfoque específico, que envolve delimitação de mercados alvos, seja em nível internacional, nacional ou regional. Esse conceito de diferenciação do produto pela qualidade e pela busca do atendimento às demandas específicas de cada mercado e cada região, tem sido o enfoque adotado por um expressivo número de empresários rurais, que tem entrado na atividade ovinícola de corte, evidenciando as potencialidades desse setor como alternativa social e econômica importante para a pequena e média propriedade rural, principalmente em regiões consideradas adversas, como a Zona do Semi-Árido da Região Nordeste (SIMPLÍCIO et al., 2003; SIMPLÍCIO; SIMPLÍCIO, 2007), conceito que também pode ser aplicado às outras regiões brasileiras.

A maior demanda para a carne ovina é específica para carcaças de boa qualidade, com peso médio entre 12 e 13 kg e provenientes de animais jovens, com 90 a 120 dias de idade. O valor médio pago ao produtor para esse tipo de carne variou, no período de 2006/2007, entre R\$ 6,50 e 7,50 / kg de carcaça, o que corresponde a R\$ 2,50 a 3,50 / kg de peso (JORNAL CABRAS E OVELHAS, 2006). Todavia, notadamente na região Nordeste e nas cidades interioranas do Sudeste e Centro Oeste, parte significativa da oferta de carne ovina é de qualidade inferior, sendo proveniente do abate de animais de descarte, mais velhos e fora de condições ideais de abate (SANTOS et al., 2007).

Estudo da EMATER – DF (2006), na região de Brasília, verificou valores médios pagos ao produtor da ordem de R\$ 3,50 / kg peso para cordeiros e borregos. Esse preço sofre reduções de 34 a 50%, caindo para R\$ 1,75 a R\$ 2,30 / kg peso para matrizes e reprodutores de descarte, conforme dados do final de 2005. Já o preço da carne de cordeiros variou entre R\$ 8,00 (costelas) e R\$ 34,90 (carré), nos abatedouros, e de R\$

11,00 a R\$ 35,10, para esses mesmos cortes e de R\$ 47,10 para o pernil, nos supermercados.

Se por um lado essa situação de mercado da carne ovina é positiva, por resultar na maior valorização dos produtos advindos da atividade, por outro, traz problemas à estrutura da cadeia produtiva, por também resultar no aumento de custo dos fatores básicos de produção, como o aumento no preço de reprodutores e matrizes zootecnicamente superiores. Nesse sentido, o JORNAL CABRAS E OVELHAS (2006) cita que, nos últimos anos, os preços de animais de elite alcançaram valores recordes, principalmente para reprodutores e matrizes das raças Dorper e Santa Inês, que hoje são as preferidas dos produtores, suplantando raças já estabelecidas como Suffolk, Texel, Ile de France e Poll Dorset

A valorização excessiva do material genético melhorado diminui a possibilidade de acesso do pequeno ovinocultor à tecnologias mais produtivas. Para poder trabalhar com animais de maior potencial genético e características zootécnicas adequadas às exigências do mercado, o pequeno produtor acaba tendo que trabalhar com matrizes e reprodutores mais velhos, adquiridos junto às criações maiores, normalmente provenientes do descarte por idade desses plantéis.

Roda et al. (1995, 1998) citam que nos sistemas tradicionais de produção de carne ovina, as ovelhas geralmente são descartadas a partir dos cinco ou seis anos de idade, quando diminui a eficiência da atividade reprodutiva, sendo usual a sua comercialização para abate, logo após o desmame das crias. Todavia, segundo Cunha et al. (2000), é comum o pequeno produtor, visando melhorar o potencial genético do seu rebanho, adquirir ovelhas e reprodutores de descarte por idade dos plantéis de matrizes de criadores de maior porte, que trabalham com animais selecionados e especializados para corte. Esses

animais são explorados por mais um ou dois anos, após o que são descartadas para abate, com idade entre sete e oito anos.

A aquisição desse tipo de matriz exige do pequeno produtor um menor investimento financeiro que a aquisição de matrizes novas e gera crias de potencial zootécnico superior à média do rebanho, a um custo relativamente baixo. Por outro lado, essas matrizes tem uma vida produtiva curta e, posteriormente, ao serem destinadas ao abate, tem baixo rendimento em carcaça, variando entre 37 a 39%, com ossos mais pesados, maior proporção de gordura mesentérica em relação à gordura de cobertura e muscular, musculatura rígida e com carne escura, com baixas maciez e palatabilidade. A menor proporção de cortes nobres e a carne de qualidade inferior resultam em menor preço de venda e, conseqüentemente, menor renda para o produtor (RODA et al., 1998). Também Cunha et al. (2004), citam a menor valorização alcançada por ovelhas de descarte por idade, em razão do menor rendimento de carcaça e da menor qualidade da carne.

Esse tipo de carne tem menor aceitação, sendo de colocação mais difícil no mercado e alcança preços inferiores aos da carne de cordeiros, variando entre R\$ 1,00 a 1,50 / kg de peso e normalmente é destinada ao consumo nas próprias propriedades ou ao comércio local, para consumidores menos exigentes (ibid).

Os aspectos da preferência do consumidor e das características do mercado da carne ovina determinam a necessidade de se buscar novas metodologias de produção, além de técnicas e processos pós-abate, que possibilitem a obtenção de maiores rendimentos, adequação das características do produto às exigências do mercado e a melhoria na qualidade da carne (ibid).

A exploração da carne de cordeiro está consolidada como uma opção para o produtor, entretanto a produção de cordeiros gera ovelhas de descarte, e existem poucas pesquisas no Brasil sobre a utilização da carne de animais velhos, como as ovelhas de

descarte. Tal constatação reforça a necessidade de trabalhos buscando novas tecnologias de pré e pós-abate, que melhorem as características da carne desta categoria animal (ZEOLA et al., 2005).

2.2 QUALIDADE DA CARNE

O conceito de qualidade da carne envolve diversos fatores inter-relacionados, os quais são afetados pelas condições observadas durante todas as etapas do processo de produção, desde o nascimento do animal até o consumo da carne, após o seu preparo final. Nesse contexto devem ser considerados o efeito do transporte dos animais ao local de abate; das condições imediatamente prévias ao abate e do abate propriamente dito; das condições de manipulação e armazenamento da carcaça; das condições e processos adotados nas etapas posteriores, incluindo a manipulação, embalagem, transporte, armazenamento, conservação, comercialização e ainda da forma de preparo para o consumo (LUCHIARI FILHO, 2000).

A qualidade da carne é afetada, ainda, por fatores intrínsecos ao animal, ou seja, a espécie, a raça, o gênero, a idade, o estado fisiológico e sanitário, a alimentação e o sistema de criação, entre outros (ibid).

Segundo Silva Sobrinho (2001), a qualidade da carne é definida por uma combinação dos atributos sabor, suculência, textura, maciez e aparência, associados à uma carcaça com pouca gordura e musculatura adequada. Do ponto de vista do consumidor as características mais importantes na determinação da qualidade da carne são a cor, principal referência para aparência, e maciez, que é a principal determinante da palatabilidade, devido ao seu efeito sobre o nível de satisfação final do consumidor (RITCHIE, 2000).

2.3 FATORES DE ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DA CARNE

Muitos são os fatores que determinam a qualidade da carne de animais de açougue. Luchiani Filho (2000) cita que as características como cor, sabor e maciez final de um corte cárneo, quando chega à mesa do consumidor, são determinadas, tanto por eventos que ocorreram durante o processo produtivo, como por outros, incluindo o manejo do animal imediatamente anterior ao momento do abate, e as condições do ambiente de abate e os métodos e processos aplicados após.

Os fatores que determinam a qualidade da carne podem ser classificados entre os de ação antes do abate (pré-abate) e aqueles decorrentes de condições e processos que ocorrem durante e após o abate do animal (pós-abate) (ibid).

Entre os fatores pré-abate podem ser citados: raça ou genótipo, gênero, idade, tipo de alimentação, nível de ingestão de alimentos concentrados, estado sanitário, temperamento animal, estresse pré-abate e a condição corporal do animal ao abate (FELÍCIO, 1997).

O efeito do ambiente pós-abate pode, não somente mascarar efeitos decorrentes das diferenças genéticas entre animais, como também resultar em perdas irreversíveis na qualidade da carne, em função de alterações nos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nesse período (PEREIRA, 2003).

Entre os pós-abate destacam-se aqueles inerentes ao abate industrial, que interferem diretamente nos processos bioquímicos como o tempo e o método de sangria, esfolagem e manipulação da carcaça e as condições de temperatura (resfriamento controlado) ao qual a carcaça e os cortes de carnes são mantidos imediatamente após o abate (ibid). Além destes, podem ainda ser citados processos específicos adotados para aumentar a maciez da carne, como a estimulação elétrica da carcaça, a suspensão alternativa da carcaça (“*tenderstretch*”), a infusão de solução de cloreto de cálcio e a maturação (ibid).

Também devem ser considerados ainda outros fatores como a localização e função do músculo, o tipo e diâmetro da fibra muscular e a proporção de tecido conjuntivo (LUCHIARI FILHO, 2000).

2.3.1 Fatores pré abate

Entre os diversos fatores pré-abate que podem afetar a qualidade da carne de animais de descarte, a idade e a condição corporal do animal no momento do abate estão entre os mais importantes, pois além de influir no rendimento final da carcaça, alterando as proporções entre os tecidos muscular, ósseo e adiposo. Também a proporção de cortes de maior valor comercial, a idade e a condição corporal, podem afetar a sequência de reações químicas, físicas e fisiológicas que ocorrem durante e após o abate e que fazem parte do processo de transformação do músculo em carne, bem como alterar as características sensoriais da carne (PARDI et al, 2001).

2.3.1.1 Idade

Animais novos têm rendimento de carcaça elevado, carne macia e de cor mais clara. Já os animais velhos, além da condição corporal inadequada e menor rendimento de carcaça, produzem carne com menor nível de maciez (RODA et al., 1998).

Esta característica está intrinsecamente relacionada às qualidades sensoriais da carne, sendo o atributo de maior relevância na definição da satisfação do consumidor de carne, no momento da ingestão do alimento (DELGADO; SORIA, 2003).

Parte das variações que ocorrem na maciez da carne são decorrentes de alterações do tecido conjuntivo, que é uma rede presente no músculo esquelético formada, predominantemente, por colágeno (MONTEIRO, 2001). Segundo Bailey e Light (1989), o aumento na idade leva à diminuição na solubilidade do colágeno e, conseqüentemente, na

maciez da carne. Oliveira et al. (2004) citam, além da diminuição na solubilidade do colágeno, também o aumento da estabilidade dos entrecruzamentos das suas fibras como fator de redução na maciez da carne ovina. Esse fato também é citado por Koohmaraie et al. (1991) e Koohmaraie (1996), em bovinos, ovinos e suínos.

2.3.1.2 Condição corporal

A avaliação da condição corporal em ovinos é um método desenvolvido na Inglaterra, por Russel et al. (1969), visando a avaliação prévia da carcaça de animais a serem abatidos, de acordo com a musculosidade e o grau de deposição de gordura corporal.

Conforme Ribeiro et al (2003), por esse método os animais são classificados de acordo com uma escala que varia de 1 a 5 ($\pm 0,5$), em que 1 representa um animal muito magro (caquético) e 5 um animal muito gordo (obeso). A condição do animal é determinada mediante palpação da região lombar da coluna vertebral, avaliando-se as projeções dos processos espinhosos dorsais e transversos da coluna verificando a quantidade de gordura e músculo encontrada no ângulo formado por esses processos. Quanto mais proeminentes e evidentes forem estes, mais magro estará o animal, que recebe avaliação próxima a 1. Quanto menos evidentes ao toque forem os processos, maior a camada de músculos e de gordura subcutânea e melhor será o estado corporal do animal, que receberá avaliação mais próxima a 5.

Este método tem sido amplamente difundido em todo o mundo, servindo como base para avaliação do estado nutricional dos rebanhos (GUNN et al., 1984), sendo utilizado também como critério para determinação do momento ideal para abate, contribuindo significativamente para padronização das carcaças, desde que ponderadas as diferenças existentes entre a taxa de deposição de gordura das diferentes raças, bem como a idade e a categoria animal.

Neste sentido, animais de raças com maturidade tardia poderiam ser abatidos com condição corporal próxima a 4, enquanto animais de maturidade precoce, ou seja, que depositam gordura em idade menos avançada, poderiam ser abatidos quando atingissem três e meio pontos de condição corporal (GALVANI, 2008).

Nos sistemas de criação tradicionais as ovelhas, quando, são descartadas por falha na reprodução, normalmente apresentam boa condição corporal (CUNHA et al., 2004), por não terem sofrido o desgaste físico da gestação e amamentação. Esse tipo de animal geralmente está com boas condições de cobertura de gordura, podendo ir direto ao abate, imediatamente após a identificação da falha de prenhez, ao contrário das matrizes mais velhas, mas ainda aptas à reprodução. Estas são ainda utilizadas uma última vez na produção de cordeiros e destinadas ao abate ao final do ciclo reprodutivo. Essas ovelhas normalmente são abatidas após a liberação da cria, imediatamente após o desmame, sendo a carne normalmente destinada ao consumo *in natura*, para mercados menos exigentes ou à indústria de ração animal (ibid).

Nessas condições os animais chegam ao abate, magros e sem reservas corporais devido ao desgaste natural do processo de amamentação, sendo baixa a qualidade desse tipo de produto, normalmente caracterizando-se por uma carne de coloração escura, dura e com baixo índice de gordura (RODA et al., 1998).

Carvalho et al. (1999) não observaram diferenças significativas na variação de peso ao parto e ao desmame, de ovelhas mantidas em níveis adequados da alimentação, com peso médio inicial de 45,7 kg e final de 47,3 kg e citam que a manutenção, ou mesmo a recuperação de peso durante a lactação é de grande importância, por proporcionar o rápido restabelecimento orgânico da ovelha após o desmame, refletindo-se positivamente, tanto no desempenho reprodutivo futuro, como na condição corporal do animal, em caso de descarte para abate.

Também Oliveira e Figueiró (1979) comentaram a importância da adequação do nível nutricional ao longo da lactação, caracterizando-a como um fator determinante do desempenho produtivo da ovelha e a magnitude dos efeitos da lactação sobre a sua condição corporal, seu desempenho pós-parto e produção de lã. Spedding (1966) comentou ainda o efeito da alimentação durante e após o período de lactação na recuperação do estado corpóreo do animal ao final desse período.

Conforme Ensminger (1973), durante o período de lactação, o organismo das ovelhas com boa produção de leite encontra-se, normalmente, em balanço negativo de nutrientes, pois mesmo com os sistemas fisiológicos digestivos atuando próximo à máxima eficiência na absorção e aproveitamento dos nutrientes da dieta, a perda via lactação é extremamente drástica, sendo comum a perda acentuada de peso. Essa perda é tanto maior, quanto melhor o desempenho da matriz no aleitamento das crias (CUNHA et al., 2004). Dessa maneira, logo após o desmame das crias, as ovelhas encontram-se em condição corporal inferior, devido ao desgaste fisiológico decorrente da gestação e lactação, e com condições inadequadas para o abate, resultando em menor rendimento de carcaça e carne de qualidade inferior.

Todavia, logo após o desmame, com a cessação da produção de leite e em função da persistência das condições fisiológicas e hormonais para o máximo aproveitamento dos nutrientes da dieta, as matrizes tendem a ter uma rápida recuperação corporal, com acentuado ganho de peso, desde que as condições nutricionais sejam favoráveis. Nesse período as matrizes recuperam parte da massa muscular e gordura perdidas durante a lactação, sendo esse ganho de peso conhecido como “*ganho de peso compensatório*” (ENSMINGER, 1973). Assim, a alimentação intensiva desses animais no pós-desmame, com dietas de elevada concentração energética, mas de menor custo, pode ser uma

alternativa para o aumento do rendimento e maior valorização da carne desse tipo de animal (RODA et al, 1998).

A carcaça de animais com boa condição corporal ao abate apresenta uma camada de gordura subcutânea que evita o escurecimento muito acentuado da carne, bem como previne a queda muito rápida e acentuada da temperatura, o que diminui a possibilidade de ocorrência do “*encurtamento pelo frio*” ou “*cold shortening*” (LUCHIARI FILHO, 2000), resultando em maior qualidade da carne.

2.3.2 Fatores pós abate

Entre os principais procedimentos no pós-abate adotados visando melhorar as características sensoriais da carne, principalmente com o aumento da maciez, podem ser citados a estimulação elétrica da carcaça, a maturação da carne e o tratamento com cloreto de cálcio (LUCHIARI FILHO, 2000).

2.3.2.1 Estimulação elétrica

A maciez da carne pode ser aumentada através da estimulação elétrica da carcaça logo após o abate (FELICIO, 1997). Esse procedimento, apesar de descrito já em 1951, somente passou a ser considerado uma alternativa de melhoria da qualidade da carne a partir da década de 70, na Nova Zelândia. O objetivo principal era a prevenção do “*cold shortening*”, problema advindo do resfriamento rápido e endurecimento da carne em ovinos devido à contração das miofibrilas musculares (BONFIM, 2004).

Essa estimulação consiste na aplicação de corrente elétrica às carcaças com o objetivo de acelerar o processo da glicólise e, conseqüentemente, a queda do pH, melhorando a maciez e a coloração da carne (LUCHIARI FILHO, 2000).

Segundo Warriss (2003) a estimulação pode ser feita, tanto através da aplicação de corrente elétrica de alta voltagem (500 V), como de baixa voltagem (70 V), sendo que o uso de alta voltagem normalmente produz resultados mais efetivos, embora baixas voltagens, desde que aplicadas por mais tempo, também exerçam efeito positivo, além de ser um processo de aplicação mais segura. A aplicação da corrente elétrica é efetuada com auxílio de hastes ou pinças metálicas conectadas ao focinho ou peito e em uma das patas traseiras do animal. A corrente de baixa voltagem é usualmente aplicada logo após a sangria e funciona mediante a estimulação da musculatura por meio do sistema nervoso, que ainda se mantém ativo, enquanto que a de alta voltagem pode ser aplicada mais tardiamente, por não depender do sistema nervoso, pois estimula os músculos diretamente. Segundo Pardi et al. (2001) a estimulação com alta voltagem é mais eficiente quando aplicada até 30 a 40 minutos após o abate, podendo, todavia ser feita em até 60 minutos após o sacrifício do animal. Normalmente utilizam-se pulsos de um a dois segundos, por um período de 90 segundos.

A estimulação elétrica de carcaças já é um procedimento de rotina no abate de bovinos, na maior parte dos matadouros industriais, sendo que no Brasil, por motivos de segurança, a estimulação é feita através de pulsos de corrente elétrica de baixa voltagem (70V), por um período de até dois minutos e frequência de 13 a 15 milésimos de segundo a cada pulso, aplicados nos primeiros cinco minutos após a insensibilização (ibid).

A estimulação elétrica, por acelerar a glicólise e a queda do pH, reduz a possibilidade de enrijecimento precoce da carcaça e pode, ainda, aumentar a maciez da carne, em até 35%, pela fragmentação física e ruptura mecânica das miofibrilas e fibras musculares; pela liberação das enzimas proteolíticas e, possivelmente, pelo aumento na solubilidade do colágeno (BONFIM, 2004).

A estimulação elétrica reduz o período de instalação do *rigor mortis* de um limite de 15 a 20 hs., para apenas quatro a cinco hs. ou menos, permitindo que a rigidez ocorra enquanto a carcaça ainda está quente, o que impede o encurtamento pelo frio mesmo na hipótese de uma refrigeração rápida (PARDI et al., 2001), além de favorecer a desossa da carcaça quente (LUCHIARI FILHO, 2000).

2.3.2.2 Maturação da carne

A maturação é um processo bastante efetivo, já adotado em larga escala pela indústria, visando o aumento da maciez da carne e consiste em mantê-la, após a resolução do processo de *rigor mortis*, sob refrigeração, com temperatura em torno de 0°C, por um determinado período de tempo após o abate, o qual pode variar de 7 a 28 dias (FELÍCIO, 1997).

No processo a carne é embalada a vácuo, visando retardar o crescimento de bactérias aeróbicas putrefativas e favorecer o crescimento de bactérias lácticas, que, por sua vez, produzem substâncias antimicrobianas (PUGA et al., 1999). A maturação também possibilita a ação de proteases endógenas.

Segundo Arima (2003), durante a maturação ocorrem alterações naturais na carne, resultando no seu amaciamento e no desenvolvimento de sabor e aroma característicos desejáveis.

A maturação natural inicia-se logo após o abate, estendendo-se por algum tempo. O seu efeito torna-se mais evidente à medida que avança o período de armazenamento refrigerado, sendo que 65% a 80% do processo de amaciamento ocorre até o terceiro ou quarto dia após o abate. O efeito da maturação natural é menos evidente no início do processo devido a fase natural de enrijecimento do tecido (*rigor mortis*), todavia o aumento

na maciez torna-se mais evidente entre 24 e 72 hs. após o abate (WHEELER; KOOHMARAIE, 1999).

O amaciamento natural da carne em condições refrigeradas decorre da ação do sistema de enzimas calpaínas e calpastatina. As calpaínas são enzimas proteolíticas ativadas pelo cálcio, composto pela μ -calpaína, principal enzima no processo de amaciamento e a m-calpaína. A calpastatina é uma enzima que inibe a ação das calpaínas (KOOHMARAIE et al., 1991; VOLPELLI et al., 2005).

O processo químico depende da liberação de íons Ca^{2+} , armazenados principalmente no retículo sarcoplasmático ($\sim 10^{-4}$) e nas mitocôndrias, para o sarcoplasma ($\sim 10^{-7}$), em decorrência do aumento da permeabilidade das membranas das miofibrilas do músculo aos íons Ca^{2+} , resultando em rápida elevação do teor de íons cálcio no sarcoplasma ($\sim 10^{-5}$). Pequenas concentrações (1 a 10 μM) de Ca^{2+} são suficientes para ativar a calpaína I ou μ -calpaína. Já a ativação da calpaína II ou m-calpaína depende de concentrações maiores (50 a 70 μM) de cálcio livre no sarcoplasma, concentração essa maior do que as encontradas naturalmente na carne. Como consequência, apenas 30% da calpaína II é ativada num processo natural de maturação (ANDRIGHETTO et al., 2006, MOURA et al., 1999).

As calpaínas promovem a hidrólise de proteínas miofibrilares específicas provocando o enfraquecimento das estruturas filamentosas que ligam as miofibrilas ao sarcolema e ligações intermiofibrilares (filamentos intermediários), além dos filamentos responsáveis pela integridade estrutural dos sarcômeros (ROBSON et al., 1984; PENNY, 1980).

A variação da taxa e a extensão da proteólise são consideradas as principais condições determinantes da maciez (TAYLOR et al., 1995; KOOHMARAIE et al., 1991), sendo esse efeito mais acentuado à medida que avança o período de armazenamento refrigerado (ARIMA, 2003), sendo significativo até oito dias (BIANCHI et al, 2004).

Zeola et al. (2007) avaliaram a carne de cordeiros deslanados da raça Morada Nova e observaram efeito positivo na maciez da carne após período de maturação de 14 dias, todavia. Por outro lado Gonçalves et al (2004) estudaram o efeito do tempo de maturação da carne de ovinos machos inteiros ou castrados e de fêmeas e não observaram efeito do processo sobre a força de cisalhamento, nem sobre a avaliação sensorial da maciez da carne. Já Sañudo et al. (2000) citam o efeito da maturação, tanto sobre a maciez, como sobre a cor da carne em ovinos, e citam variações entre 30,03 a 49,47 para L^* , de 8,24 to 23,53 para a^* e de 3,38 a 11,10 para b^* .

2.3.2.3 Tratamento com cloreto de cálcio

O processo de amaciamento da carne pelo tratamento com cloreto de cálcio tem como base a potencialização da atividade enzimática natural na carne através da estimulação da atividade das enzimas cálcio dependentes calpains I e II. A calpaína I é ativada naturalmente por concentrações de íons Ca^{2+} normais do sarcoplasma, todavia a plena ativação da calpaína II exige concentrações mais elevadas, somente alcançadas através da adição de soluções salinas de $CaCl_2$ (MOURA et al.,1999). A fim de melhorar a eficiência desse sistema, vem sendo estudada a associação do processo de maturação à vácuo e sob refrigeração da carne após a adição de soluções salinas contendo íons cálcio (ibid).

O aumento da concentração de cloreto de cálcio intensifica a proteólise durante a maturação e influencia positivamente a textura da carne, reduzindo a força de cisalhamento (HEINEMANN; PINTO, 2003).

É importante que a injeção de cloreto de cálcio seja realizada após a instalação do rigor mortis, uma vez que a carne tratada em estado pré-rigor pode apresentar problemas

de aparência e “flavor”. Além disso, dependendo da quantidade de sal adicionado à carne, pode ocorrer formação de “sabor metálico” indesejável (MORGAN et al., 1991).

3 BIBLIOGRAFIA CITADA

ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A.M.; ROÇA, R.O.; SARTORI, D.R.; RODRIGUES, E.; BIANCHINI, W. Maturação da carne bovina - *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, v. 7, n. 6, 2006, Veterinaria Organización S.L. España. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060606.html>>. Acessado em 21/02/2007.

ARIMA, H. K. *Maturação de carne*. In: Seminário, 2003, Piracicaba. Avanços na Qualidade da Carne e seus Impactos na Indústria Brasileira, 2003. p. 1-16.

BAILEY, A.J. LIGHT, N.D. *Connective tissue in meat and meat products*. Applied Science, Elsevier, London. 1989. 355 p.

BIANCHI, G.; BENTANCUR, O.; SAÑUDO, G. Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la ternera da la carne de corderos pesados. *Agrociencia*, v 8, n.1, p. 41-50. 2004.

BONFIM, L.M. *A estimulação elétrica de carcaças e seus efeitos sobre a qualidade da carne*. REHAGRO – Recursos Humanos no Agronegócio – Publicações. 2004. Disponível em <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=524>>. Acessado em 18/02/2008.

BRASIL. *Censo Agropecuário 2006 - Resultados Preliminares*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 145 p. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/tabela1_3_26.pdf>. Acessado em 23/06/2008.

CAMPOS, R.T. Uma Abordagem Econométrica do Mercado Potencial de Carne de Ovinos e Caprinos para o Brasil. Documentos Técnico-Científicos - *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 30, n. 1, p. 26-47, 1999.

CARVALHO, S.; PIRES, C.C.; BERNARDES, R.A.C.; AGUIRRA, F.; SACILOTTO, M.; ROSA, G. Desempenho e produção de lã de ovelhas lactantes e ganho de peso e características da carcaça dos cordeiros. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 149-153, 1999.

COSTA, N.; ZANELLA, M. *Ovinocaprinocultura - Sinais de modernização mudam a cara do setor*. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. Superintendência Técnica. 2007. Disponível em: <http://www.cna.org.br/site/down_anexo.php?q=E22_18631ovinos.pdf>. Acessado em 07/01/2008.

COUTO, F. A. A. *Importância Econômica e Social da Ovinocaprinocultura Brasileira*. IN: Anais do II SINCORTE. João Pessoa - PB. 2003. p. 71-81.

CUNHA, E. A.; SANTOS, L.E.; BUENO, M.S. *Produção de carne ovina: realidade e perspectivas*. In: Eduardo Antonio da Cunha; Luiz Eduardo dos Santos; Mauro Sartori Bueno. (Org.). *Atualidades na produção de ovinos de corte*. 1 ed. Nova Odessa (SP): Instituto de Zootecnia, v. 1, p. 1-20, 2008.

_____; COSTA, R.L.D.; LIMA, J.A.; SANTOS, L.E.; BUENO, M.S. *Estrutura de produção e técnicas criatórias: Instalações e manejo animal*. In: Anais do Simpósio IZ/FEINCO 2007 de Ovinocultura, São Paulo, SP, 14 a 16 de março de 2007. Ed.por Eduardo A. da Cunha, Josiane A. de Lima, Luiz E. dos Santos e Mauro S. Bueno. São Paulo, Instituto de Zootecnia, 2007. CDD 636.308. 2007. CD-ROM.

_____; SANTOS, L.E.; BUENO, M. S.; RODA, D.S. Utilização de carneiros de raça de corte para obtenção de cordeiros precoces para abate em ovelhas produtoras de lã. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.243-252, 2000.

_____; _____; _____; VERÍSSIMO, C.J. *Produção de ovinos para corte*. Boletim Técnico do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa (SP), v. 48, p. 1-176, 2004.

_____; _____; _____; _____; KATIKI, L. M. *Produção de carne ovina: Realidade e perspectivas*. In: Eduardo Antonio da Cunha; Luiz Eduardo dos Santos; Mauro Sartori Bueno. (Org.). *Atualidades na produção de ovinos de corte*. 1 ed. Nova Odessa (SP): Instituto de Zootecnia, v. 1, p. 1-20, 2008.

DELGADO, E.F.; SORIA, R.F. *Princípios e fundamentos de métodos de predição da maciez da carne bovina*. In: Seminário, 2003, Piracicaba. Avanços na Qualidade da Carne e seus Impactos na Indústria Brasileira, 2003. p. 3.1-3.15.

EMATER – DF / EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL. *Pesquisa de mercado: carne de ovinos e caprinos*. 2006. Disponível em: <www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00000095.doc>. Acessado em 26/04/2008.

ENSMINGER, M.E. *Producción ovina*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973. 545p.

FELÍCIO, E.P. *Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) *Produção do novilho de corte*. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários “Luis de Queiroz” - FEALQ, 1997, p. 79-97.

GALVANI, D.B. *Adequação do peso ao abate como ferramenta para padronização das carcaças*. Farm Point – Ovinos e Caprinos. AgriPoint Consultoria Ltda. 2008. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/?noticiaID=49103&actA=7&areaID=3&secaoID=27>>. Acessado em 22/04/2008.

GUNN, R.G.; DONEY, J.M.; SMITH, W.F. The effect of level of pre-mating nutrition on ovulatory rate in Scottish Blackface ewes in different body conditions at mating. *Animal Production*, v.39, p.235-239, 1984.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 23 supl., p. 1-6, 2003.

JORNAL CABRAS E OVELHAS. *O mercado de caprinos e ovinos em 2006*. Jornal Cabras e Ovelhas. 2006. Disponível em: <<http://www.cabraeovelha.com.br/>> Acessado em: 10/01/2008.

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

_____. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, v. 45, p. 193-201, 1996.

LOBO, R. N. B. *Cadeia de caprinos e ovinos gera empregos no país*. Assessoria de Comunicação. Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural. Câmara dos Deputados. Brasília – DF, 2007. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/comissoes/capadr/imprensa/cadeia-de-caprinos-e-ovinos-gera-empregos-no-pais/?searchterm=Cadeia%20de%20caprinos%20e%20ovinos%20gera%20empregos%20no%20país>>. Acessado em 05/02/2008.

LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. Albino Luchiari Filho. 1.ed. São Paulo. 2000. 134 p.

MONTEIRO, E. M. . *Biossegurança na carne ovina*. In: 1º Simpósio Mineiro de Ovinocultura, 2001, Lavras, MG. 1º Simpósio Mineiro de Ovinocultura. Lavras/MG : Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 49-62.

MORGAN, J. B.; MILLER, R. K.; MENDEZ, F. M.; et al. Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows. *Journal of Animal Science*, v.69, n.11, p.4469-4476, 1991.

MOURA, A. C.; FILHO, A. L.; NARDON, R. F.; et al. Efeito da injeção de cloreto de cálcio pós-morte e tempo de maturação no amaciamento e nas perdas de cozimento do músculo *Longissimus dorsi* de animais *Bos indicus* e *Bos taurus* selecionados para ganho de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.28, n.6, p.1382-1389, 1999.

OLIVEIRA, I; SILVA, T.J.P.; FREITAS, M.Q.; TORTELLY, R. e PAULINO, F.O. Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. *Acta Scientiae Veterinariae*. v. 32, n.1, p. 25-31, Porto Alegre, RS. 2004. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/favet/revista/32-1/artigo576.pdf>>. Acessado em 02/08/2007.

OLIVEIRA, N.R., FIGUEIRÓ, P.R.P. *Influência da prenhez e lactação na produção e características de lã, segundo a estação de parição*. In: 1ª JORNADA TÉCNICA DE PRODUÇÃO OVINA NO RS, 1979, Bagé, RS. Anais... Bagé, EMBRAPA,1979. p. 113-123.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*. 2ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. 623 p.

PENNY, I.F. *The enzymology of conditioning* (cap. 5) In: LAWRIE, R. Developments in meat science. Applied Science Publishers Ltd. London (UK), p.115-143, 1980.

PEREIRA, A.S.C. *O impacto de fatores pós-abate na qualidade da carne bovina*. BeefPoint – Qualidade de carne. AgriPoint Consultoria Ltda. 2003. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/?noticiaID=5011&actA=7&areaID=60&secaoID=179>>. Acessado em 03/07/2008.

PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L.F. S.; TORRES, A. J.; LORENA NETO, B.; CASER, D. V.; BIRAL, M. A. M. (Org.) *Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo – Projeto LUPA*. Instituto de Economia Agrícola, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo (SP). 4v, 1997.

_____; _____. *Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo – Projeto LUPA, 1995-96*: edição revista e ampliada [CD-ROM]. São Paulo (SP), IEA/CATI/SAA, 2000.

_____. Projeto LUPA: Uma Odisséia. Instituto de Economia Agrícola, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo (SP). *Informações Econômicas*, SP, v.30, n.11, 2000. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=249>>. Acessado em 21/08/2008.

PUGA, D.M.U.; CONTRERAS, C.J.C., TURNBULL, M.R. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.19 n.1 p. 1-10, 1999.

RIBEIRO, L.A.O.; FONTANA, C.S.; WALD, V.B. et al. Relação entre a condição corporal e a idade das ovelhas no encarneamento com a prenhez. *Ciência Rural*, v.33, n.2, p.357-361, 2003.

RITCHIE, H. *Beef quality: what is it? How to produce it*. Department of Animal Science. Michigan State University, East Lansing, Michigan. 2000. Disponível em: <<https://www.msu.edu/~ritchih/papers/beefquality.ppt>>. Acessado em: 23/10/2008.

ROBSON, R.M; O'SHEA, J.M; HARTZER, M.K.; RATHBUN, W.E.; LASALLE. F.; SCHREINER, P.J.; KASANG, L.E.; STROMER, M.H.; LUSBY, M.L.; RIDPATH, J.F.; PANG, Y.Y.; EVANS, R.R.; ZEECE, M.G.; PARRISH, F.C.; HUIATT, T.W. Role of

new cytoskeletal elements in maintenance of muscle integrity. *Journal of Food Biochemistry*, v. 8, p. 1-24. 1984.

RODA, D.S.; CUNHA, E. A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E.; OTSUK, I.P. *Características de carcaças de ovelhas da raça Suffolk*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35). Botucatu. Anais. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. v.3, p.79-81. 1998.

_____.; SANTOS, L.E.; CUNHA, E.A. Peso ao nascer e mortalidade pré-desmame em cordeiros das raças Ideal e Corriedale. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 52, n. 1, p. 67-70, 1995.

ROSANOVA, C. Fatores favoráveis e limitantes ao desenvolvimento da cadeia produtiva da ovinocaprinocultura de corte no Brasil. Dissertação de Mestrado – Curso de Gestão Agro Industrial, Depto de Administração e Economia. Universidade Federal de Lavras, 2004. 42 p.

SANTOS, L.E.; BUENO, M.S.; CUNHA, E.A. *Produção de carne ovina: rendimento de carcaça, cortes comerciais e qualidade de carne*. In: Anais do Simpósio IZ/FEINCO 2007 de Ovinocultura, São Paulo, SP, 14 a 16 de março de 2007. Ed.por Eduardo A. da Cunha, Josiane A. de Lima, Luiz E. dos Santos e Mauro S. Bueno. São Paulo, Instituto de Zootecnia, 2007. CDD 636.308. 2007. CD-ROM

SAÑUDO, C, et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, v.54, n. 4, p. 339-346. 2000.

SEABRA, L. *UnB expõe ovinos na Agropecuária*. SECOM - Secretaria de Comunicação da Universidade Federal de Brasília – UNB. 02/ 09/ 2004 – CAMPO. Brasília (DF). 2004. Disponível In: <http://www.secom.unb.br/unbagencia/ag0904-03.htm>. Acessado em 26/01/2008.

SHIMOKOMAKI, M.; ELSDEN, D.F.; BAILEY, A .J.. Meat tenderness: age related changes in bovine intra muscular collagen. *Journal of Food Science*. v. 37, p. 892-896. 1972

SILVA SOBRINHO, A.G. *Criação de ovinos*. Jaboticabal (SP). FUNEP, 2001. 302p.

SIMPLÍCIO, A.A.; WANDER, A.E.; LEITE, E.R.; LOPES, E.A. *A Caprino-ovinocultura de corte como alternativa para a geração de emprego e renda*. Sobral: Embrapa Caprinos, 2003. 44p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 48).

SIMPLÍCIO, A.A.; SIMPLÍCIO, K.M.M.G. *Caprinocultura e ovinocultura de corte : Desafios e oportunidades*. Capril Virtual. 18 p. 2007. Disponível em <www.caprilvirtual.com.br/Artigos/CFMVCaprinoOvino_Corte_desafiosoportunidades.pdf>. Acessado em 19/05/2008.

SOUZA, E.Q. *Análise e segmentação de mercado na ovinocultura do Distrito Federal*. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília, 2006. 103 p.

SPEDDING, C.L.W. *Produção ovina e o manejo do pastejo*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1966. 40 p. Boletim Técnico, 3.

TAYLOR, R.G.; GEESINK, G.H.; THOMPSON, V.F.; KOOHMARAIE, M.; GOLL, D.E. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 1351-1367, 1995.

VOLPELLI, L. A.; FAILLA, S; SEPULCRI, A.; PIASENTIER, E. Calpain system in vitro activity and myofibril fragmentation index in fallow deer (*Dama dama*): effects of age and supplementary feeding. *Meat Science*. v. 69, n. 3, p. 579-582, 2005.

WARRISS, P.D. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, Acribia S.A., 2003. 309 p.

WEDEKIN, I. Questão de hora e de lugar. *Agroanalysis*, vol.22, n.5, p.41-48, 2003.

ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A., SOUZA, H.B.A., SILVA SOBRINHO, A.G., BARBOSA, J.C.. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p. 1058-1066, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n4/36.pdf>>. Acessado em 21/09/2008.

4 DESENVOLVIMENTO

O estudo do efeito da recuperação da condição corporal no pré abate; da estimulação elétrica da carcaça; do período de maturação e da injeção de solução de cloreto de cálcio, no rendimento e nas características de carcaça, bem como nas características da carne (*Longissimus dorsi* e *Biceps femoris*) de ovelhas descartadas por idade, foi desenvolvido em três trabalhos conduzidos concomitantemente:

3.1 Avaliação dos processos pré e pós abate no rendimento e nas características de carcaça de ovelhas descartadas por idade. (Encaminhado para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, da EMBRAPA).

3.2 A recuperação da condição corporal, a estimulação elétrica da carcaça e a maturação da carne como fatores de melhoria nas características do lombo de ovelhas descartadas por idade. (Encaminhado para publicação na Revista Ciência Rural, da Universidade Federal de Santa Maria - RS).

3.3 Effect of body condition recovery, carcass electrical stimulation, meat aging and treatment with calcium chloride on ewes meat characteristics, discarded by age. (Encaminhado para publicação na Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos).

3.1 PRIMEIRO TRABALHO: Avaliação dos processos pré e pós abate no rendimento e nas características de carcaça de ovelhas descartadas por idade.

Avaliação dos processos pré e pós abate no rendimento e nas características de carcaça de ovelhas descartadas por idade

Luiz Eduardo dos Santos⁽¹⁾; Teófilo José Pimentel da Silva⁽²⁾; Mônica Queiroz de Freitas⁽²⁾; Eduardo Antonio da Cunha⁽¹⁾ e Márcia Mayumi Harada Haguiwara⁽³⁾.

1. Instituto de Zootecnia - IZ/APTA/SAA, Rua Heitor Penteado, 56, Nova Odessa (SP), CEP 13.460-000.. lesantos@iz.sp.gov.br; cunha@iz.sp.gov.br
2. Faculdade de Veterinária - Universidade Federal Fluminense/UFF, Rua Vital Brazil Filho, 64. Niterói/RJ. 24.230-340. mtatjps@vm.uff.br; mqueiroz@vm.uff.br
3. Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL/APTA/SAA, Av. Brasil, 2880, Campinas (SP), CEP 13.070-178. marciamh@ital.sp.gov.br.

Resumo

Estudou-se a recuperação da condição corporal (CC) e a estimulação elétrica (EE), sobre o rendimento e as características de carcaça e da carne de ovelhas Santa Inês, descartadas por idade e abatidas imediatamente após o desmame ou após período de recuperação de 35 a 45 dias. A recuperação da CC aumenta o peso de abate (+3,60%) e o peso de carcaça fria (+13,97%) e diminui a quebra no resfriamento (-3,89%); aumenta o rendimento de carcaça (+4,82), a profundidade (+8,30%) e o peso total de lombo (24,60%); aumenta a espessura de gordura subcutânea (+ 47,80%) e a deposição de gordura pélvica/renal (+ 69,20%) e não altera o declínio da temperatura e do pH da carcaça. A EE da carcaça não altera a variação da temperatura, mas acelera o declínio do pH, com valores de 6,50 e 6,59; 5,98 e 5,91; 5,88 e 5,84 e 5,78 e 5,76, para os tempos de 15 min., 6, 12 e 24 hs após sangria. A recuperação da condição corporal de ovelhas Santa Inês, descartadas por idade e abatidas depois de período de recuperação após desmame, aumenta o rendimento e melhora as características de carcaça e a estimulação elétrica da carcaça acelera o declínio do pH da carcaça, dando condições adequadas para a conversão do músculo em carne.

Termos de indexação: condição corporal, estimulação elétrica, pH, rendimento e características de carcaça, Santa Inês.

Evaluation of the pre and post slaughter processes on yield and carcass characteristics of ewes discarded by age

Abstract

Were studied the recovery of body condition (BC) and carcass electrical stimulation (ES) on the yield, carcass and meat characteristics of Santa Ines ewes, discarded by age and slaughtered immediately after weaning or after 35 a 45 days of recovery period. The recovery of BC increases the slaughter weight (+3.60%) and carcass weight (+13.97%), decreases the loss during the refrigeration (-3.89%) and increases the yield carcass (+4.82%), increases the height (+8.30%) and the total weight of loin (24.60%), increases the subcutaneous fat thickness (+47.80%) and fat pelvic and renal deposition (+69.20) and does not change the decline of temperature and pH of the carcass. Electrical stimulation of the carcass does not changes the temperature variation but accelerates the decrease in pH

values of 6.50 and 6.59, 5.98 and 5.91, 5.88 and 5.84 and 5.78 and 5, 76, respectively for times of 15 min., 6, 12 and 24 hours after bleeding. The body condition recovery and the electrical stimulation of the ewes carcass, discarded by age and slaughtered after the recovery period after weaning, increases the yield and carcass characteristics and accelerates the meat pH decline, providing better conditions for the conversion of muscle into meat.

Index terms: body condition, carcass yield and characteristics, electrical stimulation, pH, Santa Ines.

Introdução

Nos últimos anos o interesse pela ovinocultura de corte, como uma opção de exploração agropecuária, apresentou crescimento substancial, notadamente em pequenas e médias propriedades (PINO et al, 2000), havendo uma maior demanda específica para carcaças de boa qualidade, com peso médio entre 12 e 13 kg, provenientes do abate de cordeiros com 90 a 120 dias de idade (CUNHA et al, 2008). Todavia, com o crescimento e evolução da ovinocultura, o aumento da produção desse tipo de carcaça resulta no aumento concomitante na oferta de carcaças de ovelhas de descarte abatidas ao final do período reprodutivo (SANTOS et al., 2007).

Nos sistemas mais intensivos de produção as ovelhas são descartadas a partir dos cinco ou seis anos de idade, quando diminui a eficiência da atividade reprodutiva, sendo encaminhadas para abate logo após o desmame das crias (CUNHA et al., 2007).

A preocupação com a baixa qualidade da carne torna-se mais evidente, pois nessas condições, em razão da idade elevada e devido ao desgaste natural do processo de amamentação, os animais chegam ao abate magros, sem reservas orgânicas e em condições corporais inferiores. O abate de ovelhas nessas condições, resulta em baixo rendimento de carcaça, elevada relação ossos/músculos, maior proporção de gordura mesentérica em relação à gordura de cobertura e muscular, musculatura rígida, resultando em uma carne

mais escura, pouco macia e com baixa palatabilidade, resultando em menor valorização do produto, normalmente destinado à indústria de ração animal (RODA et al., 1998).

De acordo com ENSMINGER (1973), logo após o desmame, com a cessação da produção de leite e em função da persistência, ainda por algum tempo, das condições fisiológicas e hormonais para o máximo aproveitamento dos nutrientes da dieta, as matrizes tem possibilidade de apresentar uma rápida recuperação da condição corporal, com acentuado ganho de peso, desde que as condições nutricionais sejam favoráveis. Nesse período as matrizes tendem a recuperar parte da massa muscular e gordura perdidas durante a lactação, em um processo conhecido como ganho de peso compensatório.

A condição corporal é um dos fatores pré-abate mais importantes na determinação da qualidade da carne, pois além de influir no rendimento final do processo; nas proporções entre os tecidos muscular, ósseo e adiposo, bem como na proporção de cortes de maior valor comercial, influi de forma acentuada na sequência de reações químicas, físicas e fisiológicas que ocorrem durante e após o abate e que fazem parte do processo de transformação do músculo em carne, afetando suas características sensoriais pela alteração química e física dos tecidos (PARDI et al, 2001).

Entre os procedimentos visando melhorar a qualidade da carne de ovelhas de descarte, a recuperação da condição corporal dos animais pré-abate, através da alimentação intensiva no pós-desmame, com dietas com elevada concentração energética, mas de baixo custo, pode ser uma alternativa interessante para o aumento do rendimento e maior valorização da carne desse tipo de animal (RODA et al, 1998).

De acordo com RITCHIE, (2000), a maciez é uma das principais características na determinação da palatabilidade da carne, com acentuado efeito sobre o nível de satisfação final do consumidor. Por outro lado, alguns procedimentos podem ser adotados no pós-abate visando melhorar as características sensoriais da carne, principalmente com o

aumento da maciez, propiciando melhor aceitação pelo consumidor. Entre eles pode ser citada a estimulação elétrica da carcaça (FELICIO, 1997).

A estimulação elétrica consiste na aplicação de corrente elétrica ao corpo dos animais, imediatamente após o abate (estímulo com baixa voltagem), com o objetivo de aumentar a eficiência da sangria; acelerar o processo da glicólise e, conseqüentemente, a queda do pH, melhorando a maciez e a coloração da carne. O efeito nas características da carcaça também pode ser obtido através da estimulação direta nas carcaças através de estímulo elétrico de alta voltagem (FELÍCIO, 1997; LUCHIARI FILHO, 2000).

A estimulação elétrica provoca, de forma repetida, o movimento de contração e relaxamento rápido e intenso das fibras musculares, causando a ruptura física da matriz miofibrilar; estimula a liberação de Ca^{2+} para o sarcoplasma, além de acelerar o processo natural de proteólise, a glicólise e a queda do pH (BYRNE et al, 2000) e, segundo BONFIM (2004), aumenta a solubilidade do colágeno e reduz a possibilidade de encurtamento da carcaça, aumentando a maciez da carne em até 35%.

Segundo PARDI et al. (2001) a estimulação elétrica reduz o período de instalação do *rigor mortis* de um limite de 15 a 20 hs., para apenas quatro a cinco hs. ou menos, permitindo que a rigidez ocorra enquanto a carcaça ainda está quente, o que impede o encurtamento pelo frio (*cold-shorting*), mesmo na hipótese de uma refrigeração rápida.

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da condição corporal (CC) de ovelhas de descarte, destinadas ao abate, e do processo de estimulação elétrica (EE) da carcaça, como forma de aumentar a maciez, visando melhorar a aceitabilidade e o valor do produto final.

Materiais e Métodos

De um plantel de 50 matrizes Santa Inês, paridas e com idade superior a quatro anos, foram selecionadas 24 ovelhas, imediatamente após o desmame das crias, uniformes em

relação à idade e condição corporal (CC), com escore entre um e meio e dois, consideradas magras, conforme Ribeiro et al. (2003), e com peso médio entre 40 e 60 kg.

As ovelhas foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado, sendo que metade dos animais foi encaminhada direto ao abate, enquanto as demais foram mantidas em pastagens de capim Aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana), em manejo rotacionado, com suplementação diária de mistura volumosa de 70% de capim Guaçu (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu) e 30% “rolão de milho” (74,2% MS, 69,3% NDT e 3,9% PB), por 35 a 45 dias pós-desmame até recuperarem a CC, com escore entre três e quatro, consideradas gordas (ibid), quando então foram submetidos a jejum de 24 hs. e abatidos segundo as normas do Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1997).

Imediatamente após a sangria, em sequência aleatória, metade dos animais de cada CC (magras e gordas) foi submetida, de forma intercalada, ao processo de estimulação elétrica (EE) de baixa voltagem, utilizando-se um estimulador elétrico Jarvis, modelo BV80, fixando-se um eletrodo na barra metálica de suspensão da carcaça (pólo -) e outro eletrodo, na forma de pinça (pólo +), fixado nas narinas. Cada carcaça foi estimulada por 17 segundos, alternando-se pulsos de 5 s. de estimulação e 1 s. sem estimulação, utilizando corrente elétrica de 21 V, 60 Hz e 13 mA (CARDOSO, 2005, adaptado pela Jarvis).

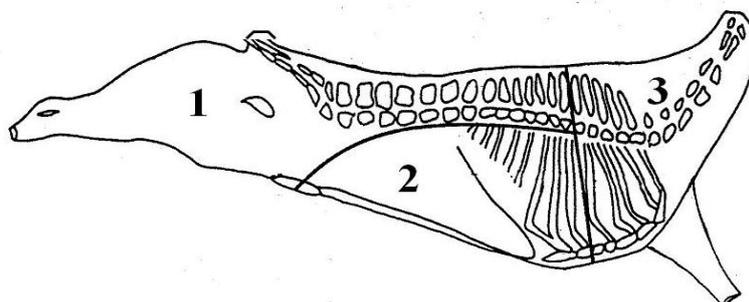
Aproximadamente 15 minutos depois do abate, após os processos de sangria, esfola, evisceração, lavagem e escorrimento, as carcaças foram pesadas (peso de carcaça quente - PQ) e a temperatura e o pH medidos na perna traseira esquerda (músculo *Semimembranosus*), com uso de potenciômetro portátil (HANNA Instruments Inc.), com eletrodo de vidro, de penetração combinado com termo-par (T 0 e pH 0 h).

As carcaças foram resfriadas à temperatura de $\pm 5^{\circ}\text{C}$, por 6 hs., sendo posteriormente a temperatura da câmara diminuída para $\pm 1^{\circ}\text{C}$, sendo que durante esse período, nos tempos

de 6, 12 e 24 hs. após sangria, foram determinadas a temperatura e o pH *post mortem* (T e pH 6, 12 e 24h) no músculo *Semimembranosus*.

Após 24 hs. de resfriamento as carcaças foram novamente pesadas (peso de carcaça fria - PF) sendo calculada a variação de peso (PQ-PF) em razão da perda de umidade durante o resfriamento (perda por resfriamento - PR) e o rendimento de carcaça fria (RCF). Posteriormente foi retirada e pesada toda a gordura perirenal e pélvica (GPR).

As carcaças foram serradas ao meio e a meia carcaça esquerda separada em três cortes: dianteiro (pescoço, membro anterior e cinco costelas), traseiro (perna, garupa, lombo separado do dianteiro entre a 5^a e 6^a costela) e costilhar (costelas, à partir da 6^a, separadas do traseiro a uma distância média de 2 cm da coluna vertebral, mais os músculos abdominais), conforme esquema apresentado na figura 1 (CUNHA et al.,1997).



1- Traseiro, 2- costilhar 3- dianteiro.

Figura 1. Esquema de cortes primários da carcaça (CUNHA et al.,1997)

Cada um dos cortes foi pesado e o resultado expresso em porcentagem da meia carcaça. Foram medidas a maior profundidade do lombo (PL) e a espessura da camada de gordura subcutânea (GSC) da secção transversal do lombo (*Longissimus dorsi*), feita no corte entre a 12^a e 13^a costelas, com uso de régua plástica milimetrada específica.

De cada ½ carcaça (esquerda e direita) foi retirado o lombo (*Longissimus dorsi*) compondo-se uma única amostra (2 músculos), referente a cada animal, utilizada na determinação do peso total de lombo (PTL).

A análise estatística dos dados, para avaliação do efeito da recuperação da CC e da ES sobre as variáveis de desempenho e características de carcaça, bem como sobre a temperatura e pH da carcaça, foi feita segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (CCxEE), usando o PROC GLM do software SAS (SAS, 2001).

Resultados e Discussão

Os dados de desempenho e características da carcaça são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Médias e desvio padrão das variáveis de desempenho e características de carcaça de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade e descartadas para abate imediatamente após o desmame ou após período de recuperação da condição corporal.

Variáveis de desempenho	Condição corporal		Diferencial (%)
	Sem recuperação ₍₁₂₎	Com recuperação ₍₁₂₎	
Peso ao desmame (kg)	49,41 \pm 5,87	48,01 \pm 6,64	ns
Peso de abate (kg)	48,88 \pm 6,29	50,64 \pm 7,03	+ 3,6 **
Peso de carcaça quente (kg)	21,27 \pm 3,16	23,69 \pm 3,92	ns
Peso de carcaça fria (kg)	19,50 \pm 2,65	22,64 \pm 3,72	+ 13,9 **
Perda por resfriamento (%)	8,32 \pm 1,82	4,43 \pm 0,40	- 3,8 **
Rendimento de carcaça fria (%)	39,89 \pm 1,16	44,71 \pm 1,53	+ 4,8 **
Peso da meia carcaça (kg)	10,24 \pm 1,57	10,89 \pm 1,86	ns
Proporção de traseiro (%)	31,48 \pm 0,48	32,95 \pm 0,55	ns
Proporção de dianteiro (%)	39,45 \pm 2,45	38,15 \pm 2,92	ns
Proporção de costilhar (%)	29,06 \pm 1,63	28,90 \pm 2,82	ns
Profundidade do lombo [#] (cm)	4,08 \pm 0,29	4,42 \pm 0,29	+ 8,3 *
Peso total de lombo [#] (kg)	0,57 \pm 0,09	0,71 \pm 0,19	+ 24,6 *
Espessura da gordura subcutânea (mm)	1,38 \pm 0,48	2,04 \pm 0,54	+ 47,8 *
Peso de gordura perirenal e pélvica (g)	455 \pm 213	770 \pm 385	+ 69,2 **

[#] Músculo *Longissimus dorsi*

(n) - número de repetições.

Valores seguidos de letras diferentes nas linhas indicam diferenças significativas (p<0,05* - p<0,01**)

O período de recuperação da CC após o desmame possibilitou às ovelhas a recuperação de peso (p<0,01), com um diferencial de 3,60% em relação àquelas sem recuperação. O efeito da recuperação da CC ficou mais evidente no rendimento de carcaça, onde se verificou aumento (p<0,01) de 4,82% a mais em relação às carcaças da CC magra, com valores de RCF de 39,89 e 44,71% respectivamente.

Esse ganho é explicado pela maior deposição de gordura nas carcaças dos animais com recuperação da CC, evidenciada pela maior GSC e pela maior deposição de GPR, como também pela menor PR, com valores de 8,14% e 4,42% para carcaças sem e com recuperação da CC respectivamente.

PINHEIRO et al. (2007) encontraram, em capões e ovelhas de descarte, média de 46,48% para RCF, valor superior aos observados neste trabalho. Observaram ainda menor valor de PR, de 2,35%. Valores próximos aos citados por PELEGRINO et al. (2008), trabalhando com ovelhas com CC próxima a 2 (magras), que observaram valores de RCF entre 44,1 e 45,5%, também superiores aos deste trabalho, o que pode ser justificado pelo fato dos animais desses estudos não terem passado por processo de amamentação recente, apresentando portanto, menor desgaste, além de terem sido mantidos em regime alimentar de engorda. Os valores citados de PR, entre 3,0 e 3,1% são baixos e típicos de carcaças com boa cobertura de gordura.

As carcaças de animais submetidos à recuperação da CC apresentaram maior GSC ($p < 0,05$), com valores de 2,04 mm, em comparação às carcaças das ovelhas abatidas logo após o desmame, com camada de GSC de 1,38 mm. Também a deposição de GPR foi maior nas carcaças dos animais com recuperação da CC ($p < 0,01$), com valores de 770 g, em comparação a 455 g das carcaças daqueles sem recuperação da CC.

PINHEIRO et al (2007) ofereceram dietas de engorda para capões e ovelhas de descarte e encontraram valor médio de RCF de 46,5%. Já RODA et al. (1998) abateram ovelhas Suffolk logo após o desmame ou após período de 30 dias recuperação e observaram, respectivamente, valores de RCF de 40,4 e 42,9%. Os valores observados pelos autores apresentam a mesma tendência de variação observada neste trabalho, todavia

com um menor diferencial de aumento, provavelmente em razão do menor período de recuperação (30 dias) que o deste experimento, entre 35 a 45 dias.

Esses mesmos autores observaram valores maiores também para a GSC para as carcaças dos animais com recuperação da CC em relação àquelas de ovelhas sem recuperação, tendência semelhante à deste experimento, com valores de 2,2 e 3,3 mm, respectivamente. Essa maior grandeza de valores provavelmente seja função de trabalharem com ovelhas Suffolk, raça com maior potencial para ganho de peso e deposição de gordura que a raça Santa Inês.

Outro fator determinante do maior RCF dos animais com recuperação da CC foi o aumento da proporção de músculos, evidenciado pelo maior PTL ($p < 0,05$) e maior PL ($p < 0,05$), com aumentos de 24,6% e 8,3% respectivamente, nas carcaças dos animais com recuperação da CC, em relação àquelas de ovelhas sem recuperação. Nesse aspecto os dados deste trabalho diferem daqueles observados por RODA et al. (1998), onde os animais abatidos imediatamente após o desmame apresentaram maior proporção de músculos na carcaça que aqueles com período de recuperação, com valores de 57,0 e 54,4%, respectivamente.

A recuperação da CC não alterou a proporção entre os cortes primários da carcaça, com valores de 31,48 e 32,95% para o traseiro; de 39,45 e 38,15% para dianteiro e 29,06 e 28,90% para costilhar, respectivamente para animais sem e com recuperação da CC.

RODA et al. (1998) também não observaram alterações na proporção de cortes primários da carcaça em razão da CC, todavia obtiveram proporções diferentes entre os cortes, com valores de 43,8 e 43,6% para o traseiro; de 36,5 e 37,5 para dianteiro e 17,7 e 17,5 para costilhar, respectivamente para animais sem e com recuperação da CC.

Também nesse aspecto verifica-se a diferença de valores em razão da raça trabalhada em cada estudo, determinando a proporção entre corte, com a raça Suffolk, especializada para corte, mostrando maior proporção de traseiro e menor de costilhar em relação à Santa Inês.

Os valores da temperatura da carcaça, tomados após o abate e depois de 6, 12 e 24 hs. são apresentados na tabela 2 e evidenciam que a recuperação da CC e o processo de EE não afetaram ($p>0,05$) a variação da temperatura das carcaças.

Tabela 2. Médias e desvio padrão da temperatura da carcaça, medida no músculo *semimembranosus*, de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade, descartadas para abate imediatamente após o desmame ou após período de recuperação da condição corporal, com ou sem estimulação elétrica de baixa voltagem.

Condição corporal	Estimulação elétrica	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			
		Abate	6 horas	12 horas	24 horas
Magras ⁽¹²⁾	Não ⁽⁶⁾	38,10 \pm 0,73	14,30 \pm 1,89	2,27 \pm 0,16	1,47 \pm 0,18
	Sim ⁽⁶⁾	39,70 \pm 0,88	12,80 \pm 1,31	2,25 \pm 0,34	1,72 \pm 0,33
Gordas ⁽¹²⁾	Não ⁽⁶⁾	38,25 \pm 1,54	14,83 \pm 4,36	2,60 \pm 0,54	1,57 \pm 0,48
	Sim ⁽⁶⁾	39,97 \pm 0,66	14,20 \pm 3,97	2,73 \pm 0,89	1,98 \pm 0,87

(n) - número de repetições.

Média \pm desvio padrão

O declínio da temperatura das carcaças, durante o resfriamento, ocorreram dentro dos padrões normais de conversão do músculo em carne, ou seja, a temperatura variou de 38,10 a 39,97 $^{\circ}\text{C}$ no tempo de 15 min. após a sangria e 1,47 a 1,98 $^{\circ}\text{C}$ com 24 hs. após o abate.

Observou-se que a recuperação da CC e o diferencial de peso de abate e da GSC das ovelhas não foram suficientes para resultar em menor perda de calor pelas carcaças, ao contrário do citado por BONAGURIO et al. (2003), que observaram que a velocidade na queda da temperatura muscular foi maior em animais de menor peso. A explicação para a queda rápida da temperatura das carcaças, independentemente da CC pode ser o fato de

que a GSC, apesar de 47,8% maior nas ovelhas com melhor CC (2,04 mm x 1,38 mm) não foi suficiente para reduzir de forma significativa a perda de calor das carcaças.

Os dados com o efeito da CC ao abate e da aplicação da EE às carcaças sobre o pH são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Efeito da condição corporal ao abate e da estimulação elétrica (EE) sobre a variação no pH da carcaça, medidos no músculo *semimembranosus*, de ovelhas da raça Santa Inês com \pm 5 anos de idade.

Condição corporal	Estimulação elétrica	pH			
		Abate	6 horas	12 horas	24 horas
Magras ⁽¹²⁾	Não ⁽⁶⁾	6,82 \pm 0,21 aA	6,15 \pm 0,20 aB	6,05 \pm 0,16 aC	5,96 \pm 0,11 aC
	Sim ⁽⁶⁾	6,50 \pm 0,37 bA	5,98 \pm 0,18 bB	5,88 \pm 0,09 bC	5,78 \pm 0,09 bD
Gordas ⁽¹²⁾	Não ⁽⁶⁾	6,85 \pm 0,21 aA	6,39 \pm 0,18 aB	6,27 \pm 0,43 aB	5,85 \pm 0,15 aC
	Sim ⁽⁶⁾	6,59 \pm 0,16 bA	5,91 \pm 0,10 bB	5,84 \pm 0,10 bBC	5,76 \pm 0,04 bC

(n) - número de repetições.

Média \pm desvio padrão

Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna e maiúsculas distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,01$)

A recuperação da CC também não afetou ($p > 0,05$) o pH da carne das ovelhas em qualquer dos horários de avaliação, todavia a EE da carcaça se mostrou bastante efetiva na aceleração da queda do pH da carcaça, evidenciando redução significativa ($p < 0,01$) já na primeira avaliação, 15 min. após o abate.

Os valores iniciais de pH encontrados, entre 6,50 e 6,85, estão dentro do intervalo esperado para ovinos, sendo semelhantes aos observados por BONACINA et al. (2007), entre 6,60 e 6,73, em cordeiros castrados, abatidos com CC entre 2,5 e 3. Também se aproximaram dos obtidos por RODRIGUES et al. (2008), variando de 6,67 a 6,83. Todavia foram inferiores aos observados por BONAGURIO et al. (2003), de 6,84 a 7,14, também em cordeiros e bem superiores aos observados por RODA et al. (1998), de 6,26 e 6,12, em ovelhas Suffolk abatidas imediatamente após o desmame ou após período de recuperação da CC, respectivamente.

Os valores finais de pH, medidos 24 hs. após a sangria, variaram entre 5,85 e 5,96 para as carcaças sem EE, sendo superiores aos citados por PARDI et al. (2001), de 5,5 a 5,8 para carne de animais de abate, em condições adequadas evidenciando que o abate de animais de descarte por idade, sem recuperação CC e sem a utilização de processos como a ES pode resultar em carne com maior pH e, conseqüentemente com qualidade inferior. Todavia, para as carcaças submetidas à EE, foram observados valores finais de pH entre 5,76 a 5,78, dentro dos valores considerados como adequados.

RODA et al. (1998), com 48 hs após abate, observaram valor de pH de 5,97 em ovelhas abatidas imediatamente após o desmame, e de 5,64 para aquelas abatidas após período de recuperação da CC. Esses valores são inferiores aos obtidos neste trabalho com carcaças sem EE e se aproximam daqueles obtidos nas carcaças de animais com recuperação da CC e com EE, corroborando as observações deste trabalho, mesmo com animais de menor peso e de raça com menor potencial para corte.

Por outro lado, os valores observados superam os citados por OLIVEIRA et al. (2004) de 5,61 e 5,68 em cordeiros e carneiros respectivamente; por BONACINA et al. (2007), entre 5,42 e 5,50 em cordeiros e também por ZEOLA et al. (2005) entre 5,52 e 5,54, em ovelhas. Todavia, estão dentro da faixa de pH considerada adequada por PARDI et al. (2001) e se aproximam dos citados por BONAGURIO et al. (2003), entre 5,59 e 5,77, em cordeiros e também aos observados por ZEOLA et al. (2006) em cordeiros, entre 5,73 e 5,93.

A observação desses dados mostra que, mesmo apresentando uma CC inferior, as ovelhas abatidas imediatamente após o desmame reuniam condições orgânicas mínimas e reservas suficientes de glicogênio para que ocorresse a queda do pH após o abate a níveis inferiores a seis, desde que submetidas à EE.

Os dados obtidos são evidência de que a aplicação do processo de EE foi favorável, não só com relação ao nível de declínio do valor do pH, mas também com a velocidade desse processo, visto que as carcaças estimuladas atingiram valores de pH inferior a seis (5,91 a 5,98) já na segunda avaliação, com seis hs. após o abate e com as carcaças com temperatura entre 12,80 e 14,20 °C, confirmando o efeito acelerador da EE sobre o processo de glicólise.

Essa maior velocidade na queda do pH é fator importante para a qualidade da carne, seja por reduzir o período de resolução do *rigor mortis*, possibilitando que a rigidez muscular ocorra enquanto a carcaça ainda está quente, reduzindo a possibilidade de ocorrência do encurtamento pelo frio, ou “*cold-shorting*”, mesmo em situações de refrigeração rápida (PARDI et al., 2001), fato bastante comum no caso de carcaças de animais de pequeno porte, como os ovinos, tanto pela pequena massa muscular, como também pela inexistência de proteção física devido a ausência da GSC.

Já as carcaças não estimuladas somente atingiram valor de pH inferior a 6,0 com 24 hs. após o abate, com a temperatura inferior a 2 °C, aumentando a possibilidade de ocorrência do encurtamento pelo frio.

GEESINK et al. (2001) estudaram o efeito da estimulação elétrica de alta voltagem (1130 V, 14.3 Hz, 90 s). em carcaças de ovinos com 12 meses de idade e também observaram aceleração do declínio do pH nas carcaças eletricamente estimuladas, que apresentaram pH de 5,87 com 3 hs. após o abate, com temperatura de 21,4 °C, enquanto as carcaças não estimuladas apresentaram pH de 5,88 com 24 hs. após o abate, com temperaturas das carcaças de 1 °C.

Os resultados obtidos neste trabalho, com relação à EE da carcaça de ovelhas, evidenciam a eficiência desse processo, mesmo com a utilização de corrente elétrica de

baixa voltagem, sendo importante lembrar que a aceleração da queda do pH tem ainda o efeito positivo de garantir condições menos favoráveis ao desenvolvimento microbiano e, de acordo com YOUNG et al. (2004), entre os parâmetros normalmente utilizados na avaliação da qualidade da carne o pH final é de grande relevância, pois muitas características desejáveis da carne dependem do seu valor. Além disso, valores de pH normais, sugerem que outros parâmetros indicadores de qualidade, como capacidade de retenção de água, cor e textura ou maciez apresentam bons resultados.

Conclusões

A recuperação da condição corporal e a estimulação elétrica da carcaça de ovelhas Santa Inês descartadas por idade e abatidas depois de período de recuperação após desmame, aumenta o rendimento, melhora as características da carcaça e acelera o declínio do pH da carne, resultando em condições adequadas para a conversão do músculo em carne.

A adoção desses procedimentos pode resultar em maiores ganhos para o produtor e maior qualidade e aceitação do produto pelo consumidor.

Referências

BONACINA, M.; OSÓRIO, M.T.; OSÓRIO, J.C.; HASHIMOTO, J.H.; GONÇALVES, M.; PRADIÉE, J.; MENDONÇA, G. **Qualidade instrumental da carne de cordeiros terminados em diferentes sistemas de produção**. XVI CIC – Congresso de Iniciação Científica. Anais. 27 a 29 de Novembro de 2007. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, RS. 2007.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; GARCIA, I.F.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6 (Supl. 2), p.1981-1991. 2003.

BONFIM, L.M. **A estimulação elétrica de carcaças e seus efeitos sobre a qualidade da carne**. REHAGRO – Recursos Humanos no Agronegócio – Publicações. 2004. Disponível em <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=524>>. Acessado em 18/02/2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei no 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA**. Brasília (DF). 204p. 1997.

BYRNE, C. E.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. Longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. **Meat Science**, v. 54, p. 23-34, 2000.

CARDOSO, S. **Estimulação elétrica, tipo de desossa e de taxas de resfriamento da carne bovina (*MM. Longissimus lumborum e semitendinosus*): efeitos em características físicas, físico-químicas, sensoriais e bacteriológicas**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP. 2005. (Tese) 151 p.

CUNHA, E. A.; BUENO, M.S.; RODRIGUES C.F.C.; SANTOS, L.E.; LEINZ, F.F.; RIBEIRO, S.D. A.; RIBEIRO, A. M. C. Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa (SP), v. 54, n. 2, p. 61-67, 1997.

CUNHA, E. A.; COSTA, R.L.D.; LIMA, J.A.; SANTOS, L.E.; BUENO, M.S. **Estrutura de produção e técnicas criatórias: Instalações e manejo animal**. IN: Simpósio IZ/FEINCO 2007 de Ovinocultura, São Paulo, SP, 14 a 16 de março de 2007. Anais. São Paulo, Instituto de Zootecnia, 2007. CDD 636.308. 2007. CD-ROM.

CUNHA, E. A.; SANTOS, L.E.; BUENO, M.S.; VERÍSSIMO, C.J. ;KATIKI, L. M. **Produção de carne ovina: Realidade e perspectivas**. In: Atualidades na produção de ovinos de corte. 1 ed. Nova Odessa (SP): Instituto de Zootecnia, v. 1, p. 1-20, 2008.

ENSMINGER, M.E. **Producción ovina**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973. 545p.

FELÍCIO, E.P. **Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) Produção do novilho de corte. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários “Luis de Queiroz” - FEALQ, 1997, p. 79-97.

GEESINK, G.H.; MAREKO, M.H.D.; MORTON, J.D.; R. BICKERSTAFFE Effects of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb *m. longissimus*. **Meat Science**, v. 57, n.3, p. 265-271, 2001

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Albino Luchiari Filho. 1.ed. São Paulo. 2000. 134 p.

OLIVEIRA, I; SILVA, T.J.P.; FREITAS, M.Q.; TORTELLY, R. e PAULINO, F.O. Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 32, n.1, p. 25-31, Porto Alegre, RS. 2004.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. 623 p.

PELEGRINI, L.F.V.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; BOLZAN, A.M.S.; SILVA, G.C.F. Características de carcaça de ovelhas de descarte das raças Ideal e Texel terminadas em dois sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2024-2030. 2008

PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; YAMAMOTO, S.M.; BARBOSA, J.C. Composição tecidual dos cortes da carcaça de ovinos jovens e adultos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.565-571. 2007.

PINO, F. A.; FRANCISCO, V. L.F. S.; TORRES, A. J.; LORENA NETO, B.; CASER, D. V.; BIRAL, M. A. M. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo – Projeto LUPA, 1995-96**: ed. revista e ampliada [CD-ROM]. São Paulo (SP), IEA/CATI/SAA, 2000.

RIBEIRO, L.A.O.; FONTANA, C.S.; WALD, V.B.; GREGORY, R.M.; MATTOS, R.C. Relação entre a condição corporal e a idade das ovelhas no encarneamento com a prenhez. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.357-361, 2003.

RITCHIE, H. **Beef quality: what is it? How to produce it**. Department of Animal Science. Michigan State University, East Lansing, Michigan. 2000. Disponível em: <<https://www.msu.edu/~ritchih/papers/beefquality.ppt>>. Acessado em: 23/10/2008.

RODA, D.S.; CUNHA, E. A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E.; OTSUK, I.P. **Características de carcaças de ovelhas da raça Suffolk**. In: Reunião Anual da Sociedade

Brasileira de Zootecnia (35). Botucatu. Anais. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. v.3, p.79-81. 1998.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; URANO, F.S.; C.J.C.CASTILLO Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa (MG), vol.37, n.10, p. 1869-1875. 2008

SANTOS, L.E.; BUENO, M.S.; CUNHA, E.A. **Produção de carne ovina: rendimento de carcaça, cortes comerciais e qualidade de carne**. In: Simpósio IZ/FEINCO 2007 de Ovinocultura, São Paulo, SP, 14 a 16 de março de 2007. Anais. São Paulo. Instituto de Zootecnia, 2007. CDD 636.308. 2007. CD-ROM

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS Institute INC. SAS/STAT. **User's Guide: stat**. Release 8.1 Edition. Cary, 2001, 1292 p.

YOUNG, O.A.; WETB, J.; HARTC, A.L. A method for early determination of meat ultimate pH. **Meat Science**, v.66, p.493-498, 2004.

ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; PELICANO, E.R.L.; LEONEL, F.R.; LIMA, T.M.A.. Avaliação da injeção de cloreto de cálcio nos parâmetros qualitativos da carne de ovelha. **Revista Brasileira de Agrocência**, v.11, n. 3, p.361-364, 2005.

ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; PELICANO, E.R.L. Parâmetros de qualidade da carne de cordeiros submetida aos processos de maturação e injeção de cloreto de cálcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1558-1564, 2006.

3.2 SEGUNDO TRABALHO: Efeito da recuperação da condição corporal, a estimulação elétrica da carcaça e a maturação da carne na melhoria nas características do lombo de ovelhas Santa Inês.

Efeito da recuperação da condição corporal, da estimulação elétrica da carcaça e da maturação da carne na melhoria das características do lombo de ovelhas Santa Inês.

The effect of the recovery of body condition, the electrical stimulation of the carcass and the meat maturation as factors of improvement in the characteristics of the loin muscle of Santa Inês ewes.

Luiz Eduardo dos Santos¹; Teófilo José Pimentel da Silva²; Mônica Queiroz de Freitas²; Eduardo Antonio da Cunha¹; Márcia Mayumi Harada Haguiwara³

RESUMO

Estudou-se o efeito da recuperação da condição corporal (CC), da estimulação elétrica (EE) e da maturação (M) sobre as características da carne de ovelhas Santa Inês, abatidas imediatamente após o desmame ou após período de recuperação da CC. Avaliou-se a temperatura e pH da carcaça; a força de cisalhamento (FC); a perda por cocção (PC) e os parâmetros de cor (L*, a* e b*) e foi realizada a avaliação sensorial da maciez do músculo *Longissimus dorsi*. Conclui-se que a recuperação da CC não afeta a maciez, todavia altera as características cor da carne, tornando-a mais clara. Os tratamentos aumentaram a maciez, reduzindo a FC em 44 a 45% na carne maturada por 7 dias e em 51 a 59% na carne maturada por 14 dias e na carne não maturada entre 32 a 33%. A EE altera os parâmetros de cor tornando a carne mais clara e a M escurece a carne, acentua a coloração vermelha amarronzada e aumenta as perdas por cocção, que foram de 15,16%; 19,63% e 23,06%, respectivamente para os períodos de 0, 7 e 14 dias de M. A avaliação sensorial para maciez corrobora os dados da avaliação instrumental, que indicaram a efetividade da EE na melhoria da maciez da carne.

Palavras-chave: ovelhas, condição corporal, maciez, cor, análise sensorial.

ABSTRACT

Were studied the effects of body condition (BC) recovery, the electrical stimulation (ES) of carcass and the aging time (AT) on the loin muscle characteristics of Santa Ines ewes (\pm 5 years old), slaughtered immediately after weaning or after a BC recovery period. Were evaluated the temperature and pH of carcass, the shear force (SF), cooking loss (CL), meat color (L*, a*, b*) and sensory characteristics of the *Longissimus dorsi* muscle. It is concluded that the BC recovery does not affect the tenderness but can changes the color characteristics of the meat, making it lighter. The treatments increase the tenderness, reducing SF in 44 - 45% for 7 days aged meat and in 51 - 59% for the 14 days aged meats and from 32 to 33% in not aged meat, showing that the combination of treatments is more effective than its application alone. Electrical stimulation affects the color parameters, making the meat lighter. AT darkens and accentuates the brownish red color of meat and increases the cooking losses, which were 15.16%, 19.63% and 23.06% respectively for AT periods of 0, 7 and 14 days. The sensory evaluation for tenderness corroborates the findings of the instrumental evaluation, which confirms the effectiveness of EE in improving meat tenderness.

Key words: ewes: body condition recovery, tenderness, color, sensory analysis.

¹Instituto de Zootecnia - IZ/APTA/SAA, Nova Odessa (SP) - lesantos@iz.sp.gov.br

² Faculdade de Veterinária - Universidade Federal Fluminense/UFF, Niterói (RJ)

³ Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL/APTA/SAA, Campinas (SP)

INTRODUÇÃO

Nos sistemas intensivos de produção as ovelhas são descartadas a partir dos cinco ou seis anos de idade, com a diminuição da eficiência reprodutiva, sendo comercializadas para abate imediatamente após o desmame das crias (CUNHA et al., 2007).

A qualidade da carne desse tipo de animal é inferior, pois as ovelhas chegam ao abate magras, sem reservas orgânicas e em condições corporais inferiores, devido ao desgaste natural do processo de amamentação. A qualidade dessa carne é baixa, caracterizando-se por uma coloração escura, com baixo índice de gordura e menor maciez e palatabilidade, resultando em menor valorização no mercado e baixa aceitação pelo consumidor (RODA et al., 1998).

A recuperação prévia da condição corporal dos animais no pré-abate, através da alimentação intensiva no pós-desmame, pode ser uma alternativa interessante para o aumento do rendimento e maior valorização da carne desse tipo de animal (RODA et al., 1998).

Outros procedimentos podem ser adotados no pós-abate visando melhorar as características sensoriais da carne, entre eles podem ser citados a estimulação elétrica da carcaça e a maturação da carne. A estimulação elétrica da carcaça consiste na aplicação de corrente elétrica ao corpo dos animais, visando acelerar o processo da glicólise e, conseqüentemente, a queda do pH, reduzindo o período de instalação do *rigor mortis*, acentuando a ruptura física da matriz miofibrilar, melhorando a maciez e a coloração da carne (LUCHIARI FILHO, 2000; PARDI et al., 2001).

A maturação consiste na manutenção da carne, após a resolução do processo de *rigor mortis*, em condições de vácuo e sob refrigeração, com temperatura em torno de 0°C, por um determinado período de tempo após o abate, entre 7 a 28 dias (FELÍCIO, 1997).

O amaciamento natural da carne em condições refrigeradas decorre da ação do sistema das calpaínas, enzimas proteolíticas ativadas pelo cálcio, que promovem a hidrólise de proteínas miofibrilares provocando o enfraquecimento das estruturas filamentosas que ligam as miofibrilas ao sarcolema e ligações intermiofibrilares, além dos filamentos responsáveis pela integridade estrutural dos sarcômeros (ROBSON et al, 1984).

A melhora do rendimento e características da carcaça e na qualidade da carne de ovelhas de descarte, resultando no aumento da produtividade e na agregação de valor a esse produto, representa uma contribuição importante para a viabilização sócio-econômica das pequenas e médias propriedades rurais envolvidas na atividade ovinícola, principalmente aquelas de caráter familiar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da recuperação da condição corporal de ovelhas de descarte destinadas ao abate, o efeito da estimulação elétrica da carcaça e da maturação da carne, como forma de melhorar o rendimento e características de carcaça e a qualidade da carne dessa categoria.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 24 ovelhas, imediatamente após o desmame das crias, uniformes em relação a peso e condição corporal (CC), com “score” entre 1,5 e 2 (magras) (RIBEIRO et al., 2003).

As ovelhas foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado, sendo que metade dos animais foi encaminhada direto ao abate, enquanto as demais foram mantidas em pastagens de capim Aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana), em manejo rotacionado, com suplementação diária de mistura volumosa de 70% de capim Guaçu (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu) e 30% “rolão de milho” (74,2% MS, 69,3% NDT e 3,9% PB), por 35 a 45 dias pós-desmame até recuperarem a CC, com escore entre três e quatro,

consideradas gordas (ibid), quando então foram submetidos a jejum de 24 hs. e abatidos segundo as normas do Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1997).

Imediatamente após a sangria, em sequência aleatória, metade dos animais de cada CC foi submetida, de forma intercalada, ao processo de estimulação elétrica (EE) de baixa voltagem, utilizando-se um estimulador elétrico Jarvis, modelo BV80. Cada carcaça foi estimulada por 17 segundos, alternando-se pulsos de 5 s. de estimulação e 1 s. sem estimulação, utilizando corrente elétrica de 21 V, 60 Hz e 13 mA.

Após o abate, foi medida a temperatura e o pH no músculo da perna (*semimembranosus*), com uso de potenciômetro portátil (HANNA Instruments Inc.), com eletrodo de penetração combinado com termo-par (T 0 e pH 0 h). As carcaças foram resfriadas à temperatura de $\pm 5^{\circ}\text{C}$, por 6 hs., sendo posteriormente a temperatura da câmara diminuída para $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Durante esse período, nos tempos de 6, 12 e 24 hs. após sangria, foram determinadas a temperatura e o pH *post mortem* (T e pH 6, 12 e 24h) no músculo *Semimembranosus*.

As carcaças foram cortadas ao meio e de cada $\frac{1}{2}$ carcaça (esquerda e direita) foi retirado o lombo (*Longissimus dorsi*), compondo uma amostra (2 músculos), referente a cada animal, utilizada nas determinações de força de cisalhamento (FC), perda por cocção (PC), parâmetros de cor de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$ e avaliação sensorial de maciez.

As amostras de lombo foram divididas em três sub-amostras, embaladas e destinadas, aleatoriamente, a três períodos (0, 7 e 14 dias) de maturação (M), sendo estocadas em câmara fria ($\pm 1^{\circ}\text{C}$). As sub-amostras destinadas à M (7 e 14 dias) foram embaladas a vácuo em embalagem apropriada e as destinadas ao tempo 0 de M embaladas em saco de polietileno, sem vácuo. Após 48 hs. do abate as amostras de carne não

maturadas foram analisadas para FC, PC, parâmetros de cor e posteriormente avaliadas sensorialmente para maciez. As demais amostras foram analisadas após 7 e 14 dias de M.

Em cada sequência de análise, as sub-amostras de carne eram divididas em 3 porções (aproximadamente 3,0 x 3,0 x 2,0 cm), pesadas, assadas em forno pré-aquecido a 170 °C, até que a temperatura no centro da amostra, monitorada através de termômetro digital (Delta OHM, modelo HD9218), atingisse 70 °C e depois resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. As perdas durante a cocção foram expressas em porcentagem. Para efeito de análise estatística foi considerado o valor médio obtido das três porções.

Posteriormente, de cada porção foram retiradas duas novas sub-amostras para avaliação da maciez através da medida da FC em um aparelho texturômetro equipado com o dispositivo Warner-Bratzler Shear Force (WBSF). Essas sub-amostras eram compostas por cilindros de carne cozida retirados, no sentido do comprimento das fibras, com auxílio de um vazador de 1,27 cm de diâmetro. Para efeito de análise estatística foi considerado o valor médio obtido de quatro amostras, desprezando-se os dois valores extremos.

A avaliação dos parâmetros de cor da carne foi feita através do sistema CIE L*a*b*, considerando-se a média do valor de 3 leituras em pontos distintos, efetuadas em 3 sub-amostras retiradas de cada amostra do músculo, utilizando-se um colorímetro Minolta (Chroma Meter Model CR-300).

A avaliação sensorial com amostras do lombo foi conduzida após o abate (sem M) e após cada período (7 e 14 dias) de M, procedidas pelo teste Duo-trio, agrupando-se as amostras de carne com relação ao tratamento com ou sem estímulo elétrico na carcaça.

Em cada fase da avaliação foi utilizado um número variado de avaliadores não treinados, obtendo-se: 70 respostas para amostras de carne não maturada; 34 respostas para carne maturada por 7 dias e 32 respostas para carne maturada por 14 dias. Antes de cada seção de teste os avaliadores foram instruídos sobre os procedimentos do teste e orientados

no sentido de avaliar exclusivamente a maciez das amostras de carne, que eram provenientes da carne utilizada na avaliação da PC, sendo constituídas de pedaços regulares de carne, com aproximadamente 3 cm de lado, oferecidas à temperatura de aproximadamente 45 °C.

Os dados de FC, PC e parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2X2X3 (CC x EE x M), usando o PROC GLM do software SAS (SAS, 2001).

Para análise dos dados da avaliação sensorial da maciez considerou-se o número de respostas corretas, conforme a tabela de número mínimo de seleções corretas para diferença significativa para Teste duo-trio (ROESSLER et al, 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O declínio da temperatura e do pH das carcaças, durante o resfriamento, ocorreram dentro dos padrões normais de conversão do músculo em carne, com a temperatura variando de 38,10 a 39,95 °C com 15 min. após a sangria e de 1,47 a 1,96 °C com 24 hs. após o abate, enquanto o pH variou entre 6,50 a 6,85 após o abate e entre 5,76 e 5,96 após 24 hs do abate.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de FC e PC.

A análise estatística dos valores de FC observados para as amostras do lombo (Tabela 1), não evidenciou diferenças ($p>0,05$) para FC da carne proveniente das ovelhas em função da CC, todavia observou-se efeito ($p<0,05$) para os processos de EE e M. O efeito isolado da EE sobre a redução da FC da carne foi mais evidente na carne maturada com diminuição nos valores de 44 a 45% na carne com 7 dias de M e de 51 a 59% com 14 dias de M, em relação à carne não maturada, que teve índices de redução de 32 a 33%, indicando que a M mostrou-se mais efetiva que a EE na redução da FC. Todavia a

associação dos procedimentos mostrou-se mais eficiente que os procedimentos aplicados isoladamente.

Tabela 1 - Medidas da força de cisalhamento (FC) e da perda de peso por cocção (PC) do lombo (*Longissimus dorsi*) de ovelhas da raça “Santa Inês”, sob efeito da condição corporal (CC), da estimulação elétrica da carcaça (EE) e do período de maturação.

Variável	CC	EE	Período de maturação		
			0 dias	7 dias	14 dias
FC (kgF cm ⁻¹)	Magras (12)	Sem ⁽⁶⁾	3,62 ± 0,37 (0%) A a	2,33 ± 0,18 (36%) B a	2,10 ± 0,12 (42%) B a
		Com ⁽⁶⁾	2,44 ± 0,31 (33%) A b	2,02 ± 0,06 (44%) B b	1,79 ± 0,15 (51%) B b
	Gordas (12)	Sem ⁽⁶⁾	3,32 ± 0,09 (8%) A a	2,31 ± 0,17 (36%) B a	2,18 ± 0,19 (40%) B a
		Com ⁽⁶⁾	2,47 ± 0,36 (32%) A b	2,00 ± 0,09 (45%) B b	1,50 ± 0,27 (59%) C c
PC (%)	Magras (12)	Sem ⁽⁶⁾	18,1 ± 6,93 A a	20,6 ± 8,82 A a	26,0 ± 4,70 B a
		Com ⁽⁶⁾	16,2 ± 0,88 A a	20,0 ± 3,81 A a	24,4 ± 6,56 B a
	Gordas (12)	Sem ⁽⁶⁾	13,6 ± 6,90 A b	18,8 ± 5,75 B b	20,8 ± 6,16 B b
		Com ⁽⁶⁾	12,8 ± 6,39 A b	19,1 ± 3,48 B b	21,2 ± 6,92 B b

(n) - número de repetições

(±) - Desvio padrão

(%) - percentual de redução da FC em relação ao tratamento testemunha (carcaças magras x sem EE x sem M).

Para cada variável, valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna e maiúsculas distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey.

Os resultados deste trabalho estão em concordância com SORIA; CORVA (2004), que observaram resultados positivos no uso da EE e indicam o processo para a carne de animais velhos, visando a redução na variação da maciez devido aos efeitos da idade. Também estão em concordância com ZEOLA et al. (2006), que encontraram valores de FC de 3,03; 2,81 e 1,79 kgF cm⁻¹, para 0, 7 e 14 dias de maturação.

De acordo com POLIDORI & FANTUZ (2003), entre os vários métodos destinados a aumentar a maciez da carne ovina, a M por períodos entre 7 e 10 dias é o mais eficiente, todavia a utilização de outros processos como a EE da carcaça e a injeção de solução de CaCl₂ podem potencializar o efeito amaciante do processo de maturação.

A análise estatística dos valores de PC da carne (Tabela 1) observados para as amostras do lombo evidenciou efeito da CC (p<0,05) e da M (p<0,01), não havendo efeito da EE (p>0,05). O efeito isolado da recuperação da CC apresentou valores médios de PC de 20,88% para a CC inferior (magras) e de 17,69% para a CC superior (gordas), uma vez

que quanto maior o teor de gordura, menor é a PC, conforme descrevem SANUDO et al.(1997). A menor PC observada na carne dos animais com recuperação da CC, e portanto mais pesados que aqueles sem recuperação, estão de acordo com BONAGURIO et al. (2003) e PINHEIRO et al.(2009). que citam que a PC diminui com aumento do peso.

O processo de M também teve efeito ($p < 0,01$) sobre a PC, com as amostras de carne maturada apresentando maior proporção de perda que as não maturadas, todavia não houve diferença entre 7 e 14 dias de M. Os valores de PC em função da M foram de 15,16%; 19,63% e 23,06% respectivamente para os períodos de 0, 7 e 14 dias de M.

A maior PC das carnes maturadas pode ser em parte explicada pela diminuição da capacidade de retenção de água (CRA) das fibras musculares em razão da desestruturação da matriz protéica observada na carne em função da atividade enzimática natural, que é potencializada pelo processo de M (BRESSAN et al., 2001).

Na Tabela 2 são apresentados os dados de parâmetros de cor.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros de cor (CIE L*a*b*) do lombo (*Longissimus dorsi*) de ovelhas da raça Santa Inês com ± 5 anos de idade, sob efeito da condição corporal (CC), da estimulação elétrica da carcaça (EE) e do período de maturação (M).

Condição corporal	Estimulação elétrica	Período de Maturação	Parâmetros de cor (CIE L* a* b*) do lombo **		
			L*	a*	b*
Magra ⁽¹²⁾	Não ⁽⁶⁾	0 dias ⁽⁶⁾	32,48 \pm 2,23 b	14,07 \pm 1,65 a	5,05 \pm 1,05 a
		7 dias ⁽⁶⁾	29,30 \pm 1,93 c	14,16 \pm 1,78 a	6,32 \pm 1,40 b
		14 dias ⁽⁶⁾	27,97 \pm 2,54 d	14,82 \pm 1,40 a	6,33 \pm 1,24 b
	Sim ⁽⁶⁾	0 dias ⁽⁶⁾	33,45 \pm 2,89 a b	13,27 \pm 1,17 a	5,42 \pm 1,20 a
		7 dias ⁽⁶⁾	32,81 \pm 2,61 a	14,12 \pm 1,25 a	6,19 \pm 1,25 b
		14 dias ⁽⁶⁾	29,46 \pm 4,17 c	14,30 \pm 1,82 a	6,69 \pm 2,08 b
Gorda ⁽¹²⁾	Não ⁽⁶⁾	0 dias ⁽⁶⁾	33,98 \pm 2,09 a	13,66 \pm 1,17 a	5,90 \pm 0,91 a
		7 dias ⁽⁶⁾	32,68 \pm 2,10 b	14,01 \pm 1,14 a	6,12 \pm 0,75 b
		14 dias ⁽⁶⁾	31,39 \pm 1,87 b c	14,07 \pm 0,98 a	6,21 \pm 0,51 b
	Sim ⁽⁶⁾	0 dias ⁽⁶⁾	33,45 \pm 3,61 a b	13,63 \pm 2,59 a	5,09 \pm 1,85 a
		7 dias ⁽⁶⁾	32,70 \pm 2,02 b	13,90 \pm 1,13 a	6,35 \pm 1,69 b
		14 dias ⁽⁶⁾	31,80 \pm 2,50 b	14,03 \pm 0,95 a	6,71 \pm 2,05 b

** músculo *Longissimus dorsi*

(\pm) - Desvio padrão

(n) = número de repetições

Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey.

Pela análise dos dados dos parâmetros de cor (Tabela 2) verificou-se que a luminosidade (L^*) foi afetada pela CC ($p < 0,05$) e pela M ($p < 0,01$). A intensidade do amarelo (b^*) foi afetada somente pelo processo de maturação ($p < 0,05$), enquanto a intensidade do vermelho (a^*) não foi afetada ($p > 0,05$) por qualquer dos tratamentos.

Considerando-se o efeito isolado de cada tratamento, verificou-se que a recuperação da CC resultou em carcaças com carne mais clara ($p < 0,05$), com valores médios de L^* de 30,85 para a carne de carcaças de ovelhas sem recuperação da CC e de 32,41 para aquelas com recuperação. Segundo BRESSAN et al.(2001), esse efeito poderia ser explicado pelo maior teor de gordura da carne dos animais em melhores condições de acabamento, resultando em maior reflectância da luz incidente e, conseqüentemente, maiores os valores de L^* . A maior perda de umidade observada nas carcaças das ovelhas sem recuperação da CC também pode explicar a menor reflectância da luz incidente, observada na carne desses animais, resultando em menores índices de luminosidade.

Para a^* e b^* não houve efeito da CC ($P > 0,05$), obtendo-se 14,13 e 13,88 para a^* e 6,06 e 6,01 para b^* , respectivamente para os tratamentos sem e com recuperação da CC.

Com relação à EE da carcaça não se observou efeito ($P > 0,05$) nos parâmetros de cor, com valores médios para L^* , a^* e b^* de 31,04; 14,13 e 5,99 para carcaças não estimuladas e de 32,22; 13,88 e 6,09; para as carcaças com EE, respectivamente.

SIMMONS et al. (2008) citam que a maior perda de sangue durante a sangria em carcaças eletricamente estimuladas resultaria em carne mais claras e com menor intensidade do vermelho (a^*), enquanto que TOOHEY & PEARCE (2008) citam que a EE de carcaças com corrente de baixa voltagem logo após a degola, resulta em aumentos de até 62% na quantidade de sangue drenado, com aumento na qualidade e na aceitação da carne por apresentar uma coloração vermelha menos acentuada.

Como neste estudo foi utilizada a estimulação elétrica de baixa voltagem, com

menor frequência de pulsos de curta duração, não foram observadas diferenças no volume de sangue drenado em relação às carcaças não estimuladas. Isso pode explicar a não observação de diferenças para os parâmetros de cor em função desse tratamento.

A M foi o tratamento que causou maiores alterações ($P < 0,01$) nos parâmetros de cor da carne, com valores médios para L^* , a^* e b^* , respectivamente, de 33,28; 14,30 e 5,38 para amostras sem maturação; de 31,46; 14,05 e 6,25 para amostras maturadas por 7 dias e de 30,15; 13,57 e 6,49 para amostras maturadas por 14 dias.

Observou-se que as amostras maturadas, tanto para 7, como para 14 dias, ficaram mais escuras (menor L^*), não havendo variação para a^* , já as amostras maturadas apresentaram maiores valores de b^* , exibindo coloração vermelha amarronzada, típica de carnes maturadas.

Os valores médios dos parâmetros de cor obtidos neste trabalho para o efeito de M estão dentro dos intervalos citados por SAÑUDO et al. (2000), como normais em ovinos, variando de 30,03 a 49,47 para L^* , de 8,24 a 23,53 para a^* e de 3,38 a 11,10 para b^* .

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise sensorial da carne para a característica de maciez das amostras de lombo agrupadas conforme os tratamentos com e sem EE.

Tabela 3 - Resultados da análise sensorial da maciez (Teste duo-trio), para cada período de maturação, das amostras do músculo *Longissimus dorsi* da carcaça de ovelhas da raça “Santa Inês” com ± 5 anos de idade, em função da estimulação elétrica das carcaças.

Tratamento	Total de respostas	Total de acertos	Total de erros
Carne não maturada	70	45 (64,3%) *	25 (35,7%)
Carne maturada 7 dias	34	20 (58,8%) ns	14 (41,2%)
Carne maturada 14 dias	32	21 (65,6%) ns	11 (34,4%)

Diferenças significativas conforme a tabela de número mínimo de seleções corretas para diferença significativa (ROESSLER et al, 1978). *($p < 0,05$); ns (não significativo – $p > 0,05$)

Conforme a tabela de número mínimo de seleções corretas para diferença significativa (ROESSLER et al., 1978), a avaliação sensorial da maciez para o efeito da EE

na carne não maturada, com 45 acertos em um total de 70 respostas, mostrou diferenças ($p < 0,05$) entre os tratamentos, evidenciando que as amostras diferiam entre si com relação à essa característica.

Verificou-se que das 45 respostas corretas, um total de 40 respostas (57,1%), indicaram a carne de carcaças EE como mais macia, em concordância com DAVEL et al (2003), que verificaram que a EE resultou em maior aceitação da carne de cordeiros.

Já para as amostras de carne maturadas por 7 ou 14 dias, a avaliação sensorial não conseguiu identificar diferenças significativas ($p > 0,05$) em função da EE, concluindo-se que as amostras não diferiam nessa característica. Todavia, 69% das respostas na avaliação de 7 dias de M e 82% para 14 dias de M, informaram que as 2 amostras comparadas eram muito macias, impossibilitando a diferenciação, evidenciando que a maturação tem efeito positivo sobre a maciez percebida sensorialmente, independentemente da EE..

CONCLUSÕES

A estimulação elétrica das carcaças, bem como a maturação da carne alteraram as características da carne de ovelhas, aumentando a maciez, todavia não há vantagens na recuperação da condição corporal das ovelhas após o desmame, com relação à essa característica. A maturação mostrou-se o tratamento mais efetivo no amaciamento da carne, com o período de maturação de 14 dias mostrando-se mais efetivo. O efeito positivo da maturação na maciez da carne foi potencializado pelo processo de estimulação elétrica das carcaças. Os resultados da avaliação sensorial corroboram os observados na avaliação instrumental da maciez, confirmando o efeito positivo da maturação, independentemente da estimulação elétrica, cujo efeito positivo, todavia, fica evidenciado na carne não maturada.

Os efeito positivo dos tratamentos nas características de qualidade da carne ficou evidente quando avaliados isoladamente, todavia, que o efeito da aplicação combinada combinado dos processos é significativamente maior que os efeitos da sua aplicação isolada.

REFERÊNCIAS

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.1981-1991, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei no 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. RIISPOA. Brasília (DF). 204p. 1997.

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.

CUNHA, E. A. et al. **Estrutura de produção e técnicas criatórias: Instalações e manejo animal**. IN: Anais do Simpósio IZ/FEINCO 2007 de Ovinocultura, São Paulo, SP, 14 a 16 de março de 2007. Ed.por Eduardo A. da Cunha, Josiane A. de Lima, Luiz E. dos Santos e Mauro S. Bueno. São Paulo, Instituto de Zootecnia, 2007. CDD 636.308. 2007. CD-ROM.

DAVEL, M. et al. Effect of electrical stimulation of carcasses from Dorper sheep with two permanent incisors on the consumer acceptance of mutton. **South African Journal of Animal Science**, v.33, n. 3, p. 206-212, 2003. Disponível in: <<http://www.sasas.co.za>>. Acessado em 23/03/2009.

FELÍCIO, E. P. **Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina**. In: PEIXOTO, A.M. et al. (Eds.) Produção do novilho de corte. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários “Luis de Queiroz” - FEALQ, 1997, p. 79-97.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Albino Luchiari Filho. 1.ed. São Paulo. 2000. 134 p.

PARDI, M.C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**. 2ed. v.1 Goiânia: Editora UFG, 2001. 623 p.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Características da carcaça e dos não-componentes da carcaça de ovelhas de descarte abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1322-1328, 2009.

POLIDORI, P.; FANTUZ, F. Use of ionic compound infusion to improve meat tenderness: a review. **The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**. v 1, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://jarvm.com>>. Acessado em 006/01/2010.

RIBEIRO, L.A.O. et al. Relação entre a condição corporal e a idade das ovelhas no encarneamento com a prenhez. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.357-361, 2003.

ROBSON, R. M. et al. Role of new cytoskeletal elements in maintenance of muscle integrity. **Journal of Food Biochemistry**, v. 8, p. 1-24. 1984.

RODA, D. S. et al. **Características de carcaças de ovelhas da raça Suffolk**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35). Botucatu. Anais. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. v.3, p.79-81. 1998.

ROESSLER, E.B. et al. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. **Journal of Food Science**, v. 43, p.940-947, 1978.

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

SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v.54, n. 4, p. 339-346. 2000.

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS Institute INC. SAS/STAT. **User's Guide: stat**. Release 8.1 Edition. Cary, 2001, 1292 p.

SIMMONS, N.J. et al. **Reassessing the Principles of Electrical Stimulation**. Carne Technologies Ltd, Cambridge, New Zealand. 2008 Disponível em: <<http://www.meat-ims.org>>. Acessado em 23/04/09.

SORIA, L.A.; CORVA, P.M. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. **Arch. Latinoamericanos Prod. Anim.**, v. 12, n.2, p.73-78. 2004.

TOOHEY, E.; PEARCE, K. **Quality Sheepmeat—electrical stimulation for improved eating quality**. Australian Sheep Industry CRC and Meat and Livestock. (Practical wisdom notes). 2008. 4 p. Disponível em: <<http://www.sheepcrc.org>>. Acessado em 03/05/09.

ZEOLA, N.M.B.L. et al. Parâmetros de qualidade da carne de cordeiros submetida aos processos de maturação e injeção de cloreto de cálcio. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1558-1564, 2006.

3. 3 TERCEIRO TRABALHO: Body condition recovery, carcass electrical stimulation, meat aging and treatment with calcium chloride on meat characteristics of ewes, discarded by age.

Body condition recovery, carcass electrical stimulation, meat aging and treatment with calcium chloride on ewes meat characteristics.

Recuperação da condição corporal, da estimulação elétrica da carcaça, da maturação e do tratamento da carne com cloreto de cálcio, sobre as características da carne de ovelhas.

Luiz Eduardo dos Santos⁴; Teófilo José Pimentel da Silva⁵; Mônica Queiroz de Freitas²; Eduardo Antonio da Cunha¹; Márcia Mayumi Harada Haguiwara⁶

ABSTRACT

Were studied the effects of body condition (BC) recovery, the electrical stimulation (ES) of carcass, the aging time (AT) and the effects of calcium chloride injection on meat characteristics of Santa Ines ewes (± 5 years old), slaughtered immediately after weaning or after a BC recovery period. Were evaluated the temperature and pH of carcass, the shear force (SF), cooking loss (CL), meat color (L^* , a^* , b^*) and sensory characteristics. BC recovery improves meat tenderness in 8% and their sensory characteristics. ES increases tenderness in about 24% and does not change the others parameters. The AT increases the tenderness between 18 and 26% (7 or 14 days) having yours effects accented by the ES; increases CL, reduces the lightness (L^*) and enhances the yellow (b^*). Treatment with CaCl_2 was the most effective in meat tendering reducing 35% SF, increases the CL by 4.5% and increased L^* and b^* , making the meat lighter and with higher intensity in yellow. Sensory evaluation for tenderness corroborates the findings of the instrumental evaluation in the treatment with CaCl_2 improving meat quality. It was concluded that treatments improve meat characteristics, achieving better results when applied together.

Key words: cooking loss, meat color, Santa Ines; slaughter, sensory evaluation, tenderness.

RESUMO

Foram estudados os efeitos da recuperação da condição corporal (CC), da estimulação elétrica (EE), da maturação (M) e do tratamento com injeção de solução de CaCl_2 , sobre as características da carne de ovelhas Santa Inês (± 5 anos), abatidas imediatamente após o desmame ou após período de recuperação da CC. Avaliaram-se a temperatura e pH de carcaça; a força de cisalhamento (FC); a perda por cocção (PC); a cor (L^* , a^* e b^*) e a avaliação sensorial da maciez. CC melhora a maciez da carne em 8% e suas características sensoriais. EE aumenta a maciez em cerca de 24% e não altera os demais parâmetros avaliados. M aumenta a maciez entre 18 a 26% (7 e 14 dias respectivamente), sendo seu efeito acentuado pela EE; no entanto escurece a carne, acentuando o amarelo (b^*) e menor luminosidade (L^*). O tratamento com CaCl_2 constitui o mais efetivo no amaciamento da carne (35%); aumenta a PC em 4,5% e os valores L^* e b^* , tornando a carne mais clara. A avaliação sensorial para maciez corrobora os dados da avaliação instrumental no tratamento com CaCl_2 na qualidade da carne. Conclui-se que os tratamentos melhoram as características da carne, observando-se melhor resultado quando aplicados conjuntamente.

Palavras-chave: abate, avaliação sensorial; cor da carne; maciez, perda por cocção, Santa Inês.

⁴Instituto de Zootecnia - IZ/APTA/SAA, Nova Odessa (SP) - lesantos@iz.sp.gov.br

⁵ Faculdade de Veterinária - Universidade Federal Fluminense/UFF, Niterói (RJ)

⁶ Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL/APTA/SAA, Campinas (SP)

1 Introduction

In sheep rearing old ewes are used one last time in reproduction, and then sent to slaughter. These animals are slaughtered immediately after weaning (CUNHA et al., 2008) presenting worn out and lower body conditions, thin and without reserves by breastfeeding. The meat produced under such conditions has poor quality, dark color, lower palatability and tenderness, being devalued on the market (RODA et al., 1998).

However, soon after weaning, with the cessation of milk production and due to the persistence, for some time, of the hormonal and physiological conditions for nutrients maximum utilization, if the nutritional conditions are favorable, animals show a fast body condition recovering with accented weight gain and recover some of the fat and muscle mass lost during lactation, the compensatory weight gain (RESTLE et al., 2001; ENSMINGER, 1973). Feeding animals with low cost diets based on high energy levels after weaning, can be an alternative to increased yield and meat valorization (RODA et al., 1998).

The carcass of animals in appropriate body conditions at slaughter has a well-defined and uniform fat covering layer. This is a fundamental quality characteristic in carcass, decreasing yield losses by excessive loss of moisture by the outer tissues, preventing the meat darkening and slows the fast and marked falls in meat temperature, avoiding the occurrence of cold shortening (FELÍCIO, 1997).

In addition to the body conditions adequacy at the pre-slaughter, some procedures in the post-slaughter like carcass electrical stimulation, meat aging and calcium chloride infusion may also be used to improve the sensory characteristics of meat, mainly from

tenderness, seeking a better consumer acceptance and greater product appreciation (LUCHIARI FILHO, 2000).

Electrical stimulation of the carcass after bleeding increases meat tenderness and today is a widely used process in slaughterhouses (FELICIO, 1997). This process involves the application of electric current to the animal's body, immediately after bleeding (low-voltage stimulation), or in the carcass (high voltage stimulation), in order to speed up the glycolysis process and consequently the pH decreases and accelerates the natural process of proteolysis, increasing the tenderness and color of meat (PARDI et al., 2001).

Electrical stimulation affects sheep carcass improving meat quality by increasing tenderness and color lightness and represents an important tool for maintaining uniformity and meat quality. The positive effects of this procedure, performed immediately after slaughter are due mainly to the greater bleeding efficiency, to the acceleration of the pH fall and due to the disruption of the myofibrils structure (TOOHEY; PEARCE, 2008).

The aging process is a very effective tool for increasing meat tenderness. Carcasses or meat are aged by holding them into vacuum package at refrigeration at a temperature around 0 ° C for certain period of time between 7 and 28 days after slaughter and after *rigor mortis* resolution process (FELÍCIO, 1997). Under these conditions meat tenderizing is the result of the proteolytic natural action of the system of the calpains enzymes (KOOHMARAIE et al., 1991).

Zeola et al. (2007), evaluating meat characteristics of lambs observed a positive effect on meat tenderness after aging period of 14 days.

Infusion of a calcium chloride solution is another meat tenderization process based on enhancement in the natural activity of the calcium dependent meat enzymes of the calpain system that is calcium dependent. The calpain I or μ -calpain requires low levels of

calcium to activate (1 to 10 μM), although the calpain II or m-calpain requires high levels of free calcium (50 to 70 μM). These amounts are far greater than the found naturally in meat. Infusion of calcium chloride in meat increases calcium concentration and enhances proteolysis during aging thus positively affecting the texture of the meat, reducing the shear force (HEINEMANN, PINTO, 2003).

Studies that evaluated processes in pre and post slaughter which can increase yield and the carcass traits and improve meat quality of discarded ewes, may result in development of rearing practices and proposition techniques of slaughter and meat processing, which may contribute to increase productivity and add value to that product, contributing to the socio-economic viability of small farms involved in sheep rearing, especially those familiar characteristics (SANTOS et al, 2007).

The aim of this study were to evaluate the effects of body condition recovery, carcass electrical stimulation, aging time and effects of calcium chloride injection on the meat characteristics of Santa Ines ewes (± 5 years old), slaughtered immediately after weaning or after a BC recovery period as a way to increase productivity and improve meat quality.

2 Material and methods

Initially 50 Santa Inês ewes aged over four years and weighing 50 to 60 kg were kept in feedlot with the lambs from calving to weaning when 24 ewes uniform for weight and body condition (BC), with a score between 1.5 and 2 (thin condition) were selected.

Half the ewes were sent to slaughter soon after weaning, while the others were kept in pastures of Aruana grass (*Panicum maximum*, cv. Aruana), in rotational grazing management with flexible stocking rate and daily feeding "ad libitum" roughage mixture of 70% of chopped Guaçu grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçu) and 30% of

grounded dry whole-plant corn (74.2% DM, 69.3% TDN and 3.9% CP), for 30 to 45 days after weaning, to recover DC until reach a score between 3 and 4 (fat condition), when they were slaughtered.

Animals were fasted (water access) 24 hours and slaughtered according the RIISPOA rules (BRAZIL, 1997). The pH and carcass temperature were measured to control the carcass *rigor mortis* resolution process using a portable potentiometer (HANNA Instruments Inc.) with a penetration glass electrode combined with thermocouple ($^{\circ}\text{C}$ and pH). Measurements were performed after bleeding and after 24 hours slaughter.

Immediately after bleeding, half of the ewes of each BC, in random alternating order were submitted to a electrical stimulation process (ES), using low voltage through an electric stimulator Jarvis (BV80). Each carcass was stimulated by 17 seconds, alternating pulses of 5 seconds of stimulation and 1 s. without stimulation, using electrical current of 21 V, 60 Hz and 13 mA.

Carcasses were stored at initial temperature of $\pm 5^{\circ}\text{C}$ for 6 hours, and then at $\pm 1^{\circ}\text{C}$ until 24 hours. They were halved and of each half carcass the *Biceps femoris* muscle was removed. The right half carcass muscle was maintained in normal (control) and that of left half carcass was injected with a 0.2 M calcium chloride solution (10% by sample weight). After 10 minutes each muscle (treated and control) was divided into three sub-samples and randomly assigned to different aging times (AT): 0, 7 and 14 days.

The muscles samples were packed and kept refrigerated ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), totaling 6 replicates per factor studied (BC x ES x AT x CaCl_2) and means wuere compared by Tukey test.

The samples to be matured (7 and 14 days) were vacuum packed in suitable containers and those without maturation were packed in polyethylene bags without vacuum.

After 48 hours the slaughter the not matured meat samples were analyzed to determine the parameters of shear force (SF), cooking weight loss (CL), color parameters (L^* , a^* , b^*) and sensory evaluation test of tenderness. The other samples were analyzed after 7 and 14 days of aging.

In each analysis series the meat sub-samples were divided into 3 portions (~3.0 x 3.0 x 2.0 cm), weighed and cooked in a oven preheated to 170 °C until they reached the internal temperature of 70 °C, monitored by a digital thermometer (Delta OHM, model HD9218). The meat portions were then cooled to ambient temperature and re-weighed. The CL was calculated by difference between the weighings before and after cooking and the values were expressed as percentage (%) of losses. For statistical analysis purposes it was considered the mean value of the three portions.

Subsequently, from each of them were taken two sub-samples for assessment of tenderness through SF measure in a texturometer device equipped with Warner-Bratzler Shear Force. The sub-samples consisted in cooked meat cylinders removed along the length of the muscle fibers with the AID of a hand-held coring device of 1.27 cm in diameter For purposes of statistical analysis was considered the mean value of four samples, ignoring the two extreme values.

The sensory evaluations of *B. femoris* samples were conducted after each sequence of slaughters (samples without aging) and after each time of 7 or 14 days (aged samples). They were performed using the Duo-trio test with varying number of not trained evaluators in each phase, resulting in 70 replies for the not aged meat samples; 55 responses to samples with 7 days of AT and 52 replies to samples with 14 days of AT. The evaluators were instructed before each evaluation section on the procedures for such testing and oriented to identify which coded sample is similar to the reference sample, solely with

respect to the feeling of tenderness, and yet opine (as observation) which of the two samples was tender.

The meat samples used for the evaluation of CL were latter used for sensory evaluation and consisted of regular pieces of meat, approximately 3 cm from the side, offered at 45 °C of temperature and without use of special lighting to disguise the variation in meat color.

The evaluation of color parameters of the meat was done using the CIE L* a* b* system using a Minolta colorimeter (Chroma Meter Model CR-300) and considering the average value of 3 readings at separate points of each sub-sample of *B. femoris* muscle.

The data of meat characteristics were analyzed considering a completely randomized design in factorial 2x2x2x3 (BC x ES x CaCl₂ x AT), using the Proc GLM procedure of SAS (SAS, 2001).

For the sensory evaluation of softness was considered the number of correct answers, according to the table of minimum number of correct selections for a significant difference for duo-trio test (ROESSLER et al, 1978).

3 Results and Discussion

Drop in the temperature and in pH of the ewe carcasses during cooling occurred within the normal process of conversion of muscle to meat, that is, the temperature ranged from 38.10-39.95 °C (after bleeding) to 1.47-1.96 °C (24 hours after slaughter) and pH from 6.50-6.85 to 5.76-5.96, respectively.

The SF values observed for the ham samples are presented in Table 1.

Table 1. Effect of body condition, carcass electrical stimulation, aging time and meat treatment with a solution 2 M of CaCl₂ on the shear force of *Biceps femoris* muscle from Santa Ines ewes about ± 5 years old.

Body Condition	Electrical Stimulation	Aging Time	Shear Force (kgF cm ⁻¹)	
			Ham* without CaCl ₂	Ham* with CaCl ₂
Lean condition ⁽¹²⁾	Not Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	5.39 ± 0.56 a A	3.62 ± 0.73 a B
		7 days ⁽⁶⁾	4.77 ± 0.72 b A	3.03 ± 0.40 c B
		14 days ⁽⁶⁾	4.46 ± 0.53 c A	2.80 ± 0.22 d B
	Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	4.00 ± 0.19 e A	2.63 ± 0.52 d B
		7 days ⁽⁶⁾	3.72 ± 0.36 f A	2.27 ± 0.24 e B
		14 days ⁽⁶⁾	3.61 ± 0.23 f A	1.96 ± 0.19 f B
Fat condition ⁽¹²⁾	Not Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	5.24 ± 0.56 a A	3.44 ± 0.55 b B
		7 days ⁽⁶⁾	4.22 ± 0.23 d A	2.91 ± 0.15 c d B
		14 days ⁽⁶⁾	4.09 ± 0.40 d e A	2.27 ± 0.28 e B
	Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	4.16 ± 0.39 d e A	2.90 ± 0.68 c d B
		7 days ⁽⁶⁾	3.44 ± 0.52 f g A	2.19 ± 0.13 e B
		14 days ⁽⁶⁾	2.19 ± 0.16 h A	1.88 ± 0.10 f B

(n) = repetitions number

Mean ± standard deviation

Different lowercase letters in columns and capital letters in rows indicate significant differences (p<0.01)

* *Biceps femoris*

It was verified through statistical analysis of the data that there were effects (p <0.01) of all the treatments, resulting in lower values of SF, indicating that these processes improved the tenderness of the ewes meat.

The recovery of BC was effective in reducing the SF value by up to 7.94% with medium values of 3.52 kgF cm⁻¹ for lean ewes and 3.24 kgF cm⁻¹ for the fat ones. Both values are indicative of very tender meat, according Boleman et al. (1997), who proposed the limits from 2.3 to 3.6 kgF cm⁻¹ for very tender meat; from 3.7 to 4.0 kgF cm⁻¹ for tender meat; from 4.1 to 5.8 kgF cm⁻¹ for moderately tender meat and from 5.9 to 7.2 kgF cm⁻¹ for a less tender meat.

Similar results of the BC effect on meat quality were obtained by Fernandes et al. (2008) who observed SF values of 3.29 kgF cm⁻¹ in lambs created and recreated on pasture

and slaughtered at a later age (low BC) and of 1,95 kgF cm⁻¹ in feedlot lambs without weaning until slaughter (high BC).

Other authors (PINHEIRO; JORGE, 2008) measured SF in *Triceps brachii* muscle of young lambs and obtained a very tender meat with values from 1.02 to 1.03 kgF cm⁻¹

Also the carcass ES was showed as an effective process to increase meat tenderness, that was evidenced by the reducing the SF values from 3.85 kgF cm⁻¹ in not stimulated meat to 2.91 kgF cm⁻¹ in stimulated meat with a reduction effect by 24.4%.

The effectiveness of ES in reducing the SF in meat sheep is confirmed in several studies (KOOHMARAIE et al., 1988; KOOHMARAIE; DOUMIT; WHEELER., 1996; DUCKETT et al., 1998; WHEELER; KOOHMARAIE, 1999).

Similar results (DEVINE et.al., 2001) were observed with high voltage ES in sheep, whereas Davel; Bosman; Webb (2003) didn't found significant effect on the SF of meat lambs, obtaining values of 3.84 and 3.32 kgf cm⁻¹ respectively for carcasses not stimulated and stimulated when using low voltage ES.

Martin et al. (2006) didn't observe any effect of ES using medium voltage (400 mA, 300V, for 35 s and 14 pulses/s) in lambs observing SF values of 3.84 kgF cm⁻¹ for not ES meat and of 4.03 kgF cm⁻¹ for the stimulated ones.

Aging meat for 7 or 14 days was effective (p<0.01) on meat SF reduction. The analysis of this work data indicates a reduction in the value of FS from 3.92 kgF cm⁻¹ for meat not aged to 3.32 kgf cm⁻¹ for meat aged for 7 days, corresponding to a reduction of 17.6% in the SF. The meat aged for 14 days showed a SF of 2.91 kgf cm⁻¹, corresponding to a reduction of 25.7%.

Zeola et al. (2006) evaluated the effect of aging the meat for 7 and 14 days in three muscles (*Biceps femoris*, *Longissimus* and *Triceps brachii*) in lambs, observing effect to *B. femoris*, with SF values of 2.76, 2.20 and 1.76 kgf cm⁻¹, respectively for 0, 7 and 14 days of AT, and to the *L. dorsi*, with SF values of 3.03, 2.21 and 1.89 kgf cm⁻¹ respectively. For *T. brachii* was no difference in SF values that were very low in the order of 1.96, 1.85 and 1.30 kgf cm⁻¹, respectively, in three periods of AT. On the other hand (GONÇALVES et al. 2004) found no effect of AT on the SF and sensory tenderness in lamb.

According to Wheeler et al. (1996) it is very common to observe a wide range of variation in the SF values in different studies on meat tenderness due to the differences in the experimental protocols and due to the variation of the instruments.

In Table 1 may still be observed the effect of treating meat with CaCl₂ on the FC with a reduction ($p < 0.01$) in SF of treated meat compared to not treated. Evaluating the effect only of this treatment, it was observed that the injection of CaCl₂ was the most efficient process in tendering, with the SF falling from 4.12 to 2.66 kgf cm⁻¹, representing an average reduction of 35.28% in the SF of treated compared to not treated meat.

Similar results (ZEOLA et al., 2005), confirm the treatment effect of CaCl₂ in the SF of meat of ewes slaughtered at 50 kg live weight, obtaining values of 4.00, 3.32 and 2.95 kgf cm⁻¹, respectively, for not treated meat, meat injected with a 0.2 M and with a 0.3 M solution of CaCl₂ and Zeola et al. (2006) found similar effects in *L. dorsi* of lambs, with SF values of 2.89 and 1.86 kgf cm⁻¹, respectively for samples not treated and treated with 0.3 M solution of CaCl₂, showing a decrease by 35.64% in SF.

The mean values of CL observed in this study for samples of ham can be seen in Table 2.

Data analysis showed that the ES and animal BC didn't affect ($p > 0.05$) the CL, but in other hand this variable was influenced ($p < 0.01$) by AT and by the treatment with CaCl_2 .

Table 2. Effect of body condition, carcass electrical stimulation, aging time and meat treatment with a solution 2 M of CaCl_2 on the cooking loss of samples of *Biceps femoris* muscle from Santa Ines ewes about ± 5 years old.

Body Condition	Electrical Stimulation	Aging Time	Cooking Loss (%)	
			Ham* without CaCl_2	Ham* with CaCl_2
Thin condition ⁽¹²⁾	Not Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	20.3 a A	27.2 b B
		7 days ⁽⁶⁾	25.6 b A	28.8 c d B
		14 days ⁽⁶⁾	25.6 b A	31.0 d B
	Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	20.7 a A	26.4 b B
		7 days ⁽⁶⁾	27.1 b A	28.0 b c B
		14 dias ⁽⁶⁾	27.4 b A	31.2 d B
Fat Condition ⁽¹²⁾	Not Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	20.8 a A	27.9 b B
		7 days ⁽⁶⁾	25.2 b A	28.7 c d B
		14 days ⁽⁶⁾	27.5 b A	31.1 d B
	Stimulated ⁽⁶⁾	0 days ⁽⁶⁾	19.0 a A	26.7 b B
		7 days ⁽⁶⁾	26.5 b A	30.6 d B
		14 days ⁽⁶⁾	26.9 b A	30.6 d B

(n) = repetitions number

Different lowercase letters in columns and capital letters in rows indicate significant differences ($p < 0.01$)

* *Biceps femoris*

The isolated effect of recovery of BC showed mean values of CL of 26.6% for the lower BC (lean ewes) and 25.90% for the higher BC (fatty ewes).

According to Ensminger (1973) the variation in fat and moisture are the main causes of change in the composition of meat in adult sheep. So, considering that the muscles of carcasses of the two BC didn't show marked visual differences in the amount of inter and intramuscular fat, it was concluded that the composition of the samples were also few differences in water content, which would explain the similarity between them with respect to the CL.

Pinheiro et al. (2009) evaluating the CL from lambs, rams and ewes, observed differences by animal category and muscles, with average values of 66.47%, 66.73% and 67.58% (*T. brachii*), 39.33%, 38.32 % and 46.44% (*L. lumborum*) and 39.08%, 37.31% and 42.05% (*Semimembranosus*), respectively, being these values much higher than those observed in this study. Also Bonagurio et al. (2003) observed differences in CL according to animal category showing higher losses in lambs (36.12%) than ewes (33.67%). These values were also higher than those observed in this study.

In turn, the meat aging process affected the CL ($p < 0.01$), with aged meat samples having greater proportion of loss than the not aged. There was no difference between 7 and 14 days of AT. The values of CL as a function of AT were 23.16%, 26.89% and 28.71% respectively for periods of 0, 7 and 14 days of AT.

The highest CL of aged meat may be partly explained by the reduced capacity to retain water (WHC) of aged muscle fibers due to the disintegration of the proteic matrix found in meat depending on natural enzymatic activity, which is magnified by the aging process (BRESSAN et al., 2001).

Gonçalves et al (2004), working with rams, castrates and ewes found no effect of AT, the same occurring with Zeola et al. (2006), evaluating the CL in lambs and found no differences between the values, which ranged between 29.11 and 35.57% for different periods AT.

Also based on Table 2, it was found that treatment of meat with CaCl_2 solution affected the CL, resulting in higher values of CL ($p < 0.01$) for the samples treated. The isolated effect of treatment resulted in mean CL values of 24.02 and 28.49% respectively for the samples not treated and treated, corresponding to a differential of 4.47% more moisture loss in the treated sample. This difference was expected because of the

methodology of applying the treatment by injection of the solution 0.2 M CaCl₂ in the proportion of 10% by sample weight. Probably the difference observed in the percentage of CL was due to the injected volume.

However Zeola et al. (2005) studied the effect of the injection of solutions 0.2 and 0.3 M CaCl₂ in ewes meat samples and found no difference in the CL, noting an average loss of 28.54%, similar to that obtained in this work for treated meat samples.

In the same view, Pérez et al. (1998) observed that the WHC was lower for meat treated with CaCl₂, compared with the controls, attributing this to the increase in proteolysis, which occurs in meat CaCl₂ treated, resulting in a higher CL.

The data of the color parameters (L*, a* and b*) obtained in this work can be seen in Table 3.

Table 3. Effect of body condition (BC), carcass electrical stimulation (ES), aging time (AT) and meat treatment with a solution 2 M of CaCl₂ on the meat color parameters (CIE L* a* b*) of samples of *Biceps femoris* muscle from Santa Ines ewes about ± 5 years old.

BC	ES	AT	Color Parameters (CIE L* a* b*)					
			Ham* without CaCl ₂			Ham* with CaCl ₂		
			L*	a*	b*	L*	a*	b*
Thin conditions (12)	Not (6)	0 days ⁽⁶⁾	33,15 c A	13,53 a A	5,44 a b A	36,93 e B	13,36 a A	5,70 a A
		7 days ⁽⁶⁾	32,10 b A	13,83 a A	6,75 f g A	33,72 bc B	14,02 a A	7,00 a A
		14 days ⁽⁶⁾	29,96 a A	14,60 a A	6,95 g A	31,41 a B	14,15 a A	7,37 b B
	Yes (6)	0 days ⁽⁶⁾	33,36 cd A	13,72 a A	5,88 b c A	38,06 f B	13,48 a A	6,81 b B
		7 days ⁽⁶⁾	31,49 b A	13,90 a A	6,02 c d A	33,25 b B	14,37 a A	7,74 c B
		14 days ⁽⁶⁾	31,54 b A	14,50 a A	6,41 e f A	33,05 b B	14,26 a A	7,93 c B
Fat conditions (12)	Not (6)	0 days ⁽⁶⁾	34,06 d A	13,27 a A	5,11 a A	37,93 f B	13,03 a A	6,22 cd B
		7 days ⁽⁶⁾	33,28 d A	13,47 a A	6,20 d e A	34,75 d B	13,04 a A	7,02 cd B
		14 days ⁽⁶⁾	32,26 b A	13,90 a A	6,40 e f A	34,60 cd B	13,05 a A	7,03 cd B
	Yes (6)	0 days ⁽⁶⁾	35,10 e A	13,34 a A	5,75 b c A	37,15 ef B	13,90 a A	5,71 d A
		7 days ⁽⁶⁾	33,14 c A	13,96 a A	6,06 cde A	34,42 cd B	13,74 a A	6,13 de A
		14 days ⁽⁶⁾	33,13 c A	13,86 a A	6,00 c d A	34,24 cd B	14,06 a A	6,89 e B

(n) = repetitions number

Different lowercase letters in columns and capital letters in rows indicate significant differences (p<0.01)

* *Biceps femoris*

It was observed that the color parameters were affected by BC with changes in lightness (L^* - $p < 0.01$) and intensity of yellow (b^* - $p < 0.05$) and by AT and CaCl_2 treatment (L^* , b^* - $p < 0.01$) but they were not affected by ES. On the other hand, the intensity of red (a^*) were not affected ($p > 0.05$) by any of the treatments.

In general, the muscularity, the amount of pigment and therefore the amount of heme iron, increase with age and level of physical activity of the animal, with higher intensity of red color (a^*) in muscles subjected to greater effort, as *B. femoris*, that have greater need of oxygen (SAÑUDO et al., 1997). This may explain the equal values for the parameter a^* (red color intensity) observed in this study, which evaluated the same muscle in adult animals of similar age category and maintained throughout the production phase in the same system - on pastures.

Considering the effect of each treatment, it was found that the isolated effect of the BC recovery resulted in carcasses with lighter meat ($p < 0.01$), with L^* average values of 33.17 on meat of ewes without BC recovery and 34.51 for those with recovery. According to Bressan et al. (2001), this effect could be explained by the higher fat content of meat from well-finished animals, resulting in higher reflectance of incident light and hence higher values of L^* , however, in this experiment the inter and intra-muscular fat content didn't differ in evident way between the treatments.

For the a^* parameter the mean values observed were 13.93 and 13.58 ($p > 0.05$). As for the b^* the values of 6.67 and 6.19 differed ($p < 0.01$) respectively for treatments without and with recovery of BC.

With respect to the effect of carcass ES, although it were observed values numerically slightly higher in the treatment with ES for all color parameters (L^* , a^* and b^*), there were no statistical difference ($p > 0.05$) for this features. The mean values

observed respectively for L*, a* and b* were 33.99, 13.92 and 6.45, for stimulated carcasses and ES 33.68, 13.58 and 6.42 for non-stimulated.

According Kadim et al. (2009), the carcass ES results in higher value of meat lightness (L*). In the same way (Simmons et al, 2008) mentions that the ES and the resulting effects on the interaction between temperature and pH, can have significant effects on meat color, due to the variation in the remaining oxygen consumption rate.

The ES of carcasses with low voltage immediately after the onset of bleeding (TOOHEY; PEARCE, 2008), result in increases of up to 62% the amount of blood drained, resulting in an increase in the meat quality and acceptance due to a less pronounced red color (lower a*).

The maturation of the meat also caused changes ($p < 0.01$) in color parameters (L*, a* and b*). The values of this treatment observed in isolated way were, respectively, 35.72, 14.05 and 6.87 for samples without aging; of 33.27, 13.68 and 6.59 for samples aged for 7 days and 32.53, 13.53 and 5.83, for samples aged for 14 days. It was observed that the samples aged for both 7 and 14 days were darker (lower L*) than the not aged samples. There was no change to the red intensity (a*), but the aged samples showed higher yellow color intensity (b*) than the not aged ones, exhibiting a brownish red color, typical of aged meat.

The average values of color parameters observed in this study for the AT effects are within the ranges cited by Sañudo et al. (2000) for sheep, ranging from 30.03 to 49.47 for L*, from 8.24 to 23.53 for a* and from 3.38 to 11.10 for b*.

Among the treatments studied the injection of 0.2 M CaCl₂ was who most affected the characteristics of meat, also changing the color parameters. The average values

observed for this treatment ranging from 32.71 to 34.96 for L*, from 13.80 to 13.71 for a* and from 6.07 to 6.80 for b*, respectively for treatments without and with CaCl₂.

It was found that the injection of CaCl₂ increased ($p < 0.01$) the lightness (L*) and the yellow intensity (b*), resulting in lighter meat with a tendency to a red yellowish color.

Zeola et al. (2005) working with ewes, didn't find color differences for the CaCl₂ treated meat, obtaining values of 38.35, 37.45 and 38.17 for L*; of 16.80, 16.45, and 15.94 for a* and 4.90, 3.72, and 4.94 for b*, respectively for samples without treatment and for samples injected with 0.2 M or 0.3 M of CaCl₂ solution, respectively. Later Zeola et al. (2007) working with lambs, also didn't find effect of CaCl₂ treatment observing values of 40.51 and 40.96 for L* of 15.83-16.21 for a* and 3.91 and 4.89 for b* respectively for the samples treated and untreated

The values of the sensory analysis (duo-trio test) for evaluation of tenderness of the ewe *Biceps femoris* samples can be seen in Table 4..

Table 4. Sensory evaluation for tenderness (Test duo-trio) with *Biceps femoris* muscle of Santa Inês ewes, about \pm 5 years old, with or without treatment with 0.2 M solution of calcium chloride.

Treatments	Total of answers	Correct answers	Incorrect answers
Not aged meat	70	43 (61,4%) *	27 (38,6%)
7 days aged meat	55	36 (65,5%) **	19 (34,5%)
14 days ages meat	52	39 (75%) ***	13 (25%)

Significant differences according to the table of minimum number of correct selections for a significant difference (ROESSLER et al, 1978).

* ($p < 0.05$), ** ($p < 0.02$), *** ($p < 0.01$)

There was observed difference ($P < 0.05$), as the table of minimum number of correct selections for significant differences by method Duo / Trio (ROESSLER et al, 1978), between meat samples treated and not treated with CaCl₂. In the analysis, 43 (61.4%) of responses identified correctly the reference sample with 36 (83.7%) of correct answers indicating the samples treated with CaCl₂ as the tender.

For the meat aged for 7 days, were observed differences ($p < 0.02$) due the treatment with CaCl_2 , with 36 (65.5%) of the correct answers identifying the reference sample, and these, 31 (86.1%) indicated the samples treated with CaCl_2 as the tender.

Also between the samples aged for 14 days, were observed differences ($p < 0.001$), with 39 (75%) of correct answers identifying the reference sample and these, 37 (94.9%) indicated the samples treated with CaCl_2 as the tender.

Data from sensory analysis corroborated the tenderness instrumental evaluation made by measuring the SF, which pointed the samples treated with CaCl_2 as softer than the not treated ones, independently of the aging time.

4 Conclusions

The recovery of the body condition improves meat tenderness in approximately 8%; does not affect the cooking loss; changes the meat color by increasing the brightness and reducing the intensity of the yellow. Electrical stimulation increases the tenderness in about 24%; does not affect the cooking loss and does not change any of the color parameters. The meat aging increases the tenderness in about 18 to 26% depending on the aging time (7 days or 14 days) and its effects are enhanced by carcass electrical stimulation; increases the cooking loss and changes the color parameters, making the meat darker, accentuating the yellowness and giving her a brownish red color. The injection of 0.2 M CaCl_2 is pointed as the most effective process in meat tendering, with a reduction of approximately 35% in shear force; results in higher cooking loss and changes the color of the meat, making it lighter and accentuating the yellowness. The simultaneous application is more effective in improving the quality of meat than the isolated application of each treatment.

5 .References

- BOLEMAN, S. J. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**. v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.
- 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 (Supl. 2), p.1981-1991. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei no 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília(DF). 204p. 1997
- 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.
- DAVEL, M.; BOSMAN, M.J.C.; WEBB, E.C. Effect of electrical stimulation of carcasses from Dorper sheep with two permanent incisors on the consumer acceptance of mutton. **South African Journal of Animal Science**, v. 33, n. 3, p. 206-212, 2003
- DEVINE, C.E. et al. Does high voltage electrical stimulation of sheep affect rate of tenderization? **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 44, p. 53-58. 2001
- DUCKETT, S.K. et al. Tenderness of normal and callipyge lamb aged fresh or after freezing. **Meat Science**, v. 49, n. 1, p. 19-26, 1998.
- ENSMINGER, M.E. **Producción ovina**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973. 545p.
- FELÍCIO, E.P. **Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) Produção do novilho de corte. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários “Luis de Queiroz” - FEALQ, 1997, p. 79-97.
- FERNANDES, M. A. M. et al. Características do lombo e cortes da carcaça de cordeiros Suffolk terminados em pasto e confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.2, p.107-113, 2008
- 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, n.3, p: 459-467, 2004

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23 supl., p. 1-6, 2003.

KADIM, I. T. et al. Effects of transportation during the hot season and low voltage electrical stimulation on histochemical and meat quality characteristics of sheep *longissimus* muscle. **Livestock Science**. v. 126, n. 1-3, p. 154-161, 2009.

KOOHMARAIE, M. et al. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through activation of Ca²⁺ dependent proteases. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 6, p. 1638-1641, 1988.

KOOHMARAIE M. et al. Postmortem proteolysis in *Longissimus* muscle from beef, lamb and pork carcasses. **Journal of Animal Science**. v. 69, p. 617-624. 1991

KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M.E.; WHEELER, T.L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 12, p. 2935-2942, 1996.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Albino Luchiari Filho. 1.ed. São Paulo. 2000. 134 p.

MARTIN, K. M. et al. Effects of stimulation on tenderness of lamb with a focus on protein degradation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 46, p. 891-896, 2006.

PARDI, M. C. et al.. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**. 2ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. 623 p.

PÉREZ, M.L.; ESCALONA, H.; GUERRERO, I. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. **Meat Science**, v.48, n.1/2, p. 125-134, 1998.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A. M. **Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso:concentrado na dieta**. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnistas. ZOOTEC, 26 a 30 de maio de 2008. João Pessoa, PB – UFPB/ABZ. Anais...P. 1-4, 2008.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; SOUZA, H.B.A. Características da carcaça e dos não-componentes da carcaça de ovelhas de descarte abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1322-1328, 2009.

RESTLE, J. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.30, p.499-507, 2001.

RODA, D. S. et al. **Características de carcaças de ovelhas da raça Suffolk.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35). Botucatu. Anais. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. v.3, p.79-81. 1998.

ROESSLER, E. B. et al. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. **Journal of Food Science**, v. 43, p.940-947, 1978

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN,R.G. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal Agricultural Science*, v.72, p.451-454, 1969.

SANTOS, L.E.; BUENO, M.S.; CUNHA, E.A. **Produção de carne ovina: rendimento de carcaça, cortes comerciais e qualidade de carne.** In: Anais do Simpósio IZ/FEINCO 2007 de Ovinocultura, São Paulo, SP, 14 a 16 de março de 2007. Ed.por Eduardo A. Cunha, Josiane A. Lima, Luiz E. Santos e Mauro S. Bueno. São Paulo, Instituto de Zootecnia, 2007. CD-ROM.

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

SAÑUDO, C, et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v.54, n. 4, p. 339-346. 2000.

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS Institute INC. SAS/STAT. **User's Guide: stat.** Release 8.1 Edition. Cary, 2001, 1292 p.

SIMMONS, N.J. et al. **Reassessing the Principles of Electrical Stimulation.** Carne Technologies Ltd, Cambridge, New Zealand. 2008 Disponível em: <<http://www.meat-ims.org/download/Reassessing%20the%20Principles%20of%20Electrical%20Stimulation.pdf>>. Acessado em 23/04/2009.

TOOHEY, E.; PEARCE, K. **Quality Sheepmeat—electrical stimulation for improved eating quality.** Australian Sheep Industry CRC and Meat and Livestock. Australia. (Practical wisdom notes). 2008. 4 p. Disponível em: <<http://www.sheepcrc.org.au/files/pages/industry-tools-and-information/practical-wisdom-notes/quality-sheep-meat-series/PW2008001P.pdf>>. Acessado em 03/05/2009.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Standardizing collection and interpretation of warner-bratzler shear force and sensory tenderness. **Reciprocal meat Conference**, Kansas City, n. 50, p. 68-77, 1996.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb longissimus and psoas major. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 9, p. 2444-2451, 1999.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Avaliação da injeção de cloreto de cálcio nos parâmetros qualitativos da carne de ovelha. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 3, p.361-364, 2005.

ZEOLA N. M. B. L. et al. Parâmetros de qualidade da carne de cordeiros submetida aos processos de maturação e injeção de cloreto de cálcio. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p.1558-1564, 2006

ZEOLA N. M. B. L. et al..Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p. 1058-1066, 2007.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação da condição corporal e a estimulação elétrica da carcaça de ovelhas Santa Inês descartadas por idade e abatidas depois de período de recuperação após desmame, aumenta o rendimento e melhora as características da carcaça e acelera o declínio do pH da carne, resultando em condições adequadas para a conversão do músculo em carne.

A estimulação elétrica das carcaças, bem como a maturação da carne alteraram as características da carne de ovelhas, aumentando a maciez, todavia não há vantagens na recuperação da condição corporal das ovelhas após o desmame, com relação à essa característica. A maturação mostrou-se o tratamento mais efetivo no amaciamento da carne, tendo seu efeito potencializado pela estimulação elétrica das carcaças. Os resultados da avaliação sensorial corroboram os observados na avaliação instrumental da maciez, confirmando o efeito positivo da estimulação elétrica nas características de qualidade da carne, ficando evidente, todavia, que o efeito combinado dos tratamentos é significativamente maior que os efeitos da sua aplicação isolada.

A recuperação da condição corporal aumenta a maciez do *B. femoris* em aproximadamente 8%, não afetou a perda por cocção e aumenta a luminosidade, A estimulação elétrica aumenta a maciez em aproximadamente 24 %. A maturação aumenta a maciez em 18 a 26%, dependendo do período de maturação e o tratamento com solução de

CaCl₂ aumenta a maciez em aproximadamente 35%, resulta em maior perda por cocção, aumenta a luminosidade e a intensidade do amarelo.

A pesquisa nos permitiu concluir que os tratamentos aumentam o rendimento e melhoram as características da carcaça e da carne de ovelhas de descarte, observando-se melhor resultado quando aplicados conjuntamente.

5. ANEXOS

5.1 COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO ENVIADO À REVISTA PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

5.2 COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO ENVIADO À REVISTA CÎNCIA RURAL

5.3 COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO ENVIADO À REVISTA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS