



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



THALES DE ALMEIDA BITENCOURT CARDOSO

**QUALIDADE DA CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS COM
ADMINISTRAÇÃO SUBCUTÂNEA DE
VITAMINAS A, D3 e E, E AVALIAÇÃO DA CARNE
BOVINA MATURADA**

Londrina
2012

THALES DE ALMEIDA BITENCOURT CARDOSO

**QUALIDADE DA CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS COM
ADMINISTRAÇÃO SUBCUTÂNEA DE
VITAMINAS A, D3 e E, E AVALIAÇÃO DA CARNE
BOVINA MATURADA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal na área de concentração Produção Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: prof. Dr^a Ana Maria Bridi

Londrina
2012

THALES DE ALMEIDA BITENCOURT CARDOSO

**QUALIDADE DA CARÇAÇA E CARNE DE BOVINOS COM
ADMINISTRAÇÃO SUBCUTÂNEA DE VITAMINAS A, D3 e E, E
AVALIAÇÃO DA CARNE BOVINA MATURADA**

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Ana Maria Bridi (Orientadora)
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Adriana Lourenço Soares
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro
UEL – Londrina - PR

Londrina, 28 de Maio de 2012.

Dedico...

À minha família, pais e irmãos que sempre me incentivaram para que eu pudesse alcançar mais esse objetivo.

Aos meus avós (*in memoriam*).

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela oportunidade da vida e de poder vivê-la intensamente.

À minha família pelo apoio e incentivo, sempre acreditando no meu potencial e desejando que eu seguisse em frente para alcançar meus objetivos, sem nunca medir esforços para me impulsionar Obrigado Ana Célia, João Carlos, Thomaz, Thiago, Bruna e Ricardo.

À Professora Dra. Ana Maria Bridi, minha orientadora, pela confiança e pelo empenho na condução dos nossos trabalhos.

Ao Professor Dr. Amauri Alfieri pela grande dedicação como Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

A todos os Professores do Departamento de Zootecnia, pela amizade, apoio e conhecimentos transmitidos.

Às secretárias Helenice Kieski e Sandra Regina da Silva pela grande disposição e dedicação ao trabalho.

A todos do Laboratório de Nutrição Animal e do Laboratório de Tecnologia de Alimentos pelo auxílio na condução das análises laboratoriais.

Às amigas Carina Sete, Lara Gonçalves de Medeiros e Letícia Maria de Castro, por tudo que sempre fizeram por mim desde os anos da graduação até o término dessa jornada. Só vocês mesmo pra me aguentarem e saberem como foram bons esses 7 anos juntos, muitas risadas, diversão e trabalho.

A todos os integrantes do GPAC (Grupo de Pesquisa e Análise de Carcaça e Carne), em especial Marina Avena Tarsitano, Camila Constantino, Roberta Abrami Silva Monteiro, Franciele Caroline Bolfe, Nayara Andreo, Evelyn Lopes de Andrade, Louise Mana Peres, Ana Beatriz Messas Rodrigues Pinto, que me ajudaram desde o início, o meu muito obrigado.

Aos zootecnistas Josiane Sardella Godrim, Daniella Sgarioni de Faria e Ricardo Telli Pinto de Oliveira por termos dividido esse trabalho desde o início.

Aos amigos da confraria por todos os momentos juntos, viagens marcantes e momentos únicos e especiais.

Aos integrantes da ONG CISV pelo crescimento e desenvolvimento pessoal.

A todos os outros amigos pelos bons momentos vividos. A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual de Londrina pelo Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Ao Médico Veterinário Paulo Emílio Prohmann pela ajuda com a criação dos animais e desenvolvimento do experimento e todos os colaboradores da Cooperativa Maria Macia.

Ao Professor Éder Paulo Fagan, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, pela coorientação e colaboração durante todo o projeto.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Muito Obrigado a todos!

CARDOSO, T. A. B. **Qualidade da carcaça e carne de bovinos com administração subcutânea de vitaminas a, d₃ e e, e avaliação da carne bovina maturada.** 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

Os trabalhos foram realizados no confinamento da Fazenda Araucária, localizada no município de Luiziana – PR e no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal da Universidade Estadual de Londrina. Os objetivos foram: Experimento 1 - avaliar o efeito da injeção subcutânea das vitaminas A, D₃ e E na qualidade da carcaça e carne *in natura* de bovinos Charolês x Nelore. Experimento 2 - avaliar as alterações físico-químicas na carne maturada de bovinos Charolês x Nelore. **Experimento 1:** Foram utilizados 38 bovinos inteiros, Charolês x Nelore com peso inicial médio de $330 \pm 6,11$ kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos com 10 animais no Tratamento 1, oito no Tratamento 2, nove no Tratamento 3 e 11 no Tratamento 4. Cada tratamento consistiu na administração subcutânea de dose única de 0, 5, 10 e 15 mL de vitaminas A, D₃ e E, no início do período experimental. Neste estudo foram analisadas características de desempenho, carcaça e carne dos bovinos. A aplicação das vitaminas resultou em efeito de regressão quadrática para o peso vivo, comprimento de carcaça, perímetro de perna e grau de acabamento, e um efeito de regressão linear crescente para comprimento de perna e linear decrescente para as variáveis da cor L, a* e croma e para oxidação lipídica. As dosagens de vitamina A, D₃ e E resultaram em aumento significativo no peso vivo, comprimento da carcaça e perímetro de perna até valores próximos de 8 mL de vitaminas. O comprimento de perna de bovinos aumentou conforme aumentou a dose das vitaminas A, D₃ e E até 15 mL. A cor da carne bovina sob efeito crescente de administração das vitaminas A, D₃ e E apresentou-se mais escura, menos saturada e com menor intensidade da cor vermelha, ficando menos atrativa aos olhos do consumidor. **Experimento 2:** Foram utilizados 38 bovinos com peso médio de $437,08 \pm 15,06$ kg para avaliar 3 tratamentos de maturação: Tratamento 1: carne sem maturação, Tratamento 2: carne maturada por sete dias e Tratamento 3: carne maturada por 14 dias. Neste experimento foi retirada uma amostra de 35 cm do músculo *longissimus dorsi* (contra-filé), à partir da 13^a costela em sentido caudal - cranial, para realização das análises de pH, perda de água por exsudato, força de cisalhamento, perda de água por pressão, cor (valor de L*, a*, b*, croma e tonalidade), análise sensorial, microbiologia e índice de fragmentação miofibrilar. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal, da Universidade Estadual de Londrina. As bactérias tiveram crescimento até o dia sete de maturação, porém, diminuíram para o tempo 14 dias de maturação. O pH diminuiu com o aumento do período de maturação. A perda de água por pressão e o índice de fragmentação miofibrilar não foram alterados com o tempo de maturação. A força de cisalhamento e os componentes da cor (L, a*, b*, croma e tonalidade) foram influenciados pelos tempos de maturação. A análise sensorial só apresentou diferença para maciez. A carne bovina maturada embalada a vácuo apresentou melhora na maciez.

Palavras chave: Charolês, crescimento animal, maciez, Nelore, resolução do rigor.

CARDOSO, T. A. B. **Carcass and meat quality of cattle with subcutaneous injection of A, D₃, E vitamins, and evaluation of aged meat.** 2012. p.80, Dissertation (Master's Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

ABSTRACT

The studies were conducted in the Araucaria farm, located in Luiziana – PR and in the laboratory of analysis of products of animal origin in the Universidade Estadual de Londrina, the aim of the studies were; Experiment 1 - evaluate the subcutaneous injection effect of A, D₃, E vitamins in carcass and meat quality of Charolais x Nellore cattle. Experiment 2 – evaluate the physical-chemical changes in aged meat of Charolais x Nellore. **Experiment 1:** were used 38 male Charolais x Nellore cattle 330Kg weighted, the animals were randomly distributed in four treatments, treatment one with 10 animals, treatment two with eight, treatment three with nine, and treatment four with 11 animals, each treatment was 0, 5, 10 and 15 mL of A, D₃, E vitamins consecutively. In this study, the cattle performance characteristics, carcass and meat were evaluated, the vitamins resulted in a quadratic regression effect to live weight, carcass length, leg perimeter, and finishing carcass degree, and a growing linear effect to leg length, and decreasing linear effect to the L, a*, and chroma color variables and to lipid oxidation. The A, D₃, E vitamin doses showed a significant increase in live weight, carcass length, and leg perimeter until values close to 8 mL of vitamins, the cattle leg length increased with increased the doses of A, D₃, E vitamin until 15 mL. The cattle beef under effect of increasing vitamins doses, became darker, less saturated, and with less intensity of redness, getting less attractive to the consumers eyes. **Experiment 2:** were used 38 male Charolais x Nellore cattle 437,08 Kg ± 15,06 weighted to evaluate three ageing treatments, being treatment one: meat without ageing, treatment two: seven days aged meat and treatment three fourteen days aged meat. In this study, a 35 cm sample was collected from *longissimus dorsi*, from the 13^a rib from in the caudal - cranial way, to make analysis of pH, exudate water loss, shear force, pressing water loss, color (L, a*, b*, chroma and hue value), sensorial analysis, microbiology, and myofibrillar fragmentation index. All the analysis were conducted in the laboratory of analysis of products of animal origin in the Universidade estadual de Londrina. The bacterium had their grow period until the aged day seven, and decreased to the aged day 14, the pH decreased with the increasing days of age, the pssing water loss, myofibrillar fragmentation index weren't affected by the ageing period, shear force o the color components (L*, a*, b* chroma and hue) were affected by the ageing, the sensorial analysis has only shown differences to tenderness. The aged cattle beef vacuum packed didn't lose the fresh meat characteristics, however improved the tenderness.

Key words: Animal growth, Charolais, Nellore, rigor resolution, tenderness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1-** Representação esquemática do sarcômero, banda A, I e linha Z 16
- Figura 2-** Desenho esquemático de como ocorre a contração muscular. 18

LISTA DE TABELAS

Artigo 1: Efeitos das vitaminas A, D₃ e E injetáveis sobre características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Charolês x Nelore	31
Tabela 1- Quantidade vitamina por dose do produto comercial ADE Injetável Emulsificável Pfizer®	36
Tabela 2- Composição da ração isonutriente fornecida aos animais	37
Tabela 3- Médias observadas e desvios-padrão de ganho de Peso, peso inicial e peso final de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate.	42
Tabela 4- Médias observadas e desvios-padrão de peso de carcaça quente, peso de carcaça resfriada e rendimento de carcaça de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate	43
Tabela 5- Médias observadas e desvios-padrão de grau de acabamento, conformação, comprimento de carcaça, perímetro de perna e comprimento de perna de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate	44
Tabela 6- Médias observadas e desvios-padrão da área de olho de lombo, espessura de gordura, profundidade de músculo, ph inicial e pH final de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate	45
Tabela 7- Médias observadas e desvios-padrão de luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), croma e tonalidade da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate.	45
Tabela 8- Médias observadas e desvios-padrão da composição química e oxidação lipídica da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate, avaliada através dos parâmetros de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas	47
Tabela 9- Médias observadas e desvios-padrão de marmoreio, força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate	48
Tabela 10- Médias observadas e desvios-padrão da análise sensorial através dos parâmetros Intensidade do odor, suculência, maciez e aceitabilidade global da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D ₃ e E, 56 dias antes do abate	49

Artigo 2: Qualidade da carne maturada de bovinos Charolês x Nelore	54
Tabela 1- Médias observadas e desvios-padrão de pH, unidades formadoras de colônia de mesófilos, psicotróficas e lácticas de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias	63
Tabela 2- Médias observadas e desvios-padrão de perda de exsudato, Perda de água por pressão (PAP), pH final, índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e força de cisalhamento (FC) de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias	64
Tabela 3- Médias observadas e desvios-padrão de luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), croma e tonalidade de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias	66
Tabela 4- Médias observadas e desvios-padrão de intensidade do odor, suculência, maciez e aceitabilidade global de análise sensorial de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias.....	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Qualidade da carne	14
2.2 Estrutura da carne	15
2.3 Contração Muscular	17
2.4 Maturação	19
2.5 Vitaminas A, D ₃ e E	22
REFERÊNCIAS	26
3 ARTIGO 1	31
Efeitos das vitaminas A, D₃ e E injetáveis sobre características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Charolês x Nelore	31
Resumo	34
Abstract	34
Introdução	34
Material e métodos	36
Resultados e Discussão	42
Conclusão	50
Referências	51
4 ARTIGO 2	54
Qualidade da carne maturada de bovinos Charolês x Nelore	54
Resumo	34
Abstract	34
Introdução	57
Material e métodos	59
Resultados e discussão	63
Conclusão	69
Referências	70
ANEXO	73
ANEXO 1: Normas para preparação dos artigos científicos pra submissão a publicação na Revista Brasileira de Zootecnia.	74

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém o maior rebanho comercial do mundo. Ocupa o lugar de maior exportador mundial de carne bovina e o segundo em produção de carcaça, perdendo somente para os Estados Unidos em volume produzido. O Brasil ocupa o terceiro lugar no consumo mundial de carne bovina e exportou no ano de 2011, 1.650 milhões toneladas de carne. Estes valores movimentaram a economia brasileira em aproximadamente US\$ 4 bilhões de dólares (USDA, 2011).

Apesar do Brasil ser o maior exportador, a qualidade da carne aqui produzida é considerada regular pelo mercado internacional, tendo como atrativo o preço baixo, mas sem vantagens na qualidade.

Um dos fatores que contribuem para essa menor qualidade da carne produzida no Brasil é que a produção tem como base o grupo genético zebuíno (*Bos taurus indicus*), pelas suas características de adaptação ao clima e forragens tropicais. A genética é um dos fatores que mais afeta a maciez da carne de bovinos através da relação das enzimas calpaína/calpastatina.

A calpaína é a principal protease responsável pelo amaciamento da carne no processo pós-morte de maturação, sendo a calpastatina o inibidor da calpaína. Vários estudos científicos demonstram que os bovinos *Bos taurus taurus* apresentam carne mais macia que a dos *Bos taurus indicus*, pois os zebuínos apresentam maior atividade das calpastatinas, que inibem a ação das calpaínas sobre a proteólise muscular (BRIDI; CONSTANTINO; TARSITANO, 2011).

Também, os zebuínos apresentam uma precocidade intermediária entre os continentais e britânicos, ou seja, a sua deposição de tecido adiposo é mais tardia quando comparada com os *Bos taurus taurus* britânicos. Um bom grau de acabamento garante a carcaça proteção

contra o frio das câmaras de resfriamento, ou seja, ele garante que a temperatura da carcaça caia gradativamente prevenindo o encurtamento dos sarcômeros e reduzindo as perdas por desidratação no resfriamento. O encurtamento dos sarcômeros provoca o aumento da dureza da carne (BRIDI; CONSTANTINO; TARSITANO, 2011).

Visando atender ao mercado consumidor cada vez mais exigente, inúmeras técnicas estão sendo empregadas na produção de bovinos de corte e na indústria da carne vermelha para melhora na qualidade. Entre estas tecnologias que visam melhorar a qualidade estão a maturação da carne e a administração de vitaminas A, D₃ e E, via intramuscular, durante o período final de confinamento dos animais.

O processo de maturar a carne consiste em deixá-la armazenada sob-refrigeração em baixas temperaturas e embaladas a vácuo por um período de até 21 dias, sendo uma alternativa eficiente para a resolução das diferenças individuais na maciez, entre grupos genéticos e idades dos animais, promovendo um produto mais homogêneo para o consumidor e aumentando seu valor no mercado (MONSÓN; SAÑUDO; SIERRA, 2004).

A vitamina A atua na proteção dos tecidos epiteliais e pode aumentar o marmoreio das carnes (AKIO et al., 1997), segundo Siebert et al. (2006) a utilização da vitamina A foi associada com menor quantidade de gordura intramuscular e com menores porcentagens de ácidos graxos insaturados na carne. Além de exercer alguma atividade antioxidante (MORRISEY et al., 1998). O fornecimento de vitamina D₃ disponibiliza cálcio suficiente para ativar as proteases dependentes de cálcio (μ - e m-calpaínas) e acelera o processo de amaciamento da carne (SWANEK et al., 1999; MONTGOMERY et al., 2000) e, conseqüentemente, diminui o período de maturação da carne, gerando uma economia para a indústria. Já o fornecimento de vitamina E, aumenta a durabilidade dos produtos cárneos, visto que é um potente antioxidante que evita a oxidação do lipídeo e da mioglobina (FAUSTMAN et al., 1989).

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adição subcutânea das vitaminas A, D₃ e E na qualidade da carcaça e carne *in natura* e maturada de bovinos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade da carne

Com a ampliação dos mercados e consumo interno da carne bovina, advindo do aumento de renda da população, as exigências quanto à qualidade do produto se tornam evidentes e assumem proporções importantes dentro da cadeia da carne. A qualidade da carne, no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e sensorial, são os fatores mais importantes para a sua comercialização (BRONDANI et al., 2006).

Segundo Felício (1999), o consumidor bem informado, ao adquirir carne, pressupõe que ela seja proveniente de animais saudáveis, abatidos e processados higienicamente, e que esta condição tenha sido objeto de verificação rigorosa. Deve ser também rica em nutrientes necessários para uma boa saúde, tenha uma aparência típica da espécie a que pertence, e seja bem palatável à mesa.

A qualidade da carne é avaliada pelos atributos sensoriais, que são os de maior interesse do consumidor (cor, maciez, suculência, sabor e odor), tecnológicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (quantidade de gordura, perfil de ácidos graxos e oxidação lipídica) (FELÍCIO, 1997), como também, pelas características voltadas para a forma de produção, processamento e comercialização (LUCHIARI FILHO, 2006).

Melhorias na qualidade da carne podem resultar em aumento no consumo, melhoria no valor dos produtos e, conseqüentemente, o aumento de lucro para todos os segmentos da indústria da carne (HAMILTON et al., 2003).

2.2 Estrutura da carne

A carne é composta basicamente de tecidos adiposo, conectivo, muscular e nervoso e suas propriedades e quantidades são responsáveis pela qualidade da carne (GUIMARÃES; ADELL, 1995).

O tecido adiposo é um tipo especial de tecido conjuntivo, caracterizado pelos adipócitos, que são células especializadas em armazenar lipídios. São de metabolismo lento, apresentam conteúdo citoplasmático reduzido, grandes vesículas preenchidas por lipídios e matriz proteica onde se armazenam os triglicerídeos. Estas são células esféricas onde são armazenadas as gorduras, cujo tamanho varia entre os depósitos (DI MARCO, BARCELLOS; COSTA, 2007).

A gordura é um dos componentes essenciais da dieta humana que pode ser provida pelo consumo de carne. Esta possui elevada concentração de energia e contém ácidos graxos essenciais. Além disso, confere sabor aos alimentos, proporciona uma sensação de maciez durante a mastigação devido à lubrificação, auxilia no transporte e na absorção das vitaminas lipossolúveis A, D, E, e K (VALLE, 2000).

O tecido conjuntivo é subdividido em conjuntivo propriamente dito (típico, colágeno), conjuntivo adiposo e conjuntivo de sustentação (BAILEY; LIGHT, 1989). O colágeno recobre as fibras musculares, feixes e músculos, influenciando diretamente a textura da carne, concomitantemente com o tecido adiposo contribuindo quantitativa e qualitativamente para as propriedades da carne (MCCORMICK, 1994).

Com exceção dos animais excessivamente gordos, os músculos esqueléticos constituem a maior parte (35 a 65%) do peso da carcaça, tornando-se a porção mais importante (LUCHIARI FILHO, 2000).

A carne tem como principal componente o tecido muscular, dividido em esquelético e liso. O primeiro está associado ao controle voluntário e o segundo ao involuntário. Estes são

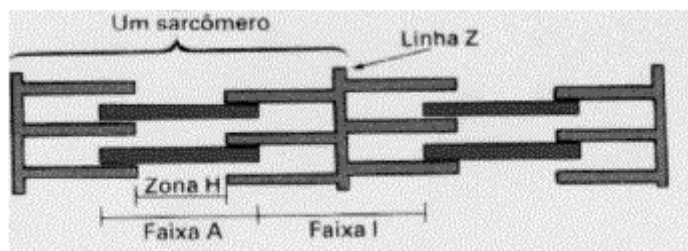
responsáveis pelos movimentos corporais sendo constituídos por feixes musculares que são formados por células alongadas denominadas fibras musculares (ROÇA, 2003).

As fibras musculares são constituídas de uma membrana externa (sarcolema), de um citoplasma diferenciado (sarcoplasma), que está praticamente tomado pelas miofibrilas (ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

As miofibrilas são estruturas cilíndricas, compridas e delgadas com diâmetro de 1 a 2 μm orientadas no sentido longitudinal da fibra muscular, formadas por um agrupamento ordenado de filamentos grossos ou miosina e finos ou actina, paralelos entre si. A distribuição dos filamentos ao longo da miofibrila é responsável pela formação de bandas, a A formada pelos filamentos de miosina e a I formada pelos filamentos de actina, e ao meio dessa se encontra transversalmente a linha Z (HOPKINS; THOMPSON, 2002).

A unidade estrutural repetitiva da miofibrila onde os eventos morfológicos do ciclo de contração e relaxamento do músculo ocorrem é o sarcômero (Figura 1), que é definido como o segmento entre duas linhas Z sucessivas, incluindo, portanto, uma banda A e duas metades de bandas I. Os comprimentos do sarcômero e da banda I variam de acordo com o estado de contração do músculo, enquanto que a banda A permanece constante (GUIMARÃES; ADELL, 1995).

Figura 1- Representação esquemática do sarcômero, banda A, I e linha Z.



Fonte: Vilela (2011)

O tecido nervoso é formado por células altamente especializadas, atuando com uma estrutura sensível a vários tipos de estímulos de origem externa ou interna do organismo. Quando estimulado é capaz de conduzir os impulsos nervosos de maneira rápida e por distâncias relativamente grandes. Os impulsos nervosos transmitidos pelas fibras nervosas, que estão entremeadas no tecido muscular, influenciam a qualidade da carne antes ou durante o abate (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

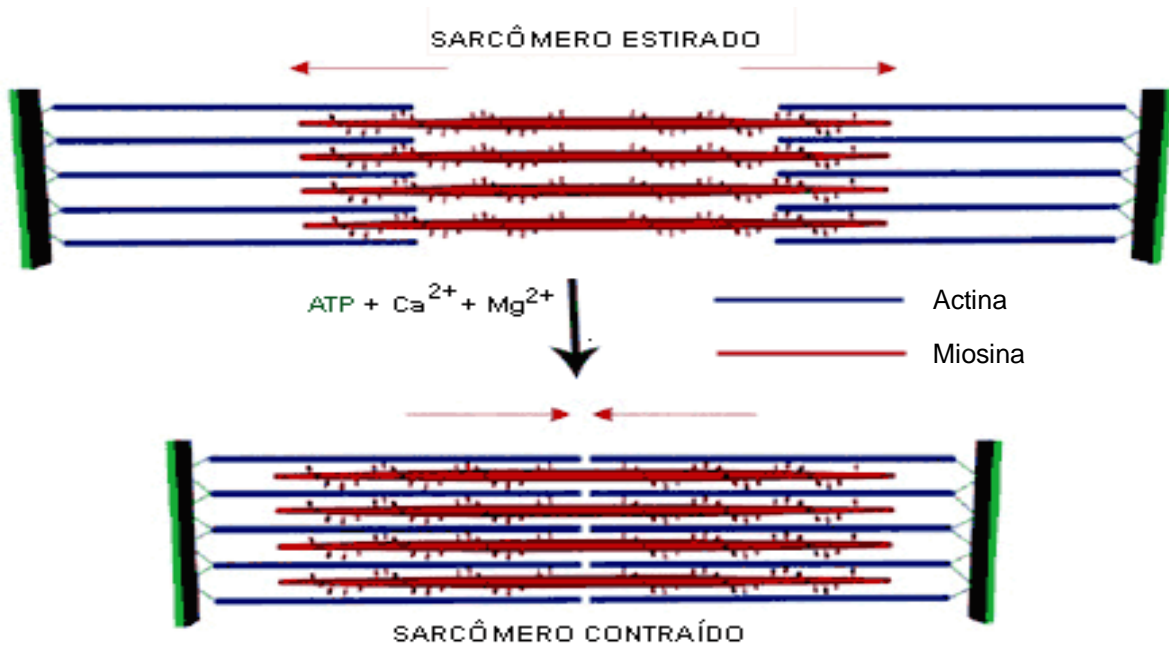
2.3 Contração Muscular

O músculo vivo é um tecido altamente especializado, capaz de converter energia química em mecânica durante sua contração. A habilidade de contrair e relaxar, característica do músculo vivo, é perdida quando o músculo é convertido em carne (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

O primeiro passo na contração (Figura 2) é a passagem do impulso nervoso do cérebro para o músculo. Através de várias alterações químicas e hormonais, um impulso nervoso chega ao retículo sarcoplasmático que armazena cálcio na célula muscular. Essas alterações fazem com que o cálcio seja liberado no sarcoplasma, o qual interage com as proteínas regulatórias nas miofibrilas, permitindo a formação das pontes cruzadas entre as principais proteínas da contração, miosina e actina (BOLES, 2008).

O cálcio também ativa as enzimas que iniciam o metabolismo de energia, permitindo o sincronismo entre a contração muscular e o metabolismo energético. O ATP é hidrolisado e gera o início da contração, fazendo com que os filamentos grossos se sobreponham aos filamentos finos, diminuindo o comprimento do sarcômero. Para desfazer a ligação entre as moléculas de actina e miosina e ocorrer o relaxamento muscular é necessária outra molécula de ATP.

Figura 2- Desenho esquemático de como ocorre a contração muscular.



Fonte: Mecanismo (2012)

Uma série de reações bioquímicas ocorrem após a morte do animal, determinando a qualidade final da carne. Após a morte e, por consequência, com a falência sanguínea, o aporte de oxigênio e o controle nervoso deixam de chegar até a musculatura. O músculo passa a utilizar, então, a via anaeróbica para obter energia, através de um processo contrátil desorganizado; nesse processo há transformação de glicogênio em glicose, e na glicólise ocorre produção de lactato e com isso acidifica-se o meio e baixa o valor do pH (BENDALL, 1973).

Como consequências dessas reações, segundo Bonfim (2004), ocorre um declínio do pH, do ATP muscular e um aumento na dureza do músculo. Esse fenômeno, o *rigor-mortis*, ocorre devido à formação de ligações permanentes entre os filamentos de actina e miosina. Segundo Olivo e Olivo (2006), o músculo torna-se carne somente após a instalação do *rigor-mortis*.

A queda rápida do pH inativa a calpaína causando redução na proteólise das proteínas miofibrilares e conseqüente diminuindo o amaciamento *post mortem*. Claeys et al. (2001), em um estudo com suínos, encontraram uma correlação significativa entre atividades de várias enzimas e valores de pH em uma hora *post mortem*, sugerindo que a queda acelerada do pH *post mortem* resulta em baixa atividade da calpaína devido à desnaturação proteica acentuada.

Maddock et al. (2005), encontraram maior atividade da calpaína em pH 6,5 e a inibição da calpaína pela calpastatina não foi afetada pelo pH, permitindo a atividade proteolítica da calpaína com menores taxas de autólise.

O valor do pH final (valor medido no tempo de 24 h *post mortem*) dependerá diretamente da quantidade de glicogênio presente no músculo, no momento da morte do animal. Com o gasto desses depósitos energéticos, ocorre a formação do ácido láctico, e o processo de relaxamento tende a cessar e o músculo fica contraído (FEIJÓ, 1999).

Segundo Olivo e Olivo (2006), o teor de ácido láctico presente no músculo, além de determinar o pH final da carne, irá determinar a velocidade da instalação do *rigor-mortis*. Normalmente, o pH fisiológico (*in vivo*) de aproximadamente 7,0 diminui para pH final de 5,8. Valores de pH final acima de 5,9 ou abaixo de 5,5 são considerados anormais. Quando o pH estabiliza e atinge o valor final, o mecanismo de contração/relaxamento das miofibrilas (actina e miosina) é interrompido formando um complexo irreversível denominado de acto-miosina, pois não ocorre mais fornecimento de energia pelo sistema homeostático. Neste momento, é determinada a instalação do *rigor-mortis* (músculo se transforma em carne).

2.4 Maturação

Após o estabelecimento do *rigor-mortis* inicia-se o processo e resolução do rigor o qual se caracteriza por uma série de transformações na estrutura miofibrilar. Estas alterações

fazem parte do processo de maturação da carne. A maturação afeta diretamente a força de cisalhamento, melhorando a maciez da carne ao corte (FRENCH et al., 2001).

Mantendo-se os cortes cárneos em embalagem a vácuo e em temperatura de 1°C a 2°C por cerca de 14 dias, ocorre desnaturação proteica, que inicia logo no primeiro dia, desagregando as fibras musculares e ocasionando maciez (KOOHMARAIE, 1996). A ação enzimática não é sobre o complexo acto-miosina, mas sim sobre a linha Z (FEIJÓ, 1999).

O principal efeito desejado pela maturação da carne é o aumento da maciez, seguidos pelo sabor e aroma característicos (ARIMA, 2006).

O processo de amaciamento é iniciado pela atividade das enzimas pertencentes ao sistema denominado calpaínas, que é constituído de duas enzimas, a μ -calpaína ou calpaína do tipo I e a m-calpaína ou calpaína do tipo II, que necessitam de íons Ca^{2+} para iniciarem suas atividades, sendo seu inibidor específico a calpastatina (RUBENSAM, 1999; ROÇA, 2000). Assim, a relação calpastatina/calpaína é um fator importante, pois quanto maior a atividade das calpastatinas, menor será a atividade enzimática das calpaínas e menor a degradação das proteínas da linha Z, tornando a carne menos macia (MORAES, 2004).

Pesquisas recentes têm relatado que as calpaínas são as principais responsáveis pela proteólise *post-mortem*, que conduz a um aumento progressivo na maciez da carne (GOMES, 2007), atuando na digestão das proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C (KUBOTA et al., 1993).

Atuam também no processo de maturação as catepsinas, que são proteases ácidas presentes nos lisossomas, tendo como substrato actina e miosina, atuando em pH mais baixo que as calpaínas. Estas proteases também agem sobre as proteínas do tecido conjuntivo (colágeno) (ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

Os autores Wheeler et al. (1990); Whipple et al. (1990); Shackelford et al. (1991), relataram que a alta atividade da calpastatina é a maior causa dos problemas na maciez da

carne de animais *Bos indicus*, afirmando que a intensa atividade dessas enzimas inibem a ação das proteinases calpaínas, bloqueando o processo *post mortem* natural de amaciamento da carne (KOOHMARAIE, 1992).

Segundo Hornstein e Wassermam (1994) outro fator que afeta a maciez da carne é o colágeno. Para tanto, afirmam que o calor solubiliza o tecido conjuntivo e as proteínas miofibrilares são coaguladas se tornando mais duras, podendo então influenciar significativamente na dureza, suculência e sabor da carne.

Oliveira, Soares e Antunes (1998), confirmam que a maturação da carne bovina resulta em maior solubilidade do colágeno e menor perda de peso por cozimento. Conforme aumento no tempo de maturação, ocorre decréscimo correspondente no índice de perda de água por cozimento e aumento nos valores de pH.

O processo de maturar a carne é uma alternativa eficiente para a resolução das diferenças na maciez, entre indivíduos, grupos genéticos e idades dos animais, promovendo um produto mais homogêneo para o consumidor e aumentando seu valor no mercado (MONSÓN; SAÑUDO; SIERRA, 2004).

Em um trabalho realizado por Bianchini et al. (2007), a carne dos animais Nelore apresentou maior força de cisalhamento no dia zero de maturação (4,98) em comparação aos Simental (3,33) e Simbrasil (3,13) e não diferiu da carne dos ½ Simental × Nelore (4,45). Aos sete dias de maturação, essas diferenças se atenuaram e os valores se tornaram semelhantes. O mesmo resultado foi observado quando se realizou a maturação por 14 dias.

Esses resultados corroboram relatos de Koohmaraie, Doumit e Wheeler (1996) de que 46% das variações na maciez da carne decorrem da genética do animal, fenômeno relacionado à atividade das calpastatinas que em 24 horas *post mortem* é maior nos animais *Bos indicus*.

2.5 Vitaminas A, D₃ e E

Segundo Combs Junior (1992), as vitaminas são substâncias orgânicas de baixo peso molecular, que têm papéis importantes no metabolismo. Poucas vitaminas são substâncias simples; quase todas são famílias de substâncias químicas relacionadas. As famílias são quimicamente heterogêneas, por isso é conveniente considerar as suas propriedades físicas para realizar uma classificação das vitaminas em geral. As vitaminas lipossolúveis são: vitamina A, D, E e K; e as hidrossolúveis são: tiamina, niacina, biotina, folato, vitamina C, riboflavina, vitamina B6, ácido pantotênico e vitamina B12.

A carne apresenta todas as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), as hidrossolúveis do complexo B (tiamina, riboflavina, nicotinamida, piridoxina, ácido pantotênico, ácido fólico, niacina, cobalamina e biotina) e um pouco de vitamina C (FEIJÓ, 1999).

A vitamina A é essencial para o crescimento normal dos ossos e para a manutenção normal do tecido epitelial (BERG et al., 2008), sendo preconizado pelo NRC (1996) a utilização de 2200 UI/kg para bovinos de corte em fase de crescimento e terminação.

Um derivado da vitamina A, o ácido retinóico, regula a diferenciação e a proliferação celular, explicando o fato de essa vitamina ser importante no crescimento, e ainda impede o processo de diferenciação adipogênica, e com isso à marmorização (OKA et al., 1998).

Segundo Siebert et al. (2006), a retirada da vitamina A da dieta, ou restrição do seu consumo em experimentos com ruminantes, aumentou o índice de gordura intramuscular, resultando em um significativo aumento dos ácidos graxos monoinsaturados nos músculos de bovinos. Portanto, a suplementação com vitamina A foi associada com menor quantidade de gordura intramuscular e com menores porcentagens de ácidos graxos insaturados na carne, levando a menores níveis de oxidação lipídica.

A limitação da vitamina A, ou a restrição da suplementação, durante a fase de terminação de bovinos favorece a absorção de vitamina E o que pode causar um efeito positivo na cor dos cortes cárneos durante a exposição em varejo e na oxidação lipídica, visto que, a vitamina E é um antioxidante (DANIEL et al., 2009).

Wang et al. (2007), testaram quatro níveis de vitamina A na suplementação de novilhos (0, 1100, 2200 e 4400 UI/kg MS) e constataram que a quantidade mediana de suplementação aumentou a taxa de crescimento dos animais.

O excesso de vitamina A na ração diminuiu a taxa de crescimento aos 12 meses de idade, a deposição de marmoreio diminuiu com o incremento do nível de suplementação. Além disso, o nível dietético de vitamina A diminuiu a oxidação dos lipídios e dos pigmentos (WANG et al., 2007).

Uma alternativa de manejo alimentar associada com a maciez da carne é o fornecimento em níveis de médios a altos por via oral de vitamina D₃ aos animais. O requerimento de vitamina D para bovinos de corte é 275UI/Kg de matéria seca, sendo que uma unidade internacional de vitamina D é definida como 0,025 µg de colecalciferol (D₃) (NRC, 1996).

A vitamina D₃ aumenta a concentração plasmática de Ca²⁺ por estimular a absorção intestinal e a reabsorção renal e ainda pela mobilização desses íons dos ossos. Além dessa mobilização, a vitamina D₃ estimula a entrada de Ca²⁺ em células da musculatura esquelética (ALVES; MANCIO, 2007).

Os zebuínos apresentam maiores concentrações de calpastatina, inibidora das proteases dependentes de cálcio (μ -e m-calpaínas), responsável pela maciez da carne (MONTGOMERY et al., 2000). Deste modo, o uso da vitamina D₃ no amaciamento da carne disponibilizaria cálcio suficiente para ativar as proteases dependentes de cálcio (μ -e m-

calpains) e acelerar o processo de amaciamento da carne (SWANEK et al., 1999; MONTGOMERY et al., 2000).

Um trabalho de Swanek et al. (1999) demonstraram que o fornecimento de 7,6 milhões de UI/animal de vitamina D₃ durante 10 dias antes do abate, permitiu uma quantidade de Ca²⁺ livre no *longissimus dorsi* suficiente para ativar calpaína I e II, e conseqüentemente, promover o amaciamento da carne.

Em estudos realizados por Montgomery et al. (2004) para investigar a resposta do fornecimento de vitamina D₃ via alimentação antes do abate sobre a maciez de músculos de bovinos. Os autores constataram que a suplementação de vitamina D₃ aumentou a concentração muscular de Ca²⁺, aumentou a degradação da proteína miofibrilar troponina-T, e melhorou maciez da carne de uma variedade de músculos na carcaça dos bovinos.

O NRC (1996) estabeleceu o requerimento de vitamina E para bovinos jovens entre 15 e 60 UI/Kg de MS. Segundo Combs Junior (1992), a vitamina E é um ponto focal para dois grandes temas: antioxidantes biológicos e danos na peroxidação lipídica. Tem importância fundamental na integridade da membrana de todas as células corporais. Sua atividade antioxidante envolve a redução de radicais livres, protegendo contra as reações potencialmente deletérias dos radicais livres altamente reativos.

Promove ainda, uma proteção das membranas biológicas e pigmentos musculares de danos oxidativos, garantindo a estabilidade da coloração e conseqüentemente, aumenta o prazo de validade, por meio do acúmulo de α -tocoferol no músculo (ARNOLD et al., 1992).

Os radicais livres são neutralizados pelo α -tocoferol antes que a oxidação se propague entre ácidos graxos altamente insaturados em membranas celulares e subcelulares (LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995).

Para verificar a preferência dos consumidores pela carne de animais suplementados com vitamina E, Sanders et al. (1997) realizaram um estudo e os resultados indicaram que

91% dos participantes preferiram carne de bovinos suplementados (1000 e 2000 UI) ao invés da carne de animais não suplementados, em função da vitamina E ter promovido melhor estabilidade da coloração da carne.

Yang et al. (2002) suplementaram novilhos cruzados Hereford com as doses diárias de 2500 UI/animal de acetato de α -tocoferol, por um período de 132 dias. Avaliaram a coloração da carne pelo método CIELAB (L^* , a^* , b^*) de amostras do músculo *longissimus dorsi*, embaladas em filme permeável ao oxigênio e estocadas por 7 dias a 4°C. Os resultados demonstraram que a suplementação não melhorou a estabilidade da cor de carnes frescas expostas por sete dias, em animais alimentados com dietas ricas em grãos.

REFERÊNCIAS

- AKIO O. et al. Influence of Vitamin A on the Quality of Beef from the Tajima Strain of Japanese Black Cattle. **Meat Science**, v. 1/2, p. 159-167, 1997.
- ALVES, D.D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.
- ALVES, D.D.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina - Uma revisão: **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**.Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216, 2007.
- ARIMA, H.K. Maturação de carnes. In: CASTILHO, C.J.C. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p.153-172
- ARNOLD, R.N. et al. Effect of long- or short-term feeding of a-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3055 - 3065, 1992.
- BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. **The Connective Tissue of Meat and Meat products**. Elsevier Applied Science, London, UK; 1989.
- BENDALL, J.R. Postmortem changes in muscle. In: BOURNE, G.H. (Ed.). **The structure and function of muscle**. v. 2. New York: Academic Press, 1973. p. 244-309.
- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. Metabolismo: esboço e conceitos básicos. **Bioquímica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. C. 15, p. 413-436.
- BIANCHINI, W. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, Dez. 2007.
- BOLES, J.A. **Thermal processing of meat**. In Handbook of Meat Processing. Edited by Fidel Toldrá, Wiley-Blackwell, Ames, IA, 2008.
- BONFIM, L. **Carne maturada**: entendendo o processo de maturação de carnes. Betim/MG: PUC, 2004.
- BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M.A. Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. In: Simpósio de Produção Animal a Pasto - SIMPAPASTO, v. 1, 2011, Maringá, PR. **Anais**. Maringá: Sthampa Gráfica e Editora, p. 311 - 332, 2011.
- BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35: 2034-2042, 2006.

CLAEYS, E. et al. Effect of rate of pH decline on muscle enzyme activities in two pig lines. **Meat Science**, v. 57(3), 257–263, 2001.

COMBS JUNIOR, G.F. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. San Diego: Academic Press, Cap 5-7, p.119-204, 1992.

DANIEL, M.J. et al. Effects of dietary vitamin A restriction during finishing on color display life, lipid oxidation, and sensory traits of *longissimus* and *triceps brachii* steaks from early and traditionally weaned steers. **Meat Science**, v.81, p.15-21, 2009.

DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. UFRGS. Porto Alegre – Brasil. 2007, 276p.

FAUSTMAN, C. et al. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steers beef by dietary supplementation with vitamin E. **Journal Food Science**. v. 54, p. 858- 862, 1989.

FEIJÓ, G.L.D. **Curso Conhecendo a Carne que Você Consome**. Qualidade da carne bovina. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. 25p.

FELÍCIO, P.E. de. In: XXXVI Reunião Anual da SBZ, Porto Alegre, 1999, Rio Grande do Sul. **Anais**. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

FELÍCIO, P.E. **Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina**. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). **Produção de Novilho de Corte**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, v. Único, p.79-97, 1997,

FRENCH, P. et al. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. **Meat Science**, v.57, p.379-386, 2001.

GOMES, H.F.B. **Contribuição das proteinases do músculo para a maciez da carne**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho- Botucatu, setembro 2007.

GUIMARÃES, J.L., ADELL, E.A.A. **Estrutura e bioquímica do músculo**. Apostila do Laboratório de Carnes. DTA-FEA-UNICAMP, Junho de 1995.

HAMILTON, D.N. et al. Effect of level, source, and time of feeding prior to slaughter of supplementary dietary magnesium on pork quality. **Meat Science** v.65, p.853–857, 2003.

HOPKINS, D.L.; THOMPSON, J.M. The degradation of myofibrillar proteins in beef and lamb meat using denaturing electrophoresis – an overview. **Journal of Muscle Foods**, v.13, p.81–102, 2002.

HORNSTEIN. I.; WASSERMAN, A. **Características organolépticas de las carnes**. In: ed. Price, J. SCHWIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2ªed.Zaragoza: Ed. Acribia, p.279-297, 1994.

KOOHMARIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat Science**, vol. 43, n. S, p.193-201, 1996.

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

KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. **Reciprocal Meat Conference**. v. 45, 63–71, 1992.

KUBOTA, E.H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 200, out., p. 12-15, 1993.

LIU, Q.; LANARI, M.C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3131-3140, 1995.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed.-São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000.134p.

LUCHIARI FILHO, A. Produção de carne bovina no Brasil. Qualidade, quantidade ou ambas? In: II SIMBOI - **Simposio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte**, 2, 2006, Brasília, DF. Brasília, DF: SIMBOI, 2006.

MADDOCK, K.R. et al. Effect of pH and ionic strength on l-calpain and mcalpain inhibition by calpastatin. **Journal of Animal Science**, v. 83, 1370–1376, 2005.

MCCORMICK, R.J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**, v. 36, p. 79-91, 1994.

MECANISMO da contração Muscular. Disponível em:<<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/FisiologiaAnimal/sustentacao8.php>>. Acesso em 15 Jan. 2012.

MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, v.68, p.595-602, 2004.

MONTGOMERY, J.L. et al. The use of vitamin D3 to improve beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2615-2621, 2000.

MONTGOMERY, J.L. et al. Supplemental vitamin D3 concentration and biological type of steers. II. Tenderness, quality, and residues of beef. **Journal of animal science**. 2004.

MORAES, M.S. **Maturação da carne bovina**. 2004. 43f. Monografia (Especialização em Qualidade de Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília. 2004.

MORRISEY, P.A. et al. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v. 49, p 73 - 86, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Vitamin Tolerance of domestic Animals**. 7.ed. Washington: National Academy Press. 1996. 242p.

OKA, A. et al. Influence of Vitamin A on the Quality of Beef from the Tajima Strain of Japanese Black Cattle. **Meat Science**, v. 48, n.1/2, p.159-167, 1998.

OLIVEIRA, L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P. L. Influência da Maturação de Carne Bovina na Solubilidade do Colágeno e Perdas de Peso por Cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, nº3, p.166-171, 1998.

OLIVO, R.; OLIVO N. **O mundo das carnes**. Criciúma: Varela, 2006.

ROÇA, R.O. **Estrutura dos Músculos e Tecidos Anexos**. Laboratório de Tecnologia dos produtos de origem animal da Faculdade de Ciências Agronômicas: Botucatu, UNESP, 2003.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2000, 202p.

RUBENSAM, J.M. **Estudo sobre atividade de calpastatina em carne bovina e obtenção de anticorpo policlonal anti GST-calpastatina**. 1999. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas. 1999

SANDERS, S.K. et al. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2634-2640, 1997.

SARCINELLI, M.F., VENTURINI, K.S., SILVA, L.C. **Estrutura da Carne**. Boletim Técnico - PIE-UFES:01807 Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007.

SHACKELFORD, S.D. et al. Predictors of beef tenderness: Development and verification. **Journal of Food Science**. 56: 1130–1135, 1991.

SIEBERT, B.D. et al. Effect of low vitamin A status on fat deposition and fatty acid desaturation in beef cattle. **Lipids**, v.41, n.4, p.365-370, 2006.

SWANEK, S.S. et al. Vitamin D3 supplementation of beef steers increases longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**. v. 77, p. 874– 881, 1999.

USDA. **United States Department of Agriculture**. Disponível em <<http://www.usda.gov/>>. Acessado em março de 2012.

VALLE, E. R. do. **Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte. Documentos 100, 33 p. 2000.

VILELA, A.L.M. **Anatomia e fisiologia humana: sistema muscular**. Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/sustenta/Sustenta4.asp>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

WANG, W. J. et al. Effects of vitamin A supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality in Limosin · Luxi crossbreed steers fed a wheat straw-based diet. **Meat Science**. v. 77, p. 450 – 458, 2007.

WHEELER, T. L. et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**. v. 68 4206–4220,1990.

WHIPPLE, G. M. et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos taurus and Bos indicus cattle. **Journal of Animal Science**. v.68, 2716–2728 1990.

YANG, A. et al. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain- feed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, v. 60, p. 41 – 50, 2002.

**Efeitos das vitaminas A, D₃ e E injetáveis sobre
características de carcaça e qualidade de carne de bovinos
Charolês x Nelore**

O artigo a seguir está redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia e será traduzido após a aprovação, com as devidas correções.

EFEITOS DAS VITAMINAS A, D₃ e E INJETÁVEIS SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS CHAROLÊS x NELORE

RESUMO: Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito da adição subcutânea das vitaminas A, D₃ e E na qualidade da carcaça e carne de bovinos Charolês x Nelore. O trabalho foi realizado no confinamento da Fazenda Araucária, localizada no município de Luiziana – PR e no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizados 38 bovinos inteiros, provenientes de cruzamento industrial, com peso vivo inicial médio de $330 \pm 6,11$ kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos: tratamento um com 10 animais, tratamento dois com oito, tratamento três com nove, e tratamento quatro com 11 animais. Os tratamentos foram doses de 0, 5, 10 e 15 mL de vitaminas A, D₃ e E. A aplicação das vitaminas foi realizada 56 dias antes do abate. Ocorreu efeito quadrático sobre o peso vivo, comprimento de carcaça, perímetro de perna e grau de acabamento, e um efeito linear crescente sobre o comprimento de perna e linear decrescente sobre as variáveis da cor L, a*, croma e oxidação lipídica. As dosagens de vitamina A, D₃ e E apresentaram aumento significativo em peso vivo, comprimento da carcaça e perímetro de perna até valores próximos de 8 mL de vitaminas. O comprimento de perna de bovinos aumentou e a oxidação lipídica diminuiu conforme aumentou a dose de vitaminas A, D₃ e E até 15 mL. A carne bovina sob efeito da administração crescente das vitaminas A, D₃, E apresentou-se mais escura, menos saturada e com menor intensidade da cor vermelha, ficando menos atrativa aos olhos do consumidor.

Palavras chave: grau de acabamento, luminosidade, peso vivo, vitaminas lipossolúveis

THE A, D₃ AND E VITAMINS INFLUENCE IN CARCASS AND MEAT OF CHAROLAIS X NELLORE CATTLE

ABSTRACT: The experiment was conducted at Araucaria farm, located in Luiziana – PR and in the laboratory of analysis of products of animal origin in the Universidade estadual de Londrina. The aim with this study was evaluate the subcutaneous addition effect of the A, D₃, E vitamins in carcass and meat quality of cattle Charolais x Nelore. Were used 38 males Charolais x Nelore cattle $330 \pm 6,11$ kg weighted. The animals were randomly distributed in four treatments: treatment one with 10 animals, treatment two with eight, treatment three with nine, and treatment four with 11 animals. Each treatment was 0, 5, 10 and 15 mL of A, D₃, E vitamins consecutively, the vitamins application was done once coinciding with first weighting day, 56 days before slaughtering. In this study, the cattle performance characteristics, carcass and meat were evaluated, the vitamins resulted in a quadratic effect to live weight, carcass length, leg perimeter, and finishing carcass degree, an growing linear effect to leg length was observed, and a decreasing linear effect to the lipid oxidation, L, a* and chroma color variables. The A, D₃, E vitamin doses showed a significant increase in live weight, carcass length, and leg perimeter until values close to 8 mL of vitamins, the cattle leg length increased and the lipid oxidation decreased with increasing the doses of A, D₃, E vitamin until 15 mL. The cattle beef under effect of increasing vitamins doses, became darker, less saturated, less intensity of redness, becoming less appealing to the consumers.

Key words: fat-soluble vitamin, finishing degree, live weight, luminosity

Introdução

Melhorias na qualidade da carne podem resultar em aumento no consumo, melhoria no valor dos produtos e, conseqüentemente, o aumento de lucro para todos os segmentos da indústria da carne (Hamilton et al., 2003).

Segundo Brondani et al. (2006), visando atender o mercado consumidor cada vez mais exigente, inúmeras técnicas estão sendo empregadas na indústria da carne vermelha e na produção de bovinos de corte para melhorar a qualidade da carne. Uma tecnologia que pode ser utilizada visando melhorar essa qualidade é a administração de vitaminas A, D₃ e E, injetável, durante o período final de confinamento dos animais.

A vitamina A é essencial para o crescimento normal dos ossos e para a manutenção do tecido epitelial. O ácido retinóico, um derivado da vitamina A, regula a diferenciação e a proliferação celular, impedindo o processo de diferenciação adipogênica. Conseqüentemente, é possível que a vitamina A influencie na diferenciação dos adipócitos e com isso na marmorização da carne (Oka et al., 1998).

As necessidades de vitamina D para bovinos são supridas através de síntese na derme em exposição à luz solar. A ocorrência de deficiência em condições tropicais é muito rara. A inclusão da vitamina D em compostos para administração parenteral, como ADE injetável, deve-se ao fato da vitamina D agir como elemento protetor e moderador da ação de vitamina A. Além do raquitismo a deficiência de vitamina D pode levar a uma diminuição no crescimento e no consumo de alimentos, desempenho ósseo anormal e laminite (Corbett, 1990).

O fornecimento de médios a altos níveis de Vitamina D₃, segundo Swanek et al. (1999), aumentam os níveis de cálcio no músculo. Com isso, ocorre a ativação das proteases dependentes de cálcio, as calpaínas, responsáveis pela maciez da carne, acelerando o processo de amaciamento da carne.

Estudos indicam que o suplemento dietético da vitamina E para gado de corte, aumenta a concentração do α -tocoferol no músculo e em suas frações subcelulares membranosas. A concentração aumentada do α -tocoferol no tecido protege não somente os lipídios da membrana, mas também a mioglobina da oxidação. Isto resulta no atraso da descoloração da carne e na supressão da rancificação lipídica (Liu et al., 1995).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho, as características da carcaça e qualidade de carne de bovinos Charolês x Nelore, submetidos a injeção subcutânea de dosagens de vitaminas A, D₃ e E.

Material e métodos

O trabalho foi realizado no confinamento da Fazenda Araucária, localizada no município de Luiziana – PR e no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal da Universidade Estadual de Londrina. Foram utilizados 38 bovinos inteiros, cruza de machos Charolês com fêmeas Nelore de 18 meses de idade e peso inicial médio de $330 \pm 6,11$ kg. Estes animais permaneceram confinados nos meses de setembro e outubro em baias coletivas semi cobertas, e foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos (tabela 1) com 10 animais no tratamento um, oito no tratamento dois, nove no tratamento três e 11 no tratamento quatro, sendo que cada tratamento consistiu em:

- Tratamento um (T1): aplicação subcutânea de 10 mL de solução fisiológica;
- Tratamento dois (T2): aplicação subcutânea de 5 mL do produto comercial ADE Injetável Emulsificável Pfizer®;
- Tratamento três (T3): aplicação subcutânea de 10 mL do produto comercial ADE Injetável Emulsificável Pfizer®;
- Tratamento quatro (T4): aplicação subcutânea de 15 mL do produto comercial ADE Injetável Emulsificável Pfizer®;

Tabela 1- Quantidade de vitamina por dose do produto comercial ADE Injetável Emulsificável Pfizer®

Vitamina	Quantidade de vitamina por dosagem (UI)			
	0 mL	5 mL	10 mL	15mL
A	0	1.250.000	2.500.000	3.750.000
D ₃	0	350.000	700.000	1.050.000
E	0	350	700	1050

A aplicação dos produtos supracitados foi realizada apenas uma vez, coincidindo com o dia da primeira pesagem dos animais, 56 dias antes do abate. Durante o período

experimental, os animais foram mantidos em piquete de confinamento semicobertos, com cocho para alimentação e bebedouros com boias.

Os animais foram alimentados à vontade, cinco vezes ao dia, sendo as rações isonutrientes (Tabela 2) oferecidas ao longo do dia.

Tabela 2- Composição da ração isonutriente fornecida aos bovinos

Ingredientes na ração	Kg Mn* consumido por dia
Bagaço de cana	2,40
Quirera de milho	4,33
Casca de soja	4,11
Uréia	0,04
Calcário	0,05
Núcleo Mineral	0,04
Composição bromatológica da ração	
Proteína Bruta	10,1 %
NDT*	74,0 %
FDN*	44,0 %
Matéria seca	81,0 %
Composição Núcleo Mineral	
Ca	120 g/kg
Na	80 g/kg
S	80 g/kg
Co	15 mg/kg
Cu	800 mg/kg
I	120 mg/kg
Mn	1.500 mg/kg
Se	20 mg/kg
Zn	6.000 mg/kg
Ionóforo	5.000 mg/kg**
Levedura	125 g/kg***

*Mn= Matéria natural; NDT= Nitrogênio digestível total; FDN= Fibra em detergente neutro

**Lasalocida sódica da Alpharma (Tauftec®), preconizando 5.000 mg/kg.

***Levedura *Saccharomyces cerevisiae* da Lesaffre (Procreatin 7® – 1 x 1010), preconizando 125 gramas/kg.

O período experimental teve duração de 56 dias, foram realizadas três pesagens com intervalos de 28 dias, submetendo os animais ao jejum de sólidos de 12 horas antes de cada pesagem.

Os animais com peso médio de 437,08 kg \pm 15,06 foram abatidos em frigorífico comercial, sob Serviço de Inspeção Estadual (SIP), localizado no município de Campo

Mourão - PR, O manejo pré-abate constituiu em dieta hídrica e jejum de 23 horas, sendo 12 horas antes do embarque, uma hora em transporte e 10 horas de descanso nas baias do frigorífico.

O abate foi precedido de insensibilização com pistola pneumática de penetração. A sangria foi feita imediatamente após a insensibilização através do corte dos grandes vasos, seguindo as normas do abate humanitário (BRASIL, 2000). As meias carcaças direita foram identificadas com lacres individuais e após a pesagem, foram mantidas em câmara fria por um período de 24 horas à temperatura de refrigeração.

Foram determinados o pH inicial (45 minutos após o abate) e o final (24 horas *post mortem*) no músculo *longissimus dorsi* da meia carcaça direita, na altura da 12^a costela usando um potenciômetro digital, com sonda de penetração (Testo 205).

O rendimento de carcaça quente foi obtido a partir do peso da carcaça quente (PCQ), determinado ao abate, multiplicado por 100 e dividido pelo peso vivo (PV) do animal antes do envio ao frigorífico.

Após 24 horas de resfriamento, as carcaças foram pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça resfriada (PCR). As meias carcaças direita foram seccionadas entre a 12^a e 13^a costelas para avaliação da área de olho de lombo (AOL) e profundidade do músculo *longissimus dorsi* (PM). Após essas mensurações foi retirada uma amostra de 35 cm do músculo *longissimus dorsi* (contra-filé), entre a 12^a e 13^a costelas em sentido caudal - cranial, para realização das análises de força de cisalhamento, cor (valor de L*, a*, b*, croma e tonalidade), taxa de marmoreio, análise sensorial, índice de fragmentação miofibrilar, centesimal (umidade, proteínas, lipídios, cinzas) e oxidação lipídica.

As amostras foram identificadas e embaladas à vácuo pela seladora da marca SELOVAC em filme flexível de alta barreira Polifilm[®] e foram congeladas em freezer

comercial à temperatura mínima de -18°C imediatamente após serem embaladas para posterior análise.

Para avaliar a maciez, a carne foi descongelada por 24 horas em refrigerador a temperatura de $\pm 4^{\circ}\text{C}$ e então foi assada em forno elétrico pré-aquecido a 180°C até atingirem a temperatura interna de 72°C . Após a cocção, as amostras foram armazenadas por 24 horas a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sendo então retiradas de cada amostra seis sub-amostras cilíndricas de 2,5 cm de comprimento e 1,27 cm de diâmetro, utilizando-se um amostrador de aço. A força de cisalhamento foi medida perpendicularmente à orientação das fibras musculares, com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i (Whipple et al., 1990). As velocidades utilizadas foram de 5mm/s no pré e pós-teste e de 2mm/s no teste.

A cor foi analisada através do aparelho colorímetro portátil para avaliação dos componentes L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul) pelo sistema CIELAB (MINOLTA, 1998). Os valores de a^* e b^* foram utilizados para calcular o croma e a tonalidade da carne. Em cada amostra mediu-se a cor em três pontos distintos.

A taxa de marmoreio foi subjetivamente avaliada utilizando-se padrões fotográficos (American Meat Science Association, 2001), onde foram atribuídas notas de um a cinco (um = traços de marmoreio e cinco = marmoreio abundante).

A análise sensorial foi realizada por uma equipe composta por 10 provadores pré-selecionados. Utilizou-se uma escala estruturada numérica de um a nove pontos (um extremamente aceitável e nove extremamente inaceitável) para o parâmetro de aceitabilidade global da amostra; para o odor e suculência da amostra as escalas foram de um a cinco (odor: um extremamente intenso e cinco nenhum; suculência: um nenhuma e cinco alta); para o parâmetro maciez a escala foi de um a sete (um muito dura e sete muito macia). As amostras

foram preparadas em forno pré-aquecido a 180°C e assadas até atingirem a temperatura interna de 72°C. Os provadores receberam para a avaliação quatro amostras, sendo uma de cada tratamento (ABNT, 1993).

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi avaliado pelo método proposto por Culler et al. (1978), conforme segue a extração das miofibrilas. Foram utilizados 4 g do músculo livre de gordura e tecido conectivo. As amostras foram homogeneizadas em Ultraturax a 9500 rpm em 20 mL de tampão a 2°C por 40 segundos. Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 3500 rpm por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante descartado. O precipitado ressuspendido com 20 mL do tampão e as amostras foram novamente centrifugadas e o sobrenadante descartado. O precipitado foi então ressuspendido com 10 mL de tampão e submetido ao vórtex até que a amostra estivesse homogênea para ser filtrada em peneira com malha de polietileno (18 mesh) para remover o tecido conectivo. Adicionou-se mais 10 mL de tampão para lavar o tubo e auxiliar na filtragem. A extração foi conduzida em duplicata.

A análise centesimal do músculo quantificou matéria seca, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo, segundo metodologia citada por Bridi & Silva (2009).

A análise de oxidação lipídica foi determinada usando a metodologia proposta por Pikul et al. (1989), onde pesa-se aproximadamente 5 g e homogeneiza-se com 25 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5%. O sobrenadante foi filtrado e alíquotas de 4 mL foram misturadas com 5 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA à 0,02 M) e colocadas em banho fervente por 45 minutos, esfriadas e lidas em espectrofotômetro a 538 nm.

O delineamento experimental foi completamente casualizado e a análise estatística foi realizada com auxílio do programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.1). Os dados foram submetidos à análise de variância com derivação de

polinômios (análise de regressão), para análise do peso final, o peso inicial foi utilizado como covariável.

Resultados e Discussão

Para os resultados de peso final (Tabela 3) e grau de acabamento (Tabela 5) as vitaminas A, D₃ e E, causaram um efeito quadrático. O peso final aumentou até atingir o ponto de máximo com 7,62 mL de A, D₃ e E, diminuindo posteriormente até os 15 mL. Já o grau de acabamento diminuiu até chegar no mínimo em 7,68 mL de vitaminas, mas voltou a aumentar até a dosagem de 15 mL de vitamina A, D₃ e E.

Tabela 3- Médias observadas e desvios-padrão de ganho de peso, peso inicial e peso final de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D₃ e E, 56 dias antes do abate.

Dose A D ₃ E (mL)	Ganho de peso (kg)	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)
0	1,36±0,21	356,40±10,71	432,40±12,28
5	1,52±0,26	358,37±13,51	443,37±14,42
10	1,42±0,22	361,11±9,70	440,67±15,76
15	1,38±0,29	356,45±13,19	433,82±16,80
Regressão	NS	NS	Q ¹
CV(%)	17,70	3,32	3,43

NS- não significativo (P>0,05); Q¹ Quadrático $Y=432,812+2,68425x-0,176143x^2$ ($R^2=0,95$) (P<0,05); CV- coeficiente de variação

Os efeitos causados ocorreram provavelmente devido à influência das vitaminas A e D₃, pois o peso final dos animais desempenhou o mesmo comportamento do comprimento de carcaça (Tabela 5). Porém, esse aumento no tamanho da carcaça desfavoreceu o grau de acabamento, pois os animais tiveram maior peso final e maior comprimento de carcaça, sendo um animal mais tardio, leva mais tempo para depositar gordura, resultando em menor grau de acabamento.

As variáveis de peso de carcaça quente e resfriada e rendimento de carcaça, apresentadas na Tabela 4, não sofreram efeito das diferentes dosagens de vitamina A, D₃ e E.

Tabela 4- Médias observadas e desvios-padrão de peso de carcaça quente, peso de carcaça resfriada e rendimento de carcaça de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D3 e E, 56 dias antes do abate.

Dose A D ₃ E (mL)	Peso de carcaça quente (kg)	Peso de carcaça resfriada (kg)	Rendimento de carcaça (%)
0	246,50±8,10	244,70±7,25	57,02±1,74
5	251,87±8,95	249,01±9,61	56,82±1,40
10	252,78±10,41	250,80±8,38	57,36±1,30
15	248,27±13,00	246,20±12,21	57,22±1,57
Regressão	NS	NS	NS
CV(%)	4,18	3,90	2,68

NS- não significativo (P>0,05); CV- coeficiente de variação

Esses resultados concordam com os encontrados por Baldin (2010), que não observou diferença significativa para peso de carcaça quente e rendimento de carcaça de bovinos após suplementação de 1300 UI de vitamina E por dia durante 47 dias e 7,5 x 10⁶ UI de vitamina D₃ por dia durante 10 dias na ração.

O comportamento quadrático observado no comprimento de carcaça com ponto de máximo de 8,61 mL e perímetro de perna com ponto de máximo de 8,70 mL de vitaminas A, D₃ e E demonstraram um melhor desenvolvimento dos animais.

Fato esse que pode ser atribuído a baixa idade dos bovinos, de um ano e meio, não tendo assim terminado o crescimento completo dos ossos. Portanto, as dosagens de vitaminas até 10 mL deram um melhor aporte de cálcio, que gerou um pequeno aumento no comprimento da carcaça. Porém, a dosagem mais elevada, de 15 mL, acarretou em um declínio nesse crescimento. Esse comportamento não foi observado para comprimento de perna, o qual teve um desenvolvimento linear crescente em função do aumento da dosagem.

A vitamina D₃ aumenta a concentração plasmática de Ca²⁺ por estimular a absorção intestinal e a reabsorção renal de Ca²⁺ (Alves & Mancio, 2007), deixando esse cálcio livre permitindo a sua utilização para esse aumento no comprimento da carcaça.

Tabela 5- Médias observadas e desvios-padrão de grau de acabamento, conformação, comprimento de carcaça, perímetro de perna e comprimento de perna de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D3 e E, 56 dias antes do abate.

Dose de vitamina AD ₃ E (mL)	Grau de acabamento	Conformação	Comprimento de Carcaça (cm)	Perímetro de Perna (cm)	Comprimento de Perna (cm)
0	3,10±0,46	2,20±0,63	126,10±2,73	107,05±2,11	78,40±2,04
5	2,87±0,95	1,87±0,64	129,41±3,72	108,31±1,56	79,00±1,44
10	2,55±0,30	1,56±0,53	130,56±2,13	109,72±2,21	79,67±1,32
15	3,14±1,45	1,91±0,83	127,95±2,77	107,91±2,52	80,14±2,80
Regressão	Q ¹	NS	Q ²	Q ³	L
CV (%)	19,42	35,76	2,22	2,00	2,60

NS- não significativo (P>0,05); Q¹ Quadrático $Y=3,14295-0,127184x+0,00827609x^2$ (R²=0,79) (P<0,05); Q² Quadrático $Y=126,032+1,02445x-0,0594802x^2$ (R²=0,99) (P<0,05); Q³ Quadrático $Y=106,904+0,548217x-0,0314949x^2$ (R²=0,86) (P<0,05); L Linear $Y=78,4199+0,117102x$ (R²=1,00) (P<0,05); CV- coeficiente de variação

Wang et al. (2007), testaram quatro níveis de vitamina A (0, 1100, 2200 e 4400 UI/kg MS) na suplementação de novilhos e também constataram que o nível médio de suplementação de vitamina A testado aumentou a taxa de crescimento dos animais, e que o excesso também diminuiu a taxa de crescimento.

As variáveis área de olho de lombo, espessura de gordura, profundidade de músculo, pH inicial e pH final (Tabela 6) não foram influenciados pelas diferentes dosagens de vitaminas A, D₃ e E. Apesar do efeito sofrido no grau de acabamento das carcaças, a espessura de gordura no *longissimus dorsi* não foi afetada.

As médias dos valores de pH final estão entre 5,94 e 5,97, os quais estão dentro do considerado aceitável para carnes bovinas sem anomalia (Pulford et al., 2009). Os resultados encontrados estão de acordo com os de Baldin (2010) que também encontrou valores de pH final dentro dos considerados normais (5,57±0,17) suplementando bovinos jovens com vitaminas D₃ e E.

Tabela 6- Médias observadas e desvios-padrão da área de olho de lombo, espessura de gordura, profundidade de músculo, ph inicial e pH final de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D3 e E, 56 dias antes do abate.

Dose de vitamina AD ₃ E (mL)	Área de olho de lombo (cm ²)	Espessura de gordura (mm)	Profundidade de músculo (mm)	pH inicial	pH final
0	80,05±5,71	2,73 ± 1,04	131,24±4,85	6,86±0,24	5,94±0,09
5	79,25±7,08	2,24 ± 0,78	129,52±7,78	6,77±0,21	5,94±0,23
10	83,53±6,75	3,21 ± 0,93	135,05±4,80	6,71±0,30	5,93±0,23
15	80,45±9,17	2,80 ± 0,47	132,96±6,98	6,84±0,18	5,97±0,18
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	13,37	15,37	3,44	3,44	3,17

NS- não significativo (P>0,05); CV- coeficiente de variação

Com a administração das vitaminas A, D₃ e E para bovinos, os parâmetros L*, a* e croma sofreram variação linear decrescente e, os valor de b* e a tonalidade da carne dos bovinos não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 7).

Em trabalho de revisão, Muchenje et al. (2009) descrevem que, em bovinos, as médias de luminosidade variam entre 33,2 - 41,0, as médias de a* entre 11,1-23,6 e as médias de b* entre 6,1-11,3.

Tabela 7- Médias observadas e desvios-padrão de luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), croma e tonalidade da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D3 e E, 56 dias antes do abate.

Dose de vit. AD ₃ E (mL)	L	a*	b*	Croma	Tonalidade (°)
0	39,27±2,84	15,13±1,82	10,41±1,94	18,41±2,26	34,34±4,55
5	38,15±2,92	14,31±2,22	9,82±2,26	17,43±2,76	34,21±5,48
10	39,13±3,03	14,88±2,33	10,51±2,22	18,27±2,87	35,04±4,89
15	37,89±2,67	13,74±2,20	9,65±1,91	16,86±2,46	35,07±5,60
Regressão	Linear ¹	Linear ²	NS	Linear ³	NS
CV (%)	7,39	14,78	20,50	14,54	14,85

NS- não significativo (P>0,05); Linear¹ Y=39,1307-0,0683435x (R²=0,42); Linear² y=15,0855-0,0760823x (R²=0,62); Linear³ Y=18,3563-0,0816475x (R²=0,52); CV- coeficiente de variação

O valor de L diminuiu com o aumento das dosagens de A, D₃ e E, ou seja, a carne bovina ficou escura. Segundo Faustman et al. (2010), a vitamina E, por inibir a oxidação lipídica, mantém a integridade das membranas celulares, proporcionando melhor capacidade de retenção de água (Cheah et al., 1995). Quando a água fica armazenada dentro das células musculares, a luz incidida é absorvida, diminuindo a sua refração, o que faz com a coloração fique mais escura (Viljoen et al., 2002).

O valor de a* diminuiu linearmente com o aumento das dosagens de vitamina A, D₃ e E, indicando menor intensidade da cor vermelha. A vitamina E retarda a conversão da mioglobina e da oximioglobina em metamioglobina, que possui uma coloração marrom (Nerín et al., 2006). Resultados semelhantes foram verificados por Eikelenboom et al. (2000), que atribuíram a diminuição do valor de a*, como consequência da suplementação dos bovinos com 2025 mg de vitamina E por dia, à baixa oxigenação da carne.

O valor de croma da carne bovina decresceu linearmente, acompanhando a variação de a*. Estes resultados mostram que administração A, D₃ e E diminuiu a saturação da cor da carne dos bovinos, ou seja, a carne apresentou-se com coloração de vermelho menos intenso.

A influência da aplicação subcutânea de vitaminas A, D₃ e E na composição química da carne e as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) estão descritas na Tabela 8 e como pode ser observado, a composição química não foi afetada pelos tratamentos (P>0,05). Os mesmos resultados foram encontrados por Weber (2006), comparando a carne de bovinos submetidos a injeção subcutânea das vitaminas A, D₃ e (2.000.000 UI, 560.000 UI, 400 UI) e bovinos sem injeção de vitaminas.

Pardi et al. (1995) descreveram que o teor de lipídios na carne pode variar de 0,7 a 28,7% para bovinos adultos. Dentre os constituintes básicos da carne, a gordura é o que possui maior variabilidade, devido a idade, genética e nível nutricional do animal.

Tabela 8- Médias observadas e desvios-padrão da composição química e oxidação lipídica da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D3 e E, 56 dias antes do abate, avaliada através dos parâmetros de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas.

Dose de vitamina AD ₃ E (mL)	Extrato etéreo (g/100g carne)	Proteína Bruta (g/100g carne)	Cinzas (g/100g carne)	TBARS (mg/kg)
0	1,48±0,59	23,87±0,70	1,07±0,14	0,14±0,69
5	1,40±0,14	24,03±1,29	1,05±0,05	0,15±0,14
10	1,54±0,37	23,41±0,81	0,94±0,29	0,07±0,07
15	1,49±0,40	22,57±3,07	1,05±0,03	0,07±0,05
Regressão	NS	NS	NS	Linear
CV (%)	28,56	7,88	15,65	82,51

NS- não significativo ($P>0,05$); Linear¹ $Y=0,175296-0,0280236x$ ($R^2=0,71$); CV- coeficiente de variação

Os valores encontrados de extrato etéreo discorda dos descritos por Pedrão et al. (2009), que verificaram a composição química do músculo *longissimus dorsi* e encontraram valores de lipídios de 3,39. Os valores que condizem com o encontrado no presente trabalho foram o de 21,18 para proteína e cinzas de 0,99.

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) expresso em mg de TBARS por kg de amostra encontrados na carne dos bovinos apresentou um efeito de regressão linear decrescente. Conforme aumentou a dose de vitaminas, a oxidação lipídica diminuiu. Fato explicado pela ação da vitamina E que atua melhorando a estabilidade da membrana dos lipídios, protegendo as células dos efeitos degradativos da ação dos radicais livres. (Descalzo et al., 2005; Insani et al., 2008; Daley et al., 2010).

As dosagens de vitamina A, D₃ e E não afetaram as variáveis marmoreio e índice de fragmentação miofibrilar, mas causou um efeito linear crescente na força de cisalhamento (Tabela 9).

A força de cisalhamento sofreu um aumento linear conforme aumentou a dosagem de vitaminas, o que não era esperado, pois, com a aplicação da vitamina D₃ esperava-se uma diminuição nos valores de força de cisalhamento embora em estudo realizado por Scanga et

al. (2001), utilizando suplementação de vitamina D₃ (1, 2, 3, 4, ou 5 × 10⁶ IU D₃/d, 2 × 10⁶ IU D₃/d plus 75 g CaCO₃ ou 4 × 10⁶ IU D₃/d + 75 g CaCO₃) não houve redução na força de cisalhamento, mesmo que a suplementação de vitamina D₃ tenha elevado o teor de Ca²⁺ na carne.

Tabela 9- Médias observadas e desvios-padrão de marmoreio, força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D₃ e E, 56 dias antes do abate.

Dose de vitamina AD ₃ E (mL)	Marmoreio	Força de cisalhamento (kgf)	Índice de fragmentação miofibrilar
0	1,50±0,11	5,13±0,71	76,71±7,13
5	1,54±0,11	5,40±1,05	79,40 ±5,92
10	1,57±0,16	5,44±0,97	75,88±6,84
15	1,52±0,13	6,80±1,82	75,44±8,53
Regressão	NS	Linear	NS
CV (%)	8,53	21,66	9,49

NS- não significativo (P>0,05); Linear¹ Y=4,41318+0,517548x (R²=0,76); CV- coeficiente de variação

Outros fatores que podem ter gerado esse não incremento na maciez são a quantidade de gordura e água presentes na carne, e quantidade e saturação do colágeno.

O índice de fragmentação miofibrilar, não foi afetado pela injeção subcutânea de vitaminas A, D₃ e E, porém com esses valores todas as carnes são consideradas muito macias, pois segundo Culler et al. (1978) valores de até 30 para índice de fragmentação miofibrilar indicam músculos duros; valores até 60, músculos macios e; valores até 100, músculos muito macios.

A análise sensorial realizada através dos parâmetros de intensidade do odor, suculência, maciez e aceitabilidade global (Tabela 10), não foi afetada pela dosagem das vitaminas A, D₃ e E.

Tabela 10- Médias observadas e desvios-padrão da análise sensorial através dos parâmetros intensidade do odor, suculência, maciez e aceitabilidade global da carne de bovinos submetidos à aplicação subcutânea de vitamina A, D3 e E, 56 dias antes do abate.

Dose de vitamina AD ₃ E (mL)	Intensidade do odor	Suculência	Maciez	Aceitabilidade global
0	2,3 ± 0,67	3,1 ± 0,87	4,1 ± 1,45	5,9 ± 1,45
5	2,5 ± 1,18	3,4 ± 0,84	3,9 ± 1,45	5,9 ± 1,37
10	2,3 ± 0,95	3,2 ± 1,13	3,8 ± 1,81	5,2 ± 1,93
15	2,0 ± 0,66	3,3 ± 1,16	3,9 ± 1,52	6,0 ± 1,83
Regressão	NS	NS	NS	NS
CV (%)	39,25	31,19	39,90	28,90

NS- não significativo (P>0,05); CV- coeficiente de variação

O fato de nenhum dos quatro parâmetros: intensidade do odor, suculência, maciez e aceitabilidade global terem sido influenciados pelas dosagens de vitaminas pode ser um fator positivo visto que as características sensoriais da carne foram mantidas.

Conclusão

A suplementação subcutânea com 8 mL de vitaminas A, D₃ e E favorece o aumento da carcaça e não altera as propriedades químicas e a maioria das qualitativas da carne, entretanto diminui o grau de acabamento das carcaças e melhora a estabilidade dos lipídios, diminuindo sua oxidação.

O aumento da suplementação de vitamina A, D₃ e E diminui a oxigenação da mioglobina da carne e proporciona uma coloração vermelha menos intensa.

Referências

- ABNT – Associação brasileira de normas técnicas. **Análise sensorial de alimentos e bebidas** – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.
- ALVES, D.D.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina - Uma revisão **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216, 2007.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Handbook Meat Evaluation**. 161p, 2001.
- BALDIN, S. R. **Desempenho, características de carcaça e atributos da carne de bovinos jovens confinados suplementados com vitaminas D e E**. 2010.64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. 2010
- BRASIL, **Ministério Pecuária e Abastecimento**. Instrução normativa n.3, de 17 de Janeiro de 2000.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. 2.ed. Londrina: Midiograf, 2009, 120p.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2034-2042, 2006.
- CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M.; KRAUSGRILL, D. I. Effect of Dietary Supplementation of Vitamin E on Pig Meat Quality. **Meat Science**, v.39, p.255-264, 1995.
- CORBETT, J.L. **Feeding standards for australian livestock**. Ruminants. East Melbourne: CSIRO, 266p, 1990.
- CULLER, R.D.; PARRISH JUNIOR, F.C.; SMITH G.C. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristic of bovine *longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p.1177-1180, 1978.
- DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.S. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**. v. 9, p. 10, 2010.
- DESCALZO, A.M.; INSANI, E.M.; BIOLATTO, A. et al. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. **Meat Science**. V. 70, p35-44, 2005
- EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; KLUITMAN, I. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. **Meat Science**, v. 54, p. 17 – 22, 2000.
- FAUSTMAN, C.; SUN, Q.; MANCINI, R. et al. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, v. 86, p.86-94, 2010.

- HAMILTON, D.N.; ELLIS, M.; McKEITH, F.K. et al. Effect of level, source, and time of feeding prior to slaughter of supplementary dietary magnesium on pork quality. **Meat Science**, v.65, p.853–857, 2003.
- INSANI, E.M.; EYHERABIDE, A.; GRIGIONI, G. et al. Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. **Meat Science**, v. 79,p. 444-452, 2008.
- LIU, Q.; LANARI, M.C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3131-3140, 1995
- MINOLTA. Precise color communication - color control from perception to instrumentation. Japan: **Minolta** Co., Ltd., 1998. 59p.
- MUCHENJEA, V.; DZAMAC, B.K.; CHIMONYOA, M. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v.112, p.279-289, 2009.
- NERÍN, C.; TOVAR, L.; DJENANE, D. et al. Stabilization of beef meat by a new active packaging containing natural antioxidants. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.52, p. 5598-5605, 2006.
- OKA, A.; MARUO, Y.; MIKI, T. et al. Influence of vitamin A on the quality of beef from the Tajima strain of Japanese Black cattle **Meat Science**, v.48, pp. 159–167, 1998.
- PARDI, M.C.; Dos SANTOS, I.F.; De SOUZA, E.R. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAFUFUG, 1995. p. 447.
- PEDRAO, M.R.; LASSANCE, F.; SOUZA, N.E. et al. Comparison of proximate chemical composition and texture of cupim, *Rhomboideus m.* and lombo, *Longissimus dorsi m.* of Nelore (*Bos indicus*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 3, 2009
- PIKUL, J., LESZCZYNSKI, D. E., KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v.37, p.1309-1313, 1989.
- PULFORD, D.J.; DOBBIE, P.; VAZQUEZ, S.F. et al. Variation in bull beef quality due to ultimate muscle pH is correlated to endopeptidase and small heat shock protein levels. **Meat Science**, v. 83, p. 1-9, 2009.
- SCANGA, J.A.; BELK, K.E.; TATUM, J.D. et al. Supranutritional oral supplementation with vitamin D3 and calcium and the effects on beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 4, p. 912-918, 2001.
- SWANEK, S.S.; ELAM, N.A.; MORGAN, J.B. et al. Supplemental vitamin D3 and beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v77, suppl. 1, p.172, 1999.
- VILJOEN, H.F.; De KOCKA, H.L.; WEBBB, E.C. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. **Meat Science**, v.61, p.181-185, 2002.

- WANG, W.J.; WANG, S.P.; GONG, Y.S. et al. Effects of vitamin A supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality in Limosin · Luxi crossbreed steers fed a wheat straw-based diet. **Meat Science**, v. 77, p. 450 – 458, 2007
- WEBER, C.I. **Avaliação da qualidade da carne bovina após a injeção de vitaminas A, D₃ e E**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina-PR.
- WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos Taurus and Bos indicus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, n.68, p. 2716-2728, Sep, 1990.

**Qualidade da carne maturada de bovinos Charolês x
Nelore**

O artigo a seguir está redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia e será traduzido após a aprovação, com as devidas correções.

QUALIDADE DA CARNE MATURADA DE BOVINOS CHAROLÊS X NELORE

RESUMO: Com o presente trabalho objetivou-se avaliar as alterações físico-químicas na carne maturada de bovinos Charolês x Nelore. Para isso foram utilizados 38 bovinos inteiros, abatidos com peso médio de 437,08 (\pm 15,06 kg). Após 24 horas de resfriamento as meias carcaças direita foram seccionadas na altura da 13ª costela para retirada de uma amostra de 35 cm do músculo *longissimus dorsi* (contra-filé), em sentido caudal – cranial. As amostras foram fatiadas, embaladas a vácuo e maturadas por zero, sete e quatorze dias. Após o término do período de maturação as carnes foram congeladas para posterior realização das análises de: perda de água por exsudato, força de cisalhamento, perda de água por pressão, pH, cor (valor de L*, a*, b*, croma e tonalidade), análise sensorial, microbiologia e índice de fragmentação miofibrilar. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal, da Universidade Estadual de Londrina. O delineamento experimental foi completamente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A Análise microbiológica revelou que todas as bactérias avaliadas tiveram crescimento até o dia sete de maturação, porém diminuíram no tempo 14 dias de maturação. O pH diminuiu com o aumento do período de maturação. A perda de água por pressão e o índice de fragmentação miofibrilar, não foram alterados com o tempo de maturação. A força de cisalhamento e os componentes da cor (L, a*, b*, croma e tonalidade) foram influenciados pelos tempos de maturação, sendo o tempo 14 dias o melhor deles. A análise sensorial só apresentou diferença para maciez. A carne bovina maturada embalada a vácuo não perdeu suas características de carne, entretanto melhorou a maciez.

Palavras chave: cor, maciez, microbiologia, pH, sensorial

QUALITY OF AGED MEAT FROM CHAROLAIS X NELLORE CATTLE

ABSTRACT: The aim of this study was evaluate the physical-chemical changes in aged meat from Charolais x Nellore cattle. For that were used 38 male with an average weight of 437,08 ± 15,06 kg. After 24 hours of refrigeration, the half right carcass were cut in the 13^a rib to collect 35 cm samples from *longissimus dorsi* muscle, from in the caudal - cranial way. The samples were sliced, vacuum packed and aged for zero, seven and fourteen days, after the ageing time the samples were frozen, to make analysis of exudate water loss, shear force, pressing water loss, pH, color (L, a*, b*, chroma and hue value), sensorial analysis, microbiology, and myofibrillar fragmentation index. All the analysis were conducted in the laboratory of analysis of products of animal origin in the Universidade estadual de Londrina. The experimental design was completely randomized and the data were submitted to analysis of variance and the means compared by Tukey test in 5%. The microbiological analysis showed that all the bacterium evaluated had their grow period until the aged day seven, and decreased to the aged day 14. The pH decreased with the increasing days of age. The pressing water loss and myofibrillar fragmentation index weren't affected by the ageing period. Shear force and color components (L*, a*, b* chroma and hue) were affected by the ageing, being the 14 days the best of them. The sensorial analysis has only shown differences to tenderness. The aged cattle beef vacuum packed did not lose the fresh meat characteristics, however improved the tenderness.

Key words: color, microbiology, pH, sensory, tenderness

Introdução

Melhorias na qualidade da carne podem resultar em aumento no consumo, melhoria no valor dos produtos e, conseqüentemente, o aumento de lucro para todos os segmentos da indústria de carne (Hamilton et al., 2003).

Segundo Brondani et al. (2006), nos últimos anos, visando atender ao mercado consumidor cada vez mais exigente, inúmeras técnicas estão sendo empregadas na indústria da carne vermelha e na produção de bovinos de corte para melhorar a qualidade da carne. Uma tecnologia que pode ser utilizada visando melhorar essa qualidade é a maturação.

As raças zebuínas, apesar da sua grande difusão no Brasil por apresentar maior resistência a ectoparasitos e ao calor dos climas tropicais, possui carne mais dura devido à maior atividade da calpastatina (O'connor et al., 1997; Pringle et al., 1997; Bianchini et al., 2007), quando comparada à dos *Bos taurus taurus*.

No grupo das raças de corte de origem europeia (*Bos taurus*), a Charolês é uma das raças mais criada no Sul do País, devido às suas características de velocidade de crescimento e alto peso ao abate, porém com baixo grau de acabamento nas carcaças (Vaz et al., 2001), fato que pode provocar perda na maciez da carne devido ao encurtamento dos sarcômeros, provocado pelo resfriamento.

O processo de maturar a carne afeta diretamente a força de cisalhamento e melhora a maciez da carne ao corte sendo, então, uma alternativa eficiente para a resolução das diferenças individuais na maciez e entre grupos genéticos e idades dos animais, promovendo um produto mais homogêneo para o consumidor e aumentando seu valor no mercado (French et al., 2001; Monsón et al., 2004).

A maturação pode incrementar a maciez da carne pela ação de enzimas, como as calpaínas, que hidrolisam as proteínas da linha Z e M nas miofibrilas. Entretanto, os animais zebuínos apresentam uma elevada atividade de calpastatina, que é um inibidor da calpaína,

impedindo portanto, sua ação proteolítica durante a maturação da carne (Rubensam et al.,1998).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar as alterações físico-químicas na carne bovina maturada.

Material e métodos

Foram utilizados 38 bovinos inteiros, provenientes de cruzamento de machos Charolês com fêmeas Nelore. Os animais foram abatidos com 18 meses de idade e peso médio de 437,08 kg \pm 15,06 em frigorífico comercial, sob Serviço de Inspeção Estadual (SIP), localizado no município de Campo Mourão-PR. O manejo pré-abate constituiu-se de dieta hídrica e jejum de sólidos durante 23 horas sendo 12 h antes do embarque, uma hora em transporte e 10 horas de descanso nas baias do frigorífico.

O abate foi precedido de insensibilização com pistola pneumática de penetração. A sangria feita imediatamente após a insensibilização através do corte dos grandes vasos, seguindo as normas do abate humanitário (BRASIL, 2000). As meias carcaças direita foram identificadas com lacres individuais e após a pesagem, foram mantidas em câmara fria por um período de 24 horas à temperatura de refrigeração.

Foram determinados 15 minutos após o abate, o pH inicial, e o final, 24 horas *post mortem*, no músculo *longissimus dorsi* da meia carcaça direita, na altura da 12^a costela usando um potenciômetro digital, com sonda de penetração Testo 205.

Após o período de 24 horas de resfriamento as meias carcaças direita foram seccionadas na altura da 13^a costela para retirada de uma amostra de 35 cm do músculo *longissimus dorsi* (contra-filé), sentido caudal - cranial, para realização das análises de perda de água por exsudato, força de cisalhamento (FC), perda de água por pressão (PAP), pH, cor (valor de L*, a*, b*, croma e tonalidade), análise sensorial, microbiologia e índice de fragmentação miofibrilar (IFM).

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal, da Universidade Estadual de Londrina, em três tempos de maturação zero, sete e 14 dias. As amostras foram identificadas e embaladas à vácuo pela seladora da marca SELOVAC em filme flexível de alta barreira Polifilm[®], específico para maturação de carnes. Para o

tempo zero dias de maturação as amostras foram congeladas em freezer comercial à temperatura mínima de -18°C imediatamente após serem embaladas. Os outros dois tratamentos permaneceram sob refrigeração de $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por sete e 14 dias, respectivamente, sendo então congeladas em freezer comercial à temperatura mínima de -18°C para as posteriores análises.

Para a análise microbiológica da carne foi pesado assepticamente 25g de cada amostra que foram trituradas e diluídas em 225mL de solução salina peptonada 0,1%. A diluição obtida correspondeu a diluição 10^{-1} , a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10^{-7} . A contagem total de bactérias mesófilas, psicrotróficas e lácticas seguiram da seguinte forma: as diluições de cada amostra foram semeadas, utilizando-se a técnica em profundidade, empregando-se o meio “plate count agar” fundido. Após a solidificação do ágar, as placas foram incubadas a 37°C por 48 horas para as bactérias mesófilas e lácticas e a 7°C por 72 horas para as psicrotróficas. Após os respectivos períodos foi realizada a contagem de colônias das bactérias (Vanderzan & Splittstoesser, 1992).

A análise de perda de exsudato foi realizada pesando as amostras (carne + exsudato + saco plástico) maturadas por sete e 14 dias embaladas a vácuo e então subtraiu-se desse peso total o peso do saco plástico, obtendo o peso da carne sem exsudato.

A perda de água por pressão das amostras foi realizada apenas nos tempos sete e 14 dias de maturação. Não foi realizada no tempo zero devido ao longo intervalo de tempo entre a retirada das amostras e a chegada ao laboratório. A técnica utilizada foi a descrita por Barbut (1996), pesando dois gramas da amostra em balança semi-analítica. Esta amostra foi colocada entre dois papéis filtro e prensada entre duas placas de acrílico, com um peso de 10 kg, por cinco minutos. Após a prensagem, a amostra foi pesada novamente para calcular a perda de água da amostra.

A cor foi avaliada após exposição ao ar por 40 minutos para oxigenação da deoximioglobina e então foi mensurada através do aparelho colorímetro portátil konica minolta para avaliação dos componentes L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) pelo sistema CIELAB (MINOLTA, 1998). Os valores de a* e b* foram utilizados para calcular o croma e a tonalidade da carne. Em cada amostra mediu-se a cor em três pontos distintos.

Para avaliar a maciez, as carnes foram assadas em forno elétrico pré-aquecido a 180°C até atingirem a temperatura interna de 72°C. Após a cocção, as amostras foram armazenadas por 24 horas a 4 ± 2 °C, sendo então retiradas de cada amostra seis sub-amostras cilíndricas de 2,5 cm de comprimento e 1,27 cm de diâmetro, utilizando-se um amostrador de aço. A força de cisalhamento foi medida perpendicularmente à orientação das fibras musculares, com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i (Whipple et al., 1990). As velocidades utilizadas foram de 5 mm/s no pré e pós-teste e de 2mm/s no teste.

A análise sensorial foi realizada por uma equipe composta por 10 provadores pré-selecionados. Utilizou-se uma escala estruturada numérica de 1 a 9 pontos (1 extremamente aceitável e 9 extremamente inaceitável) para o parâmetro de aceitabilidade global da amostra; para o odor e suculência da amostra as escalas foram de 1 a 5 (odor: 1 extremamente intenso e 5 nenhum; suculência: 1 nenhuma e 5 alta); para o parâmetro maciez a escala foi de um a sete (um muito dura e sete muito macia). As amostras foram preparadas em forno pré-aquecido a 180°C e assadas até atingirem a temperatura interna de 72°C. Os provadores receberam para a avaliação três amostras, sendo uma de cada tempo de maturação (ABNT, 1993).

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi avaliado pelo método proposto por Culler et al. (1978), conforme segue a extração das miofibrilas. Foram utilizados 4g do músculo livre de gordura e tecido conectivo. As amostras foram homogeneizadas em Ultra

turax a 9500 rpm em 20mL de tampão a 2°C por 40 segundos. Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 3500 rpm por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante descartado. O precipitado ressuspendido com 20 mL do tampão e as amostras foram novamente centrifugadas e o sobrenadante descartado. O precipitado foi então ressuspendido com 10 mL de tampão e submetido ao vórtex até que a amostra estivesse homogênea para ser filtrada em peneira com malha de polietileno (18 mesh) para remover o tecido conectivo. Adicionou-se mais 10 mL de tampão para lavar o tubo e auxiliar na filtragem. A extração foi conduzida em duplicata.

O delineamento experimental foi completamente casualizado e a análise estatística dos resultados obtidos foi realizada com auxílio do programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.1). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 pode-se observar que o valor de pH diminuiu do tempo zero para o tempo sete ($P < 0,05$), sendo que este último não diferiu do pH da carne maturada por 14 dias. Maggioni (2009), avaliando bovinos, também observou redução no valor de pH com o aumento do tempo de estocagem e atribuiu esse acontecimento ao desenvolvimento de bactérias lácticas, o que também ocorreu nesse trabalho, pois com a maturação ocorreu um aumento no número de unidades formadoras de colônia.

Tabela 1- Médias observadas e desvios-padrão de pH, unidades formadoras de colônia de mesófilos, psicrotróficas e lácticas de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias.

Dias de maturação	pH	Mesófilos (log UFC/cm ²)	Psicrotróficas (log UFC/cm ²)	Lácticas (log UFC/cm ²)
0	5,95±0,18a	2,20 ± 0,30 c	0,33 ± 0,52 c	1,75 ± 0,52 c
7	5,68±0,18b	5,80 ± 0,56 a	5,67 ± 1,00 a	6,16 ± 0,44 a
14	5,75±0,22b	4,53 ± 0,93 b	3,90 ± 1,97 b	3,55 ± 1,83 b
CV (%)	3,52	15,50	39,61	29,60

CV – Coeficiente de Variação; Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas.

A contagem de unidades formadoras de colônias, por centímetro quadrado, tanto para mesófilos, psicrotróficas e lácticas (Tabela 1) apresentaram um aumento do tempo zero para sete dias, seguido por queda no tempo de maturação de 14 dias ($P < 0,05$). O que provavelmente ocorreu foi devido às bactérias terem atingido a fase de declínio, onde segundo Franco e Landgraf (2003), as células perdem a capacidade de se dividir, e a taxa de morte celular torna-se maior que a taxa de divisão portanto o número de células viáveis decresce exponencialmente.

Segundo Duffy et al. (1994), o fator crítico no desenvolvimento de um microrganismo é o pH e não a composição da carne. O pH inicial da carne facilita o crescimento de microrganismos, pH mais baixos próximos de 5,4 a 5,6 facilitam o crescimento de bactérias lácticas, enquanto pH próximo de 5,8 a 6,0 facilitam o crescimento de mesófilos e

psicrotróficas, visto que as bactérias lácticas terão demasiado competidores para prevalecer (Mano et al., 2002).

Segundo Mano et al. (2002) a vida útil de um produto é o número de dias necessários para que a contagem de mesófilos alcance o valor de 10^7 UFC/cm² e para Fung et al. (1980) a carne portadora de contaminação possui índices superiores a 7 log UFC/g de mesófilos. As carnes maturadas no presente trabalho, por sete e 14 dias, apresentaram valores entre $6,0 \times 10^4$ e $3,2 \times 10^4$ UFC/cm², estando dentro do padrão estabelecido de carne própria para consumo.

As variáveis de perda de água por pressão e índice de fragmentação miofibrilar, apresentadas na Tabela 2, não foram influenciadas pelo tempo de maturação. Já o exsudato e a força de cisalhamento apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 2- Médias observadas e desvios-padrão de perda de exsudato, Perda de água por pressão (PAP), pH final, índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e força de cisalhamento (FC) de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias.

Dias de maturação	Exsudato (g)	Perda de água por pressão (%)	FC (kgf)	IFM
0	0,00±0,00 c	-	5,31±0,94 a	76,71±7,14
7	4,67±1,95 b	28,80±3,01	4,24±0,86 b	76,12±5,76
14	5,71±1,90 a	28,33±3,10	3,75±0,85 c	76,88±5,25
CV (%)	37,07	10,70	19,99	7,97

CV – Coeficiente de Variação; Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas.

Os valores de perda de líquido por exsudato apresentaram diferença entre os dias sete e 14 de maturação, sendo que ocorreu maior perda de líquido no dia quatorze, o que condiz com o esperado. Segundo Miller et al. (1996) durante o processo de condicionamento refrigerado ocorre maiores perdas de exsudato, devido à maior desnaturação proteica, que contribui consideravelmente para a perda de exsudato do músculo (Lawrie, 2005).

Para o parâmetro de perda de água por pressão, não houve diferença entre os dias sete e 14 de maturação, pois segundo Zamora et al. (1996) a perda de água diminuiu até 24h *post mortem* e depois se mantém constante. Concordando com esse resultado, Ruiz de Huidobro et

al. (2003) não encontraram diferença significativa para perda de água da carne maturada de bovinos jovens, sendo esta a mesma condição dos animais avaliados neste trabalho.

As forças de cisalhamento obtidas nas amostras do tempo zero, sete e 14 dias de maturação foram diferentes entre si ($P < 0,05$). Os valores de força de cisalhamento encontrados para 14 dias de maturação demonstram a eficiência do processo, pois segundo Judge et al. (1989) músculos com valores de força de cisalhamento menores que $3,6 \text{ kgf./cm}^2$ são considerados extremamente macios. Apple et al. (2001), Zeola et al. (2007) e Maggione (2009) também encontraram redução da força de cisalhamento com a maturação.

Na maturação ocorre a desnaturação proteica, desagregando as fibras musculares afetando diretamente a força de cisalhamento, melhorando a maciez da carne ao corte (French et al., 2001), concordando com os resultados encontrados nesse experimento, pois com o aumento do tempo de maturação a carne apresentou-se mais macia, ou seja menores valores de força de cisalhamento.

Os valores encontrados para índice de fragmentação miofibrilar não demonstraram diferença estatística significativa. Os três tempos de maturação apresentaram valores para carnes muito macias, pois segundo Culler et al. (1978) valores próximos de 30 indicam músculos duros; valores próximos de 60, músculos macios e; valores próximos de 100, músculos muito macios.

Como os valores estão entre 76,12 e 76,88, podemos observar que esse músculo já era macio antes do processo de maturação, pois os animais utilizados eram animais jovens, que naturalmente tem carne mais macia.

Resultados semelhantes para índice de fragmentação miofibrilar foram encontrados por Constantino (2010) trabalhando com maturação da carne ovelhas de descarte e Tarsitano (2010), trabalhando com maturação da carne suína, onde os autores também não encontraram

diferença estatística significativa ($P>0,05$) para índice de fragmentação miofibrilar em diferentes tempos de maturação.

Os resultados da análise de cor (Tabela 3), tendo como parâmetros luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*), croma (C) e tonalidade, mostram que houve diferença estatística significativa ($P<0,05$) em todos os parâmetros quando avaliado os diferentes dias de maturação.

Tabela 3- Médias observadas e desvios-padrão de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*), croma e tonalidade de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias.

Dias de Maturação	L^*	a^*	b^*	Croma	Tonalidade (°)
0	36,57±2,46ab	14,41±1,87b	7,63±1,28b	16,33±2,14b	33,73±5,03b
7	37,46±3,38a	16,71±2,65a	9,79±2,31a	19,40±3,34a	37,91±6,50b
14	35,11±2,78b	12,97±1,93c	10,55±1,88a	16,74±2,53b	61,86±12,40a
CV (%)	7,97	14,82	20,07	15,54	19,31

CV – Coeficiente de Variação; Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas.

Comparando a luminosidade das carnes do tempo zero com as carnes do tempo sete e 14 dias de maturação não houve diferença estatística significativa, porém, ao comparar o tempo sete com 14 houve um decréscimo no valor de L^* ($P<0,05$), ou seja, a carne ficou mais escura. As fibras musculares com pH elevado ficam distendidas no meio cárneo, formando uma barreira à difusão de oxigênio e à absorção da luz, isto é, tornam a carne mais escuras (Silva Sobrinho et al., 2005).

Segundo Maganhini et al. (2007), existe correlação negativa entre luminosidade (L^*) da carne e pH, como é possível observar neste trabalho pois o comportamento das duas variáveis foram exatamente opostos conforme o pH diminuiu o valor de L^* aumentou e assim que o pH se elevou o valor da luminosidade diminuiu.

A intensidade de vermelho (a^*) aumentou inicialmente no tempo zero (14,41) a sete (16,71) dias de maturação, fato que pode estar relacionado à baixa atividade respiratória

mitocondrial da carne, aumenta o oxigênio na superfície do corte, que origina a oximioglobina de cor vermelho brilhante (O'Keefe & Hood, 1982).

Como a variável a^* está ligada também ao conteúdo de mioglobina no músculo, com o passar do tempo, essa pode ter extravasado junto com o exsudato da carne durante o armazenamento (Tabela 2), diminuindo a intensidade da cor vermelha.

Outro fator que pode ter influenciado a queda do valor de a^* é a mudança química do pigmento de mioglobina. Com o aumento do tempo de armazenagem, o ferro do pigmento tende a oxidar formando a metamioglobina, que possui uma cor marrom, contrapondo a cor vermelho brilhante da oximioglobina (Lawrie, 2005).

Os valores de a^* encontrados estão abaixo dos descritos por Purchas (1988), que estão entre 18 e 22, no entanto Ribeiro et al. (2002) também trabalhando com animais cruzados observaram valores entre 14,5 e 15,3 o que mais se assemelha aos encontrados nesse trabalho.

A intensidade de amarelo (b^*) elevou-se com o aumento do período de maturação. No tempo zero de maturação apresentou menor intensidade de amarelo (7,63) em relação às carnes que passaram para o sete (9,79) e quatorze (10,55) dias de maturação, segundo Mancini & Hunt (2005), esse aumento da intensidade do amarelo pode ser atribuído ao fato dos pigmentos heme serem sensíveis à oxidação.

Em um trabalho, Abularach et al. (1998) descrevem a intensidade de amarelo inferior a 3,40 como baixa e superior a 8,28 como alta. Assim, indicando alta a intensidade de amarelo nos tempos sete e quatorze dias de maturação.

O croma (saturação) da carne, que indica a pureza da cor, ou seja, o quanto difere do cinza, é calculado com base nos resultados de a^* e b^* . Este parâmetro aumentou do tempo zero para sete dias de maturação e voltou a diminuir para quatorze dias, a mesma variação da variável a^* , justificando esse comportamento. A característica tonalidade que também é

calculada em função de a^* e b^* aumentou conforme aumentava o tempo de maturação, o mesmo foi observado para b^* .

Para os parâmetros de intensidade do odor, suculência e aceitabilidade global (Tabela 4), não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os dias de maturação, o que para intensidade de odor é interessante, visto que consumidores reclamam do odor característico da maturação, e no presente estudo isto não foi constatado.

Tabela 4- Médias observadas e desvios-padrão de intensidade do odor, suculência, maciez e aceitabilidade global de análise sensorial de carne bovina maturada por zero, sete e 14 dias.

Dias de maturação	Intensidade do odor	Suculência	Maciez	Aceitabilidade global
0	$2,70 \pm 1,06$	$3,10 \pm 0,57$	$3,60 \pm 0,84b$	$5,70 \pm 1,25$
7	$2,70 \pm 0,82$	$3,60 \pm 1,07$	$5,00 \pm 0,94a$	$6,80 \pm 1,13$
14	$2,80 \pm 1,03$	$3,50 \pm 0,97$	$4,70 \pm 1,06a$	$6,60 \pm 1,07$
CV (%)	35,76	26,43	21,49	18,16

CV – Coeficiente de Variação; Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas.

Mesmo com a maior perda de exsudato das amostras do tempo 14 dias de maturação (Tabela 2) não ocorreu diferença estatística para suculência (Tabela 4). Já para maciez, os provadores preferiram como mais macias as carnes dos tempos sete e 14 dias de maturação.

Conclusão

A carne bovina maturada embalada a vácuo não perdeu suas características de carne, entretanto melhorou a sua maciez, tendo como melhor período, sete dias de maturação, pois para os consumidores não foi perceptível a diferença entre a maturação por sete ou 14 dias, gerando economia para a indústria.

Referências

- ABNT – Associação brasileira de normas técnicas. **Análise sensorial de alimentos e bebidas** – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.
- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. In: **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 205-210, 1998.
- APPLE, J.K.; DAVIS, J.R.; RAKES, L.K. et al. Effects of dietary magnesium and duration of refrigerated storage on the quality of vacuum-packaged, boneless pork loins. **Meat Science**, v.57, p.43-53, 2001.
- BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**. v.76, p.455-457, 1996.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 2109-2117, n. 6, Dez. 2007.
- BRASIL, **Ministério Pecuária e Abastecimento**. Instrução normativa n.3, de 17 de Janeiro de 2000.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 35, p. 2034-2042, 2006.
- CONSTANTINO, Camila. **Desempenho, características da carcaça e da carne maturada de ovelhas suplementadas com magnésio**. 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.
- CULLER, R.D.; PARRISH JUNIOR, F.C.; SMITH G.C. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristic of bovine *longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p.1177-1180, 1978.
- DUFFY, L.L.; VANDERLINDE, P.B.; GRAU, F.H. Growth of *Listeria monocytogenes* on vacuum-packed cooked effects of pH, a_w , nitrite and ascorbate. **International Journal of Food Microbiology**, v.23, p.377-390, 1994.
- FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. Microrganismos patogênicos de importância em alimentos. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Ed. Atheneu, p. 55-60 2003.
- FRENCH, P.; RIORDAN, E.G.O.; MONAHAN, F.J. et al. The eating quality of meat from steers fed grass and/or concentrates. **Meat Science**, v.57, pp. 379–386, 2001.
- FUNG, D.Y.; KASTENER, C.L.; HUNT, M.C. et al. Mesophilic and psychrotroph bacteria population on hot-boned and conventionally processed beef. **Journal of Food Protection**, v.43, n.7, p.547-550, 1980.

- HAMILTON, D.N.; ELLIS, M.; HEMANN, M.D. et al. The impact of Longissimus glycolytic potential and short-term feeding of magnesium sulfate heptahydrate prior to slaughter on carcass characteristics and pork quality **Journal of Animal Science**, v.80, pp. 1586–1592, 2003.
- JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C. et al. **Principles of meat science**. 2ed. Iowa : Kendall Hunt. 1989, 351p.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Porto Alegre: Artmed Editora. 2005. 384 p
- MAGANHINI, M.B.; MARIANO, B.; SOARES, A.L. et al. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. In: **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, supl., p. 69-72, Agosto, 2007.
- MAGGIONE, D. **Produção e qualidade da carne de bovinos cruzados (*Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus*) submetidos a duas dietas e abatidos com dois graus de acabamento**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Review: Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p.100-121, 2005.
- MANO, S.B.; PEREIRA, J.A.O.; FERNANDO, G.D.G. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p.1-10, 2002.
- MINOLTA. Precise color communication - color control from perception to instrumentation. Japan: **Minolta Co., Ltd.**, 59p. 1998.
- MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, v.68, p.595-602, 2004.
- MILLER, M.F.; CARR, M.A.; SCHLUTTER, A.R. et al. Distribution packaging method and storage time on microbiological characteristics and incidence of the pathogens *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* in pork. **Journal of Food Quality**, n.19, p.413-422, 1996.
- O'CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; WULF, D.M. et al. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**. v.75, p. 1822-1830, 1997.
- O'KEEFE, M.; HOOD, D.E. Anoxic storage of fresh beef. 2: Color stability and weight loss. **Meat Science**, v.5, 267–281, 1982.
- PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S. et al. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 2955-2961, 1997.
- PURCHAS, R.W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: AUSTRALIAN WORKSHOP. AUSTRALIAN MEAT AND LIVE-STOCK RESEARCH

- AND DEVELOPMENT CORPORATION, 1988, Sydney. **Anais...** Sydney, 1988. p.42-51.
- RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M. et al. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.749-756, 2002.
- RUIZ DE HUIDOBRO, F.; MIGUEL, E.; ONEGA, E. et al. Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post-mortem. **Meat Science**, v.65, 1439–1446 2003.
- RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do Genótipo Bos indicus na Atividade de Calpastatina e na Textura da Carne de Novilhos Abatidos no Sul do Brasil. **Ciência Tecnologia do Alimento**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.
- SILVA SOBRINHO, A.G; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.3, pp. 1070-1078, 2005.
- TARSITANO, M.A. **Efeito da suplementação dietética com magnésio e da maturação sobre a qualidade da carne suína**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2010.
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 3th ed., Washington, APHA, 1219p, 1992.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. et al.; Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.518-525, 2001.
- WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos Taurus and Bos indicus cattle. **Journal Animal Science**, Champaing, n.68, p. 2716-2728, Sep, 1990.
- ZAMORA, F.; DEBITON, E.; LEPETIT, J. et al. Predicting variability of ageing and toughness in beef M. Longissimus lumborum et thoracis. **Meat Science**, v.43 n. (3–4), p. 321–333 1996.
- ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, n.563-564, p.215-224, 2007.

ANEXO

ANEXO 1: Normas para preparação dos artigos científicos pra submissão a publicação na Revista Brasileira de Zootecnia.

Forma e preparação de trabalhos

Idioma: inglês

Atualmente, são aceitas submissões de artigos em português, os quais deverão ser obrigatoriamente vertidos à língua inglesa (responsabilidade dos autores) após a aprovação pelo conselho editorial. As versões em inglês deverão ser realizadas por pessoas com fluência na língua inglesa (serão aceitas versões tanto no inglês norte-americano como no inglês britânico). Constitui prerrogativa do corpo editorial da RBZ solicitar aos autores a revisão de sua tradução ou o cancelamento da tramitação do manuscrito, mesmo após seu aceite técnico-científico, quando a versão em língua inglesa apresentar limitações ortográficas ou gramaticais que comprometam seu correto entendimento.

Tipos de Artigos

Artigo completo: constitui o relato completo de um trabalho experimental. O texto deve representar processo de investigação científica coeso e propiciar seu entendimento, com explanação coerente das informações apresentadas.

Comunicação: constitui relato sucinto de resultados finais de um trabalho experimental, os quais possuem plenas justificativas para publicação, embora com volume de informações insuficiente para constituir artigo completo. Os resultados utilizados como base para a feitura da comunicação não poderão ser posteriormente utilizados parcial ou totalmente para apresentação de artigo completo.

Nota técnica: constitui relato de avaliação ou proposição de método, procedimento ou técnica que apresenta associação com o escopo da RBZ. Quando possível, a nota técnica deve apresentar as vantagens e desvantagens do novo método, procedimento ou técnica proposto, bem como sua comparação com aqueles previamente ou atualmente utilizados. Deve apresentar o devido rigor científico na análise, comparação e discussão dos resultados.

Revisão (a convite): constitui abordagem do estado da arte ou visão crítica de assuntos de interesse e relevância para a comunidade científica. Somente poderá ser submetida a convite do corpo editorial da RBZ.

Editorial: constitui abordagem para esclarecimento e estabelecimento de diretrizes técnicas e/ou filosóficas para estruturação e feitura de artigos a ser submetidos e avaliados pela RBZ. Será redigida por ou a convite do corpo editorial da RBZ. O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

Formatação de texto

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente.

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

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

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

Estrutura do artigo (artigo completo)

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (opcional) e Referências.

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

Título

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

Autores

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

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

Resumo

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

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

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

A partir da obrigatoriedade de tradução dos manuscritos para a língua inglesa, a versão final (artigo formatado) apresentará somente o resumo em inglês (abstract). Assim, manuscritos submetidos em português deverão conter apenas o RESUMO, o qual será posteriormente vertido para o inglês, e manuscritos submetidos em inglês deverão apresentar somente o ABSTRACT.

Palavras-chave

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

Seguindo-se o padrão de normas para o resumo/abstract, manuscritos submetidos em português deverão conter somente palavras-chave, as quais serão traduzidas posteriormente à aprovação, e artigos em inglês, somente key words.

Introdução

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

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

Material e Métodos

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

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

Resultados e Discussão

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

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

Conclusões

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

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

As conclusões são apresentadas usando o presente do indicativo.

Abreviaturas, símbolos e unidades

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

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

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

Estrutura do artigo (comunicação e nota técnica)

Devem apresentar antes do título a indicação da natureza do manuscrito (Comunicação ou Nota Técnica) centralizada e em negrito.

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

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

Tabelas e Figuras

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas.

Não usar negrito nas figuras.

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

Citações no texto

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

Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).

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

Referências

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

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

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

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

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

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

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

Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva

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

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

Livros e capítulos de livro

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

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

Teses e dissertações

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

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

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

Boletins e relatórios

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

Artigos

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

FUKUSHIMA, R.S.; KERLEY, M.S. Use of lignin extracted from different plant sources as standards in the spectrophotometric acetyl bromide lignin method. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2011. doi: 10.1021/jf104826n (no prelo).

Congressos, reuniões, seminários etc

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

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

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

Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

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

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en rumiantes**. Disponível em: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf> Acesso em: 12 out. 2002.

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

Citações de softwares estatísticos

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

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