

Artigo Número 20

PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E FATORES CONDICIONANTES DA QUALIDADE DA CARNE

José Luiz Domingues¹

Introdução

A cadeia de produção de carnes, desde a produção animal até sua utilização pelo consumidor final, agrega uma série de fatores que influenciam sua qualidade; sejam eles físicos, químicos, biológicos ou comerciais. Essa cadeia, historicamente simples e curta, principalmente pela proximidade com que se realizava do consumidor final, exige atualmente um grande conhecimento dos diferentes processos e ações, conduzidos pelas diferentes áreas técnicas.

Os aspectos de qualidade, mesmo apresentando diferentes significados e ações dentro dessa cadeia de produção, devem estar presentes, desde a criação do animal até a colocação dos produtos para o consumidor final. É importante que o técnico ou profissional ligado a qualquer uma das fases da cadeia da carne, disponha de instrumentos básicos e conhecimento em todas as etapas do processo, bem como uma grande competência técnica em pelo menos uma delas, a fim de poder identificar e interferir nos pontos críticos existentes.

Essa interferência pode ser concretizada do ponto de vista da produção, dos aspectos nutricionais, do processamento ou mesmo econômicos. Todos, com uma crescente e positiva preocupação com a qualidade dos produtos, com a normatização e a lucratividade de toda a cadeia produtiva. O presente trabalho pretende apresentar os diferentes aspectos condicionantes da maciez da carne e as formas de obtenção e manutenção dessa característica, uma vez que a maciez é um dos fatores diferenciais que agrega valor ao produto final.

Fatores que influenciam a qualidade das carnes

Muitos fatores interferem na maciez da carne, podendo ser divididos em inerentes (pré-abate) ou não inerentes (pós-morte) do animal. Entre os mais reconhecidos temos a genética, a nutrição, o manejo do animal, o estresse, o resfriamento e a maturação.

Pré-Abate

A qualidade do produto é, em última análise, um conceito relacionado às expectativas do consumidor final. Sua avaliação é determinante na qualidade dos produtos cárneos, sendo as características mais reconhecidas: a maciez, a suculência e o sabor. (Maltin, 2003). Para Koohmaraie (2004), a inconsistência na obtenção das características de maciez ou uma maciez inadequada quando o produto chega ao consumidor, são alguns dos problemas que a indústria da carne se depara atualmente. Essa inconsistência pode ser devida à inabilidade em produzir carnes macias, mas também à inabilidade em identificar carcaças duras ou macias e classificá-las corretamente.

¹ Professor da Unicastelo- Campus VIII-Descalvado-SP

Sendo a variação na avaliação sensorial para maciez duas vezes maior que para suculência e paladar, a superação e o entendimento desses mecanismos tornou-se uma de suas maiores metas, visando agregar maior qualidade aos produtos. A maciez se constitui no fator isolado mais importante de qualidade, pois os consumidores identificam diferenças nesse parâmetro e pagam mais pelas carnes mais macias. Um novo sistema para previsão da maciez da carne deve ser desenvolvido com base em medidas diretas, a fim de eliminar os parâmetros atuais, como grau de marmorização, uma vez que este responde por cerca de 5% na avaliação da maciez.

Alguns fatores são reconhecidos e bastante documentados na literatura como interferentes na qualidade, entre eles estão genótipo, taxa de crescimento, programas e níveis nutricionais, peso da carcaça, promotores de crescimento, sexo, temperamento individual, estresse, manejo pré-abate, manuseio, mistura de lotes, clima e grau de marmorização, entre outros. Segundo Loxton (2004), o produtor tem grande responsabilidade sobre a produção animal, bem como sobre a qualidade posterior, nos processos de transformação dessa matéria prima em produto para o mercado. Fatores como maciez, cor e marmorização, entre outros, são grandemente influenciados por fatores relacionados ao manejo da produção animal.

Genética

Com relação à variabilidade e inconsistência dos dados de maciez, Field et al. (1997) apresentaram dados de diferentes grupos de maturidade em novilhas cruzadas (AngusxGelbvieh), não encontrando diferenças no peso de abate, ganho de peso, acabamento, área do *Longissimus* ou gordura renal entre carcaças. A quantidade de colágeno no *Longissimus* também foi similar e nem as médias do painel de maciez nem os valores de força de cisalhamento diferiram.

Estudos de Riley et al. (2003a), mostram a influência de nove linhagens de touros zebuínos sobre a atividade enzimática de calpaínas e características de maciez no *Longissimus* dos novilhos aos 1, 7, 14 e 21 dias pós-abate. O fator linhagem afetou atividade da μ -calpaína e da calpastatina, também a força de cisalhamento e o painel sensorial de suculência, mas não a atividade da m-calpaína. Os autores concluíram que a combinação desses parâmetros na seleção de carcaças representa uma alternativa para programas visando o aumento da maciez da carne.

A estimativa da herdabilidade, bem como as correlações genéticas e fenotípicas das características de qualidade das carcaças de bovinos zebuínos, foram estudadas por Riley et al. (2003b), a partir de dados de novilhos nascidos entre 1996 e 2002. A maior parte das estimativas das correlações genéticas entre as características de palatabilidade e espessura da gordura, marmorização e área de lombo, indicaram que os aumentos na qualidade, baseados na seleção para força de cisalhamento, painel para maciez ou atividade da calpastatina, deverão ser lentos. Assim, também devem ser considerados os programas de intervenção pós-abate.

Para Loxton (2004), o conhecimento atual mostra pouca variação na maciez entre rebanhos ou genótipos. Entretanto, ocorrem diferenças sensíveis na marmorização dos cortes. Alguns trabalhos têm demonstrado que diferenças pequenas têm ocorrido para animais mestiços com mais de 75% de sangue *Bos indicus*, sendo que as diferenças dentro dos genótipos estão sendo investigadas. Em sua revisão, Burrows et al. (2001) descrevem como os genes para hipertrofia muscular afetam significativamente algumas características da carcaça e de qualidade da carne. A seleção de marcadores de DNA indica a existência de QTL's (Quantitative Trait Loci) associados a essas características.

Idade, Taxa de crescimento e Nutrição

O aumento na taxa de crescimento resulta em um maior desfrute dos rebanhos e diminuição na idade de abate, promovendo também o aumento na maciez da carcaça. Com a idade do animal há a formação de ligações cruzadas entre as moléculas de colágeno que as tornam indissolúveis e endurece a carne. A deposição de maior ou menor teor de colágeno sob a forma de perímio promove diferenças raciais quanto à maciez da carne. A gordura intramuscular ajuda na maciez por diluir o teor de tecido conjuntivo da carne.

Os cortes de músculos que estão mais envolvidos em exercícios físicos mais intensos, como locomoção, apresentam mais tecido conjuntivo que aqueles menos contraídos. Assim, bifes da paleta são menos macios que os da alcatra. A idade do animal também interfere na maciez, pela maior quantidade de tecido conjuntivo nos animais com mais idade. A variação intramuscular da maciez de três músculos (*Semitendinosus*, *Triceps brachii* e *Rectus femoris*) foi avaliada por Denoyelle & Lebihan (2004). Para esses músculos a avaliação sensorial demonstrou uma variação significativa na maciez, revelando existir um gradiente longitudinal. Medidas de compressão na carne crua mostraram resultados similares, mas com baixa correlação com as características sensoriais, mostrando que as medidas de compressão não são adequadas para a previsão de maciez da forma percebida pelo consumidor.

Shackelford et al. (1995), conduziram experimentos para avaliar o efeito da idade cronológica de fêmeas, sobre características de qualidade e escores de carcaça, comparados aos escores utilizados pelo USDA. A força de cisalhamento não diferiu entre idades, embora as taxas de maciez fossem menores para animais mais velhos.

Houve dez vezes mais variação nos dados entre cada grupo etário do que entre grupos. Os grupos etários que refletiram com maior correção as classes de maturidade de carcaça foram: A= 9 a 24 m., B= 24 a 36 m., C= 36 a 48 m., D= 48 a 60 m., E= > 60 meses. Os resultados indicaram que os esforços para controlar a variação na maciez devem ser mais efetivos se forem focados em outros fatores, com maior efeito sobre maciez, que não classes de maturidade.

A nutrição apresenta influências diretas e indiretas sobre a qualidade dos cortes cárneos. Características como melhor qualidade de acabamento da carcaça, coloração do músculo e da gordura, são fatores diretamente ligados ao plano e manejo nutricional dos animais. Melhores taxas de ganho de peso, redução na idade de abate, melhora na relação músculo:gordura e na relação dianteiro: traseiro, são fatores ligados à nutrição.

Peso da carcaça e sexo

Tanto as pesquisas como a prática dos abatedouros tem demonstrado que, com o aumento do peso das carcaças, há aumento na cobertura de gordura, principalmente na gordura subcutânea e renal dos animais. Para algumas das raças européias principalmente nas britânicas, esse aumento no peso está diretamente relacionado com o aumento da marmorização da gordura em alguns cortes. Também são aumentadas a área dos músculos e a produção total da parte comestível das carcaças. Novilhas crescem com taxas de ganho de peso relativamente menores que os machos para um mesmo peso de abate. Estas, apresentam sempre uma maior cobertura de gordura na carcaça que novilhos. Não há, entretanto, diferenças significativas quanto à coloração da carne, brilho, coloração da gordura, intensidade de marmorização ou maciez. Animais inteiros também apresentam carne menos macia.

Manejo pré-abate

Os efeitos do estresse sobre a produção e qualidade da carne são apresentados por Berg(2004). Condições que causam estresse nos animais no período de dois a três dias antes do abate, diminuem ou esgotam as reservas musculares de glicogênio, levando a um pH muito baixo no músculo, o que promove condições para que esse músculo torne-se escuro, duro e seco (DFD). Deve ser proporcionado aos animais, antes do abate, período de descanso e conforto, com acesso a água, a fim de recuperarem essa reserva muscular de energia.

Entre os demais fatores relacionados ao estresse pré-abate, estão: movimentação excessiva, rápida ou desnecessária, lotes muito grandes e heterogêneos, ruído intenso, temperaturas altas, tempo excessivo nos currais de espera. Coma (2004), relatando os fatores que afetam a qualidade da carne suína, destaca a existência de fibras musculares dos tipos 1, 2a, 2b e 2c. As fibras do tipo 1 e 2a, pela sua composição no sistema enzimático no metabolismo do glicogênio, são mais convenientes a uma boa taxa de diminuição do pH e coloração da carne. As fibras do tipo 2b causam uma redução mais acentuada do glicogênio muscular.

Nos suínos o *longissimus* apresenta fibras dos tipos 1, 2a e 2b, na proporção 8 : 8: 84, enquanto para bovinos essa proporção é de 50: 40: 10. essa diferença seria a causa de uma maior incidência de carne pse e dfd em suínos, quando submetidos a estresse.

Pós-Morte

Na conversão do músculo em carne, os processos que ocorrem no pós-morte são os principais determinantes da maciez resultante. Assim, os demais fatores usados como estratégias para aumentar a qualidade das carnes pode ser em vão, se os demais fatores pós-morte estiverem abaixo do ideal. (Maltin, 2003).

Entre os fatores pós-morte, podemos citar aqueles inerentes ao abate industrial como o resfriamento e a conseqüente velocidade de queda de pH muscular, já que o frio interfere diretamente nos processos bioquímicos responsáveis pela transformação do músculo em carne. Além desses, outros procedimentos tecnológicos são aplicados nas carcaças e às carnes, procurando, direta ou indiretamente, atuar sobre a maciez final. A esses fatores ainda se associam os procedimentos culinários, que podem estabelecer a qualidade final da carne quanto à sua maciez.

Para Loxton (2004), a qualidade dos produtos é uma responsabilidade que deve ser compartilhada entre todos os setores da indústria da carne. Por essa razão os produtores devem estar cientes dos fatores que impactam a qualidade do produto final. Os fatores que estão associados com qualidade da carne são: queda do pH do músculo após abate, condicionamento das carcaças por estimulação elétrica ou estiramento, taxas de resfriamento das carcaças visando maciez e sanidade, embalagem a vácuo dos cortes com uso de filmes plásticos, embalagem em atmosfera controlada com mistura de gases como oxigênio e gás carbônico, maturação sob baixas temperaturas e tempo controlado, reembalagem no ponto final de venda, tempo de prateleira e condições de temperatura na prateleira.

Para Lipsey (2003) os fatores condicionantes da maciez dos músculos são cada vez mais estudados e compreendidos, sendo a quantidade e maturidade do tecido conjuntivo a diferença primária na maciez entre os diferentes cortes. Algumas associações de produtores investem em programas de identificação de linhagens que apresentem carcaças com valor genético superior para características de maciez. Foi observada muita variação genética para maciez da carne. O desenvolvimento de marcadores genéticos poderia avaliar a efetividade dessas técnicas de seleção.

Para Feijó (2004) organolepticamente, a maciez de uma carne seria sentida como um conjunto de impressões:

- *Consistência da carne*: conforme o contato com a língua e bochechas pode-se sentir se a carne é mole ou firme.
- *Resistência à pressão*: força necessária para a penetração dos dentes na carne.
- *Facilidade de fragmentação*: capacidade dos dentes para cortar ou desagregar fibras musculares. Podem acontecer dois extremos: a carne ser tão fragmentável que partículas aderem-se à língua e bochechas dando a sensação de secura; ou a carne apresentar fibras demasiadamente unidas, quase sempre em virtude de excesso de tecido conjuntivo.
- *Resíduo ou restos de mastigação*: restos de carne que permanecem após o processo mastigatório, geralmente tecido conjuntivo originário de perimísio ou epimísio.
- *Encurtamento pelo frio*: quando um músculo é resfriado imediatamente após o abate ele apresenta energia para contrair-se fortemente sob ação do resfriamento, que ocorre geralmente quando um músculo atinge 10°C em 10 horas pós-morte.
- *Refrigeração retardada*: as carcaças inteiras ou não, são mantidas em ambientes com temperatura mais elevadas que nas tradicionais câmeras de refrigeração até que ocorra o rigor *mortis*, e só então são resfriadas para temperaturas abaixo de 10°C.
- *Rigor pelo descongelamento*: quando um músculo congela antes de atingir o rigor *mortis*, posteriormente, quando do descongelamento ocorre o encurtamento pelo frio e uma excessiva perda de suco.
- *Eletroestimulação*: uma corrente elétrica que, provocando contrações na carcaça, faz com que os músculos consumam energia nesse processo para que, durante o resfriamento não possam contrair-se demasiadamente, fazendo assim com que a maciez seja aumentada.
- *Maturação*: mantendo-se os cortes cárneos em embalagem a vácuo e em temperaturas entre 1°C a 2°C por cerca de 14 dias, ocorre a desnaturação protéica desagregando as fibras musculares e ocasionando maciez. A ação enzimática não é sobre o complexo actino-miosina, sendo o principal alvo o disco Z. Além da ação sobre a maciez, com a maturação ocorre desenvolvimento de sabor.
- *Cocção*: a maciez é dependente da temperatura e da velocidade de cozimento. Nas carnes bem cozidas ocorre uma maior rigidez por um fenômeno denominado "endurecimento protéico", que é devido à coagulação das proteínas, principalmente as miofibrilares, já que com o calor, o colágeno transforma-se em gelatina, favorecendo a maciez da carne.
- *Amaciantes da carne*: pode-se fazer o amaciamento artificial da carne por uma série de ingredientes, como vinagre, suco de limão, sal e enzimas vegetais. Essas enzimas têm ação similar às proteases cisteínicas de mamíferos como as catepsinas B e L e as calpaínas. Têm a propriedade de degradar não só as proteínas miofibrilares como apresentam atividade colagenolítica elevada.
- *Infusão de íons cálcio*: A infusão de cálcio em carcaças ou carne de bovinos e ovinos promove um amaciamento mais acentuado das carnes. O mecanismo principal é, provavelmente, a ativação das calpaínas (enzimas dependentes de cálcio), ainda que não se elimine o efeito da contração muscular mediada pelo cálcio.
- *Pressurização do músculo*: A manutenção do músculo em pré-rigor por um curto período de tempo a uma pressão elevada melhora a maciez das carnes.
- *Maciez por estiramento*: A suspensão das carcaças pelo osso pélvico causa o estiramento de vários músculos, dentre os quais o longissimus dorsi e os glúteos

durante a instalação do rigor, evitando uma contração muscular intensa desses grupos musculares. Esse estiramento limita a contração pós-morte e dá como resultado um menor encurtamento do sarcômero e uma carne mais macia.

No trabalho de Roeber et al. (2000), analisando a aplicação de diferentes voltagens e duração do estímulo elétrico, houve uma diminuição nos valores de força de cisalhamento em 75 a 88% das carcaças tratadas com maior duração do estímulo elétrico, para carcaças que apresentavam valores acima de 4,5 Kg na meia carcaça não tratada. Os trabalhos de Geesink et al.(2001a; 2001b) apresentam dados utilizando diferentes intensidades e correntes no processo de eletroestimulação, conseguindo um maior efeito sobre a maciez dos músculos estudados. Trabalhando com cordeiros mestiços, Kerth et al. (1999) obtiveram respostas semelhantes quanto ao aumento na maciez de diferentes músculos com aplicação de estimulação elétrica nas carcaças. Na pesquisa de Santos et al. (2004), trabalhando com peitos de frango, houve um aumento na maciez dos cortes com o aumento nos tempos de maturação. O tempo de maturação para maior maciez foi de oito horas, sendo diferente do tempo citado para outras espécies.

Enquanto a ação positiva do colágeno depende do fator tempo, o endurecimento miofibrilar tem na temperatura de cozimento, o ponto crítico. Entre 57°C e 60°C ocorre o amaciamento do tecido conjuntivo sem que haja ação sobre as proteínas miofibrilares, ou seja, sem endurecer a carne. Com base nisso é que se recomenda o cozimento prolongado a temperaturas baixas para a carne rica em tecido conjuntivo e o contrário para aquelas pobres em colágeno.

Wheeler et al. (1999), encontraram interação significativa entre o aumento no ponto final de cocção e a diminuição da maciez, afetando a força de cisalhamento do longissimus de bovinos. O aumento na força de cisalhamento com o aumento da temperatura de cocção foram maiores para os cortes menos macios do que para aqueles mais macios. Isso aumenta a vantagem de uma carne mais macia sobre uma menos macia, quando o ponto final da cocção é aumentado.

O uso de soluções visando aumento da maciez das carnes vem sendo testado já há algum tempo. Experimentos conduzidos por Wheeler et al. (1993), mostram a eficiência do uso de injeções de cloreto de cálcio pós-morte em diferentes músculos, obtendo reduções consistentes na força de cisalhamento, sem modificar outras características de qualidade da carne.

Do ponto de vista da aplicação comercial, a "tenderização" da carne após o rigor é mais importante que a de pré-rigor, e um processo já patenteado, denominado "tendertainer" com resultados satisfatórios. Outro, como um equipamento para amaciante de carne mediante ondas de choque geradas por pequenas cargas explosivas em um tanque de água hermético, denominado "Hydrodyne", também tem apresentado bons resultados.

Tecido Conjuntivo

Com a função estrutural, o tecido conjuntivo está presente em todos os cortes, porém, com proporções variáveis em cada um. Esse tecido apresenta vários tipos de proteínas, porém as mais importantes na carne são o colágeno e a elastina.

Rhee et al. (2004), avaliaram a extensão da variação e as relações entre as características bioquímicas e de palatabilidade entre e dentro dos onze principais músculos comerciais de bovinos. Entre os músculos, a maciez foi altamente correlacionada com força de cisalhamento, teor de tecido conectivo, comprimento do sarcômero e conteúdo de colágeno. Dentro dos músculos foram detectados efeitos para o local estudado. Os autores confirmaram a existência de uma grande variação entre e

dentro dos diferentes músculos para características de maciez e dos traços bioquímicos relacionados a esse parâmetro, indicando a necessidade de estratégias específicas para cada músculo a ser estudado, a fim de aumentar sua qualidade e valor.

Segundo Feijó (2004), o colágeno responde por parte da dureza dos diferentes cortes cárneos. Quando o animal é muito jovem, a proporção de colágeno é maior, porém, a estrutura desse tecido é termo-lábil, ou seja, sob calor verifica-se sua transformação em gelatina e a carne torna-se tenra. Em animais adultos a proporção de colágeno é menor, mas com o aumento da idade ocorre a formação de ligações cruzadas nas moléculas de colágeno, o que confere uma termo-estabilidade, ou seja, não se observa sua transformação em gelatina com o calor, tornando-a menos macia.

Essas observações foram feitas por Smith & Judge (1991), trabalharam com o colágeno do músculo *semimembranosus* de animais com diferentes maturidades para avaliar as mudanças na solubilidade, entalpia, ligações cruzadas e temperatura de contração do colágeno em relação à idade. Com o aumento da maturidade diminuíram a solubilidade do colágeno e sua temperatura de contração. O conteúdo de piridinolina, indicativo de ligações cruzadas, aumentou linearmente e significativamente com a maturidade, indicando que essas ligações termoestáveis aumentam a estabilidade térmica do colágeno intramuscular à medida que aumenta a maturidade.

A elastina tem pequena participação na constituição da carne, entretanto, é importante pelo fato de estar presente nos vasos sanguíneos e por apresentar termo-estabilidade. Com a cocção, a elastina se intumescce e se alonga, mas não se dissolve. A relação entre o colágeno intramuscular, concentração de ligações cruzadas de colágeno e maciez da carne de animais Belgian Blue, com ou sem musculatura dupla, foi avaliada por Ngapo et al. (2002). A força de cisalhamento foi significativamente maior para os animais normais do que para os animais com musculatura dupla, sendo que a maior parte das correlações entre força de cisalhamento e colágeno ou entre força de cisalhamento e concentrações das ligações cruzadas não foram significativas.

À medida que o animal cresce, e atinge seu peso de abate, a hipertrofia das fibras musculares é acompanhada pelo aumento na maturidade do endomísio, endurecimento do perimísio e formação das já citadas ligações cruzadas insolúveis entre as moléculas de colágeno.

Em caprinos, os efeitos das condições nutricionais pré-abate sobre as características de solubilidade do colágeno intramuscular foram estudados por Shiba et al. (2004). O objetivo foi estabelecer o potencial de uso de alimentação intensiva visando aumento na maciez da carne. Essa melhora com a nutrição parece estar associada com aumento na deposição de gordura e com a solubilidade do colágeno.

A matriz extracelular, composta principalmente por colágeno, é considerada responsável pela dureza residual da carne. Para Sylvestre et al. (2002), as metaloproteinases são as responsáveis pela degradação do tecido conjuntivo e são encontradas na maioria dos tecidos. Os autores sugerem que a degradação do colágeno até aminoácidos ocorre no pós-morte dos músculos e que há enzimas simultaneamente presentes, como as metaloproteinases, que podem ser responsáveis por esse catabolismo. Estudos recentes apresentados por Maltin et al. (2003), também avaliaram a degradação do colágeno e a participação das metaloproteinases da matriz (MPM) em relação a essa degradação e à maciez da carne. Essas enzimas estão presentes e ativas tanto nos tecidos vivos como no pós-morte. A degradação do colágeno no pós-morte é considerada restrita (1 a 5%), assim, a manipulação dessas enzimas apresenta uma oportunidade muito interessante para aumentar a degradação do colágeno e a maciez das carnes.

Considerações Gerais

O conhecimento dos fatores interferentes na qualidade, tanto pré-abate como pós-morte, são auxiliares no conhecimento das causas da variação na maciez e outras características das carnes. Fatores como genótipo, taxa de crescimento, programas e níveis nutricionais, estresse no manejo pré-abate, clima e grau de marmorização, entre outros, são estudados e avaliados em diversas condições e rebanhos. Entretanto, são alguns dos fatores pós-morte como temperatura do músculo, velocidade de diminuição do pH e intensidade das reações de proteólise, que apresentam os maiores impactos sobre os parâmetros de maciez.

Esses fatores são altamente influenciados pelo manejo pré-abate. Assim, a menos que o manejo pré-abate seja otimizado, qualquer manipulação será pouco efetiva sobre o aumento da qualidade final desse músculo. O entendimento da presença e da ação de enzimas que degradam o colágeno e a participação dessas metaloproteínases relacionadas às características de maciez apresenta-se como ferramenta importante para o entendimento dos mecanismos que condicionam a qualidade da carne.

Segundo Mullen et al. (2000), o uso de métodos físicos como imunoenaios enzimáticos (elisa) para determinação de aminoácidos liberados na proteólise, medidas elétricas como pH, impedância ou condutividade, além do ultrassom e fluorescência, têm mostrado potencial na predição da composição e maciez das carnes. Há necessidade de mais trabalhos nessa área, avaliando a eficiência e praticidade comercial dos métodos.

Bibliografia Consultada

BERG, E.P. **Effect of stress on meat yield and quality**. Disponível em: <http://www.fass.org/fass01/pdfs/Berg.pdf>. Acesso em 15/07/2004.

BURROW, H.M., MOORE, S.S., JOHNSTON, D.J., BARENDSE, W., BINDON, B.M. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. Vol.41, n.7, p.893-919. 2001. Disponível <http://www.publish.csiro.au/paper/EA00015.htm>. Acesso em 15/07/2004.

COMA, J. Factors influencing pork quality. **Meat International**. vol.14, n.1, p.28-30. 2004.

DENOYELLE, C., LEBIHAN, E. Intramuscular variation in beef tenderness. **Meat Science**. vol.66, n.1, p.241-247. 2004.

FEIJÓ, G.L.D. Noções de ciência da carne. In: Conhecendo a carne que você consome: Qualidade da carne bovina. **Curso**, I. EMBRAPA / CNPGC. Disponível em: <http://www.cnpgc.embrapa.br/publicações/doc/doc77/03nocoescarne.html>. Acesso em 15/07/2004.

FIELD, R., MCCORMICK, R. et al. Tenderness variation among loin steaks from A and C maturity carcasses of heifers similar in chronological age. **Journal of Animal Science**, vol.75, n.3, p.693-699, 1997.

GEESINK, G.H., MAREKO, M.H.D., MORTON, J.D., BICKERSTAFFE, R. Electrical stimulation: when more is less. **Meat Science**. vol. 57, p.145-151. 2001a.

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

KOOHMARAIE, M. The biological basis of meat tenderness and potential genetic approaches for its control and prediction. Disponível em <http://meats.marc.usda.gov/MRU/ICMST95.html> . Acesso em 15/07/2004.

KERTH,C.R., CAIN,T.L., JACKSON,S.P., MILLER,M.F. Electrical stimulation effects on tenderness of five muscles from Hampshire x Rambouillet crossbred lambs with the callipyge phenotype. **Journal of Animal Science**, vol .77, n.11, p. 2951-2955, 1999.

LIPSEY, J. **Our Future is Meat Quality**. American Simmental Association Meeting 2003. Disponível em <http://www.wsff.info/upload/files/files026.pdf>. Acesso em 15/07/2004.

LOXTON I. **Aspects of beef product quality**. disponível em <http://www.dpi.qld.gov.au/beef>. acesso em 15/07/2004.

LUCHIARI FILHO, A., BOIN, C., CESAR, S. M. et al. Estudo comparativo das características de carcaças de tourinhos Nelore, meio-sangue Marchigiana-Nelore e meio sangue Chianina-Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, vol. 38, n.1, p.9-17. 1981.

MALTIN, C., BALCERZAK, D., TILLEY, R., DELDAY, M. Determinants of meat quality: tenderness. **Proceedings of the Nutrition Society**. vol. 62, p.337–347, 2003.

MULLEN, A.M., MURRAY, B., TROY, D. **Predicting the eating quality of meat**. Disponível em <http://www.teagasc.ie/research/reports/foodprocessing/4391/eopr-4391.htm> Acesso em 15/07/2004

NGAPO,T. M., BERGE,P., CULIOLI, J., DRANSFIELD, E. SMET,D., SCLAEYS,.E. Perimysial collagen crosslinking and meat tenderness in Belgian Blue double-muscled cattle. **Meat Science**. vol. 61, n.1, p.91-102. 2002.

RHEE, M. S., WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., KOOHMARAIE, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. **Journal of Animal Science**. vol.82, p.534-550. 2004.

RILEY, D.G., CHASE,C.C., PRINGLE JR, T.D. et al. Effect of sire on μ - and m-calpain activity and rate of tenderization as indicated by myofibril fragmentation indices of steaks from Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, 2003a. vol. 81, p.2440-2447.

RILEY, D.G., CHASE, C.C., HAMMOND, A.C. et al. Estimated genetic parameters for palatability traits of steaks from Brahman cattle. **Journal of Animal Science**. 2003b. vol.81, p.54-60. Disponível em <http://jas.fass.org/cgi/content/abstract/81/1/54>. Acesso em 15/07/2004.

ROEBER,D.L., CANNELL,R.C., BELK,K.E., TATUM,JD., SMITH,G.C. Effects of a unique application of electrical stimulation on tenderness, color, and quality attributes of the beef longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, vol 78, n.6, p.1504-1509. 2000.

SANTOS, H.C., BRANDELLI, A., AYUB, M.A.Z. Influence of post-mortem aging in tenderness of chicken breast fillets. **Ciência Rural**, v.34, n.3, mai-jun, 2004.

SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M., WHEELER, T.L. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. **Journal of Animal Science**. vol.73, n.11, p.3304-3309, 1995.

SHIBA, N., MATSUZAKI, M., TSUNEISHI, E. Effects of pre-slaughter nutritional condition on intramuscular collagen solubility, pyridinoline cross-links and meat tenderness in aged goats. **Journal of Animal Science**. vol.75, n.4, p.319-324. 2006. Disponível em <http://www.ingenta.com/isis/browsing>. Acesso em 20/07/2004.

SMITH, S. H., JUDGE, M.D. Relationship between pyridinoline concentration and thermal stability of bovine intramuscular collagen. **Journal of Animal Science**, vol .69, n.5, p.1989-1993. 1991.

SYLVESTRE, M. N. BALCERZAK, D. FEIDT, C. BARACOS, V. E. BELLUT, J. B. Elevated rate of collagen solubilization and postmortem degradation in muscles of lambs with high growth rates: Possible relationship with activity of matrix metalloproteinases. **Journal of Animal Science**. vol.80, p.1871-1878. 2002.

WHEELER, T. L., KOOHMARAIE, M., LANSDELL, J.L., SIRAGUSA, G.R., MILLER, M.F. Effects of postmortem injection time, injection level, and concentration of calcium chloride on beef quality traits. **Journal of Animal Science**, vol.71, n.11, p.2965-2974. 1993.

WHEELER, T.L., SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force of beef Longissimus. **Journal of Animal Science**, vol.77, n.2, p.400-407. 1999.