

Marcelo Curiati Golmia

*Carne Bovina:
Produtividade Vs Qualidade*

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade “Júlio Mesquita Filho”, Campus Botucatu, SP. Para a obtenção do grau de Médico Veterinário.

Preceptor: Prof. Adj. Roberto de Oliveira Roça

Botucatu

2010

Marcelo Curiati Golmia

*Carne Bovina:
Produtividade Vs Qualidade*

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado à Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade “Júlio Mesquita Filho”,
Campus Botucatu, SP. Para a obtenção
do grau de Médico Veterinário.

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos de Origem Animal

Preceptor: Prof. Adj. Roberto de Oliveira Roça

Coordenadora: Profa. Ass. Dra. Vânia de Vasconcelos Machado

Botucatu

2010

GOLMIA, MARCELO CURIATI. *Carne Bovina: Produtividade Vs Qualidade*. Botucatu, 2010. 19p. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Medicina Veterinária, Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos de Origem Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Resumo

A carne bovina exerce uma contribuição importante na dieta humana, principalmente pelo seu alto valor biológico. Por esse motivo a produtividade e a qualidade da carne bovina são tão discutidas. Produtividade definida como a relação entre a produção e os fatores de produção utilizados e qualidade definida como um adjetivo dado ao produto que satisfaça as necessidades implícitas e explícitas dos consumidores. O Brasil é o líder mundial em tonelagem de carne bovina exportada, porém o país tem uma renda relativamente baixa, já que não exporta para os mercados de maior valor agregado. Quantificar o grau de importância destes dois fatores em um mercado capitalista não é fácil, portanto conhecer a ciência que envolve este produto é fundamental para ambos os fatores. Devemos ter em mente que há uma grande variabilidade nos mercados importadores e o Brasil deve procurar ser o líder em todos eles, seja carne com maior grau de acabamento, seja carne magra, seja até mesmo carne orgânica.

Palavras-chave: Carne bovina; Produtividade; Qualidade.

GOLMIA, MARCELO CURIATI. *Carne Bovina: Produtividade Vs Qualidade.* Botucatu, 2010. 19p. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Medicina Veterinária, Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos de Origem Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Abstract

Bovine meat exerts an important contribution to the human diet, mainly by its high biological value. For this reason the productivity and the quality of beef are so discussed. Productivity is defined as the ratio between production and the factors of production used and quality defined as an adjective given to the product that suits the consumer implicit and explicit. Brazil is the world leader in tonnage exported bovine meat, however the country has a relatively low income, since no exports to the markets of greater added value. Quantify the degree of importance of these two factors in a capitalist market is not easy, so knowing the science that involves this product is vital for both factors. We must know that there is a wide variability in the markets importers and Brazil should seek to be the leader everywhere, whether carcass with better conformation and degree of finish, is lean beef, organic meat is even.

Key-words: bovine meat, quality, productivity.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	06
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1. Conversão do músculo em carne	
2.1.1. Cor	
2.1.2. Maciez	
2.2. Carne DFD	
3. CONCLUSÃO.....	14
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Esquema da produção de energia do músculo.....	09
---	----

1. INTRODUÇÃO:

A carne bovina, assim como outros produtos de origem animal, exerce uma contribuição importante na dieta humana. Essa importância deve-se ao seu elevado teor de proteína e a qualidade desta proteína (LEMOS, 2003), sendo a carne de maior consumo no Brasil, 35,1 kg/pessoa/ano contra 13,4 kg/pessoa/ano de carne suína e 34,9 kg/pessoa/ano de carne de frango (ANUALPEC 2005).

A qualidade da proteína depende do padrão e da abundância de seus aminoácidos. Se a proteína contém aminoácidos essenciais na proporção requerida pelo organismo humano, pode-se dizer que tem um alto valor biológico sendo, a carne bovina, um bom exemplo de alimento completo em termos de proteína porque contém todos os nove aminoácidos essenciais para o corpo humano (SANTIM, 2005), além de ser uma boa fonte de zinco, ferro e vitaminas do complexo B (LEMOS, 2003).

Por estes motivos o mercado da carne é considerado essencial e promissor. Este setor, assim como o mundo, sofreu grandes transformações na última década resultantes principalmente da aplicação de novas técnicas de produção, da utilização de cruzamentos e de uma estabilização econômica, estas transformações permitiram ao setor ganhos extraordinários de volume e produtividade sendo determinantes para colocar o Brasil em condição de destaque como um grande produtor de carne bovina.

Se o Brasil tem no tamanho do rebanho e nas raças zebuínas um potencial que ainda não foi todo explorado para aumento de produtividade, por outro lado, deverá enfrentar grandes desafios se quiser consolidar essa posição conquistada de grande produtor e exportador, ciente que novas barreiras serão impostas, a demanda por produtos de melhor qualidade será cada vez maior, a cobrança pela erradicação da febre aftosa irá aumentar e o grande desafio será o de reverter à situação da maioria da população brasileira que não pode adquirir a carne bovina para consumo no seu dia-a-dia. Esses são alguns dos obstáculos que os integrantes desse setor deverão enfrentar, além da decisão mais difícil que é decidir que tipo de produto quer produzir, commodities ou produtos de qualidade com maior valor agregado (VAZ & RESTLE, 1998).

Em parte, isso se deve à falta de qualidade da carne bovina ofertada ao consumidor brasileiro (VAZ & RESTLE, 1998). Desse modo, para garantir e melhorar a qualidade da carne nacional é necessário enfrentar desafios, atender às exigências dos criadores e associar essas exigências aos atributos de qualidade valorizados pelo consumidor (PEREIRA, 2002).

Conhecer o conceito de qualidade da carne é uma importante estratégia. Pode-se entender como qualidade todos os produtos e serviços que satisfaçam as necessidades implícitas e explícitas dos consumidores. Para tal, utiliza-se de características sistemáticas que influenciam a qualidade da carne (CARLOS et al., 2005). Sendo assim, este trabalho visa discutir o conceito de qualidade de carne teórico prático apontando os diferentes mercados consumidores e suas exigências.

2. REVISÃO DE LITERATURA:

2.1. Conversão do músculo em carne

Para falar de qualidade da carne bovina é correto entender primeiramente sobre o processo de “conversão do músculo em carne”. Em vida, a massa muscular de bovinos armazena cerca de dois terços do glicogênio total do corpo. O glicogênio muscular é utilizado como fonte de material energético para sustentar a contração quando a demanda por energia é maior do que a que pode ser oferecida pela glicose sanguínea (BACILA, 1980).

Para compreensão da transformação do músculo em carne é necessário o conhecimento dos processos bioquímicos que ocorrem no animal em vida. As reações químicas no músculo vivo e após o sacrifício são similares, porém deve-se considerar que, após a morte fisiológica, os tecidos são incapazes de sintetizar e eliminar determinados metabólitos (PRICE & SCHWEIGERT, 1976). A glicólise é um processo que envolve todas as etapas da conversão do glicogênio ou glicose muscular em ácido pirúvico ou ácido lático. Considerando inicialmente o animal vivo, este processo é um meio rápido de obtenção de ATP (adenosina trifosfato). Estas reações ocorrem no sarcoplasma e as enzimas que catalisam cada uma das reações são proteínas sarcoplasmáticas solúveis. O rendimento líquido da glicólise é de 3 moles de ATP e 4 íons hidrogênio por molécula de glicose-1-fosfato,

proveniente do glicogênio. Esta série de doze reações químicas é denominada via glicolítica de Embden-Meyerhof (BACILA, 1980; BENNET & FRIEDEN, 1975; FORREST et al., 1979; PRICE & SCHWEIGERT, 1976).

A segunda parte do mecanismo que ocorre a nível de mitocôndria, no animal em vida, é chamada de ciclo de Krebs-Johnson (ciclo dos ácidos tricarboxílicos ou ciclo do ácido cítrico). É uma continuação da via glicolítica e requer oxigênio. Sua função é converter os ácidos pirúvico e láctico, produtos finais da glicólise nos animais, em gás carbônico e íons hidrogênio. O ciclo de Krebs-Johnson constitui um mecanismo comum não só para oxidação dos produtos da glicólise, mas também para oxidação final de produtos resultantes do metabolismo de ácidos graxos e aminoácidos (BACILA, 1980; BENNET & FRIEDEN, 1975; FORREST et al., 1979).

O rendimento líquido de energia no ciclo de Krebs-Johnson e cadeia do citocromo é de 34 moléculas de ATP, totalizando nas três fases do mecanismo, 37 moléculas de ATP (BACILA, 1980; BENNET & FRIEDEN, 1975; FORREST et al., 1979; PRICE & SCHWEIGERT, 1976).

O animal recém abatido após um período de repouso apresenta em seus músculos, ATP, fosfocreatina e tem pH em torno de 6,9 a 7,2. No músculo vivo, o ATP circula continuamente para a manutenção do metabolismo, mas quando o suprimento de oxigênio é cortado através da sangria, o músculo torna-se anaeróbico, e o ácido pirúvico não entra no ciclo de Krebs-Johnson e na cadeia citocromica para formar ATP. Em anaerobiose há formação de ácido láctico e apenas 8% do ATP em relação ao ATP formado pelo metabolismo com presença de oxigênio. Desta forma nos primeiros momentos post-mortem, o nível de ATP (10 μ mol/g) é mantido por conversão do ADP a ATP (fosfocreatina + ADP \leftrightarrow creatina + ATP), mas quando a fosfocreatina é exaurida, inicia-se a queda do nível de ATP (ASGHAR & PEARSON, 1980; HAMM, 1982; PENNY, 1984). Portanto, as reservas energéticas se esgotam mais rapidamente no metabolismo anaeróbico. Inicialmente são degradadas as reservas de fosfocreatina, seguidas pelas reservas de glicogênio e outros carboidratos e finalmente o ATP, rico em energia (HAMM et al., 1983; HONIKEL & HAMM, 1985). Como resultado, os prótons que são

produzidos durante a glicólise e durante a hidrólise de ATP a ADP causam diminuição significativa do pH intracelular (HONIKEL & HAMM, 1974; LUNDBERG & VOGEL, 1987).

TABELA 1. Esquema da produção de energia do músculo.

Método	Aeróbico	Anaeróbico
Processos	Glicólise â Ciclo de Krebs â Cadeia Mitocondrial Transportadora de Elétrons	Glicólise
Ingredientes	1 Glicose + 36 Pi + 36 ADP + 6 O ₂	1 Glicose + 3 ADP + 3 Pi
Produtos	36 ATP 6 CO ₂ 42 H ₂ O	3 ATP 2 Lactato 2 H + 3 H ₂ O

A velocidade do consumo de ATP determina a velocidade de degradação do glicogênio e, como consequência, a formação do produto final do metabolismo anaeróbio que é o ácido láctico. Assim, a forma mais rápida para observar a velocidade de consumo de ATP é a verificação da queda do pH (HONIKEL & HAMM, 1980). A queda inicial do pH é devida principalmente à liberação de íons H⁺, que ocorre antes da redução de piruvato a lactato. Em pH 7,0, o íon H⁺ é ligado durante a fosforilação de ADP a ATP e liberado durante a hidrólise enzimática do ATP. Por outro lado, a pH 5,5 - 6,0, os íons H⁺ são liberados durante a glicólise mas não são liberados durante a hidrólise de ATP. Noventa por

cento dos íons formados são devidos à glicólise e o restante devido à hidrólise do ATP (HONIKEL & HAMM, 1974).

A velocidade de queda do pH, bem como o pH final da carne após 24-48 horas, é muito variável (FORREST et al., 1979). Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (0 horas) em torno de 7,0 cai para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5 - 5,9 após 24 horas (HONIKEL et al., 1981, SEYDI & FAYE, 1990). Após a queda do pH a conversão de músculo em carne esta concluída. Conhecer o conceito de qualidade da carne é uma importante estratégia. Pode-se entender como qualidade todos os produtos e serviços que satisfaçam as necessidades implícitas e explícitas dos consumidores. Para tal, utiliza-se de características sistemáticas que influenciam a qualidade da carne, principalmente a cor e a maciez (CARLOS et al., 2005).

2.1.1 Cor

A cor é muito importante, porque, na carne fresca, tem a função de atrair o consumidor e determinar a primeira impressão. Pode ser classificada visualmente por uma pessoa treinada usando uma escala de cor (o National Pork Producers Council desenvolveu uma pontuação de cor variando de 1 a 5) ou objetivamente, com a utilização de colorímetros (LAWRIE, 2005).

Desde 1932, quando Theorell cristalizou o principal pigmento do músculo e demonstrou que a mioglobina não era idêntica a hemoglobina do sangue, aceita-se que a cor da carne não se deve substancialmente à hemoglobina, ao menos que a sangria tenha sido mal feita. A aparência da superfície da carne para o consumidor depende, porém, não apenas da quantidade de mioglobina presente, mas também do tipo de molécula de mioglobina, de seu estado químico e da condição química e física de outros componentes da carne (LAWRIE, 2005).

A molécula de mioglobina é constituída por uma proteína (globina) e um grupo heme, com um átomo de ferro central. Esta apresenta três formas moleculares de diferentes cores na carne fresca mantendo um equilíbrio entre elas. A mioglobina reduzida tem ferro reduzido (Fe^{2+}) e água na sexta ligação. Caracteriza-se por um pigmento vermelho púrpura e se encontra no interior das

peças de carne onde o oxigênio está ausente, e também nas peças embaladas à vácuo. A oximioglobina é a forma oxigenada da mioglobina e enquanto o ferro está na forma reduzida (Fe^{2+}) o oxigênio ocupa a sexta ligação. Este pigmento é de cor vermelho brilhante sendo o pigmento desejável para a carne fresca. A mioglobina tem grande afinidade pelo oxigênio e a formação de oximioglobina é rápida na superfície da carne onde a tensão superficial do oxigênio é alta. Com o tempo a fina camada de oximioglobina avança até o interior, dependendo da profundidade e da tensão de oxigênio e da atividade das enzimas que o utilizam (VARNAM e SUTHERLAND, 1998).

A metamioglobina possui o ferro na forma oxidada (Fe^{3+}) e água na sexta ligação. O pigmento, de cor vermelha marrom, é incapaz de ligar o oxigênio. A metamioglobina geralmente está presente em uma zona de baixa concentração de oxigênio entre o interior anaeróbico da carne e a zona oxigenada da superfície. A medida que a carne matura a camada de metamioglobina aumenta e se faz visível por debaixo da camada de oximioglobina que vai diminuindo (VARNAM e SUTHERLAND, 1998).

Ainda de acordo com VARNAM e SUTHERLAND (1998), na carne fresca podem estar presentes outros pigmentos derivados da mioglobina em circunstâncias específicas, e geralmente não habituais. Entre eles se inclui o pigmento verde sulfomioglobina, formado pela combinação da mioglobina com H_2S de origem bacteriana. Também existe uma produção bacteriana importante de H_2S nas carnes embaladas à vácuo, especialmente (porém não exclusivamente) se o valor do pH é superior a 6,0. A produção requer a presença de H_2O_2 , derivado da oxidação da oximioglobina para metamioglobina, da atividade de bactérias e enzimas, da peroxidação dos lipídios ou das flavinas. O pigmento pode desenvolver-se sob circunstâncias extremas. Desse modo, a fração heme se separa da proteína fazendo com que o átomo de ferro se solte. Estas mudanças dão lugar à formação de coeglobina verde e pigmentos biliares incolores.

Na forma ferrosa, o ferro também pode se combinar com o óxido nítrico e em algumas situações essa ligação pode ser reforçada. Enquanto a oxidação da mioglobina, vermelho-púrpura, ou da oximioglobina, vermelho-brilhante, à

metamioglobina marrom é acelerada por qualquer fator que causa a desnaturação da globina, pela ausência de redutores e pela baixa tensão de oxigênio, essas mesmas circunstâncias aumentam a estabilidade da cor vermelha na carne curada, convertendo o óxido nítrico hemocromogênio. Em ambos os pigmentos o ferro está na forma ferrosa, mas o nitrito irá reagir também com a metamioglobina para formar um composto vermelho, a metamioglobina nitrito (LAWRIE, 2005).

2.1.2 Maciez

A variação que ocorre na maciez da carne é devido a diferenças genéticas, biológicas e fisiológicas, mudanças durante o abate, diferenças criadas durante a armazenagem post mortem ou uma combinação destes fatores (KOOHMARAIE, 1996).

A porcentagem de proteína, gordura, umidade e a composição do colágeno da carne também afetam sua maciez (CROSS et al., 1973), assim como sua maturação, tipo de rigor, comprimento do sarcômero, atividade proteolítica e a fixação do músculo ao esqueleto (PEARSON, 1987). Em geral a maciez da carne é afetada por uma variedade de fatores que ocorrem devido a alterações durante e após o rigor mortis (TORNBERG, 1996).

A carne pré-rigor é macia, mas vai se tornando progressivamente mais dura à medida que ligações cruzadas permanentes se formam entre a miosina e a actina na ausência de adenosina trifosfato (PEARSON, 1987).

A temperatura, pH, taxa de resfriamento, genética e forma de atordoamento afeta o desenvolvimento do rigor (MARSH & LEET, 1966; HILDRUM et al., 1999; PEARSON, 1987; e OLSSON et al. 1994; HONIKEL et al., 1983). Koohmaraie (1996) relatou que a prevenção do encurtamento do sarcômero pode prevenir o endurecimento da carne. Marsh & Leet (1966) demonstraram uma relação entre o comprimento do sarcômero e a maciez tal que o máximo da dureza ocorria a 40% de encolhimento de músculos desossados. Encolhimentos da ordem de 40 a 60% foram definidos como zona de “ruptura progressiva”, na qual o dano celular decorre de um encolhimento excessivo do músculo (MARSH & LEET, 1966). Koohmaraie (1996) relatou um

endurecimento durante as primeiras 24 horas post mortem devido ao encurtamento do sarcômero induzido pelo rigor. Os autores também sugeriram que a maior parte da variação do comprimento do sarcômero ocorre de animal para animal.

Visando prevenir o endurecimento da carne a indústria alimentícia adotou procedimentos como:

- Estimulação elétrica que promovem ativação das reações bioquímicas fazendo com que a energia muscular seja usada a uma velocidade maior que a normal resultando no declínio rápido do pH do músculo estimulado, acelerando o estabelecimento e resolução do rigor mortis podendo reduzir a temperatura do músculo com uma taxa de resfriamento maior, sem que ocorra o encurtamento pelo frio e acelerando assim o processo de amaciamento (ou maturação natural).

- Estiramento do músculo, aparentemente relacionada com o grau de contração assim determinado pelo comprimento do sarcômero (LOCKER, 1960).

2.2. Carne DFD

Um trabalho sobre qualidade de carne bovina não poderia deixar de explicar uns dos problemas mais comentados sobre este produto, a carne DFD (Dark, Firm, Dry), gerado pelo estresse prolongado do animal. (SMITH et al, 2004)

A carne DFD se caracteriza por ser escura, firme e seca, sendo um defeito de qualidade cárnea observada em bovinos, suínos e ovinos. A carne é pegajosa ao tato e absorve lentamente os sais de cura. (PRICE E SCHWEIGERT, 1994).

A coloração roxa e brilhante da carne é explicada pela oxidação da mioglobina a oximioglobina (SMITH et al, 1999). A oxidação da deoximioglobina ou oximioglobina forma a metamioglobina, que é responsável pela coloração escura, depois de exposta nas gôndolas (LIU et al, 1996).

A carne DFD tem pH alto, explicado pela baixa reserva de glicogênio no momento do abate, o que leva à formação insuficiente de ácido lático, ocasionando uma baixa queda do pH nas 24 horas post-mortem (WULF et al., 1997).

Quando o pH permanece inalterado (por volta de 6,0) após 24 horas do abate, as proteínas miofibrilares se encontram acima de seu ponto isoelétrico. (JUDGE et al., 1989) Sendo assim, a capacidade de retenção de água é alta e o produto é de grande valor à indústria processadora. Entretanto, a carne DFD tem baixa aceitação pelo mercado consumidor por seu aspecto escuro, seco e firme (OLEGARIO, 2007).

A carne DFD é mais passível de sofrer contaminação bacteriana, seja em seu estado fresco ou durante o processo de cura. A ausência de glicose em sua superfície permite a ação de bactérias que degradam aminoácidos e levam à formação de compostos caracterizados por exalar odor intenso durante a deterioração. (PRICE E SCHWEIGERT, 1994).

3. CONCLUSÃO

O Brasil detém o maior rebanho comercial do mundo e é o maior exportador mundial de carne bovina. Aproximadamente 140 países compram hoje a carne bovina brasileira, apesar de ser o líder mundial em tonelagem de carne bovina exportada, o país tem uma renda relativamente baixa, já que não exporta para os mercados de maior valor agregado por causa da aftosa nos rebanhos, rastreabilidade, ivermectina, “baixa qualidade” ou simplesmente por causas políticas.

Mas o conceito de qualidade é questionável. Por exemplo, o zebuíno ficou “taxado” como produtor de carne de pouca maciez e com ausência de marmorização. Mas será que todos os importadores estão preocupados ou estão dispostos a pagar mais pela marmorização? Para colocarmos “marbling” ou gordura intramuscular em nossa carne teremos que mudar a forma de produzir carne no Brasil, inclusive mudar os recursos genéticos usados, já que de fato a subespécie *Bos taurus indicus* (zebuínos) não tem a característica de marmorizar sua carne. Mudando a forma de produzir carne no Brasil, nossa carne custará mais caro. Não será isso o que os nossos concorrentes querem? Conseqüentemente seremos menos competitivos e certamente perderemos mercado.

Para atender aos nichos de mercado de alta qualidade e valor agregado é de fundamental importância aplicar uma estratégia que envolve desde a escolha de material genético, a adequação do sistema e produção e não menos importante, ofertar às indústrias da carne uma matéria prima padronizada, principalmente em peso, idade e grau de acabamento. Com o aumento da participação do país no mercado internacional e aumento da demanda interna por carne de qualidade este quadro está se alterando. No início dos anos 90 o Brasil exportava cerca de 5% da sua produção como carne in natura. Hoje esse valor atinge aproximadamente 25% da produção total de carne exportada, alguns frigoríficos chegam a exportar entre 60-90% de determinados cortes. A enorme diversificação da exportação nacional é importante, mas ainda assim há necessidade de melhorar e homogeneizar o abate.

Existem nichos de mercado para carne magra, produzida exclusivamente a pasto em que o Brasil tem todas as condições de ser o líder. É possível agregar valor a esta carne para mercados que discordam filosoficamente do sistema de produção confinado. Entretanto, existem inúmeros mercados para carne de alto valor agregado para os quais precisaremos produzir carne com mais acabamento. Enfim devemos ter em mente que há uma grande variabilidade nos mercados importadores e o Brasil deve procurar ser o líder em todos eles, seja carne com maior grau de acabamento, seja carne magra, seja até mesmo carne orgânica.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC 2005: Anuário da Pecuária Brasileira. *Consumo per capita mundial de carnes*. São Paulo: Agra FNP, 2005. p. 12.

ASGHAR, A.; PEARSON, A.M. Influence of ante and postmortem treatments upon muscle composition and meat quality. *Advances in Food Research*, v.26, p.53-213, 1980.

BACILA, M. *Bioquímica veterinária*. São Paulo: J.M. Varela, 1980. 534p.

BENNET, T.P.; FRIEDEN, E. *Tópicos modernos de bioquímica*. São Paulo: Edgard Blucher, 1975. 175p.

CARLOS, P. et al. Analysis of consumer perceptions on quality and food safety in the spanish beef market: a future application in new product development. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS, 11., 2005, Copenhagen.

CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *Journal of Food Science*, n.38, p.998-1003, 1973.

FORREST, J.C. et al. *Fundamentos de ciência de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p.

HAMM, R. Postmortem changes in muscle with regard to processing of hotboned beef. *Food Technology*, v.36, n.11, p.105-115, 1982.

HAMM, R.; HONIKEL, K.O.; FISCHER, C. Modificaciones en la carne vacuna luego de la faena e sus consecuencias sobre la capacidad de retención de água. *Fleischwirtschaft*, v.1, p.42-48, 1983.

HILDRUM, K.I.; NILSEN, B.N.; WAHLGREN, M. Improving the tenderness of hot boned beef muscles. *Fleischwirtschaft International*, v.1, p.42-48, 2002.

HONIKEL, K.O. Effect of handling ante, intra and early post mortem on characteristics of beef with regard to the velocity of chilling. *Journal of Animal Science*, v.40, n.1, p.35-40, 1987.

HONIKEL, K.O.; FISCHER, C.; HAMID, A. Influence of postmortem changes in bovine muscle on the water holding capacity of beef. Postmortem storage of muscle at 20°C. *Journal of Food Science*, v.46, n.1, p.1-6, 1981.

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Enfriado, congelado y descongelado. Aspectos coloidoquímicos de la calidad de la carne. *Fleischwirtschaft*, v.1, p.46-53, 1985.

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. La influencia del refrigerado sobre las cualidades de la carne vacuna recién faenada. *Fleischwirtschaft*, v.2, p.16-24, 1980.

- HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Uber die ursachen der abnahme des pH-wertes immm fleisch nach dem schlachaten. *Fleischwirtschaft*, v.54, n.3, p.557-560, 1974.
- JUDGE, M.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R.A. (Ed.) *Principles of Meat Science*. Dubuque: Kendall/Hunt, 1989. 351 p.
- KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, v.43, p.193 -201, 1996.
- LAWRIE, R.A. A qualidade sensorial da carne. In: _____. *Ciência da carne*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 249-256.
- LEMONS, A.L.S.C. Zoonutrientes – carne e produtos cárneos, uma nova abordagem nutricional. *TecnoCarnes*, v. 13, n.3, p.78-82, maio/jun. 2003.
- LIU, Q. K.; SCHELLER, S.; ARP, D. Schaefer and M Frigg. Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. *Journal of Animal Science*, v.74, p.106-116, 1996.
- LOCKER, R.H. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. *Food Research*, v.25, p.304- 307, 1960.
- LUNDBERG, P.; VOGEL, H.J. Postmortem metabolism in fresh porcine, ovine and frozen bovine muscle. *Meat Science*, v.19, n.1, p.1-14, 1987.
- MARSH, B.B.; LEET, N.G. Studies in meat tenderness. III. The effects of cold shortening on tenderness. *Journal of Food Science*, v.31, p.450, 1966.
- OLEGARIO, T.G. et al. Carnes PSE e DFD em aves e suínos. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5., 2007, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: UTFPR, 2007. v. 2, n.1.
- OLSSON, U.; HERTZMAN, C.; TORNBERG, E. The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor mortis, ageing and tenderness of beef muscles. *Meat Science*, n.37, p. 115-131, 1994.

- PEARSON, A.M. Muscle function and postmortem changes. In: PRICE, SCHWEIGERT. (Eds.). *The Science of meat and meat products*. 3.ed. Westport: Food and Nutrition Press, 1987. p.307-327.
- PENNY, I.F. Enzimologia de la maturation. In: LAWRIE, R. (Ed.). *Avances de la ciência de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1984. p.148-181.
- PEREIRA, A.S.C. *Qualidade da carne de bovinos nelore (Bos taurus indicus) suplementados com vitamina E*. 2002. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2002.
- PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acribia, 1994.
- PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. *Ciência de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza: Acribia, 1976. 668p.
- SANTIM, J. *Proteínas: qualidade e questões*. Outubro de 2005. Disponível em < <http://beefpoint.com.br/bn/carnesaude/artigo.asp>> Acesso em 23 dez 2005.
- SEYDI, M.; FAYE, J.E. pH et rigidite cadaverique des carcasses de bovins soudano-sahéliens. *Viandes et Products Carnes*, v.11, p.275-276, 1990.
- SMITH, G.C.; TATUM, J.D.; MORGAN, J.B. Reducing the incidence of dark-cutting beef. *Beef Cattle Handbook*, 1999. 4350:1-3.
- TORNBERG, E. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, v.43, p.s175-s191, 1996.
- VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. *Carne y productos cárnicos: tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Acribia, 1998. 423 p.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J. et al. (Ed.) *Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte*. Santa Maria: UFSM, 1998. p.104-119.

WULF, D.M.; EMNETT, R.S.; LEHESKA, J.M.; MOELLER, S.J. Relationship among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal of Animal Science*, v.80, p.243-257, 1997.