

FATORES GENÉTICOS QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DA CARNE BOVINA - REVISÃO

Leonardo Martin Nieto
Elias Nunes Martins

NIETO¹, L.M.; MARTINS², E.N. Fatores genéticos que influenciam a qualidade da carne bovina - revisão. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 6(1): p.67-74, 2003.

RESUMO: A carne bovina deve corresponder as expectativas do consumidor, no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica. Numerosas pesquisas têm demonstrado que a composição genética dos animais é o fator intrínseco que mais afeta a qualidade da carne bovina, e a sua composição de ácidos graxos. As diferenças genéticas existentes entre os bovinos podem ser exploradas mediante cruzamentos seletivos para melhorar a qualidade da carne. Trabalhos desenvolvidos recentemente demonstram que o DNA mitocondrial pode ser outro importante fator que afeta a qualidade da carne. Para que, modificações na qualidade da carne somente sejam postas em prática pelos produtores, deve haver incentivos econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: fatores genéticos, maciez da carne, marmoreio

GENETIC FACTORS INFLUENCING BEEF CATTLE QUALITY - A REVIEW

NIETO, L.M.; MARTINS, E.N. Genetic factors influencing beef cattle quality - a review. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 6(1): p.67-74, 2003.

ABSTRACT: The meat's quality should satisfy the consumer's expectations not only quality sanitary and nutritious but also organoleptics attributes. Numerous researches demonstrated that genetic composition of the animals is the intrinsic factor that most affects the quality of bovine meat, as well as the composition of the fatty acids. The genetic differences among animals can be use means of selective crossbreed to improve the quality of the meat. Studies developed recently demonstrated that mitochondrial DNA could be other important factor that affects the quality of the meat. In practice, the breeders will only do modifications on meat's quality if they have economics incentives.

KEY WORDS: genetic factors, marbling, meat tenderness

FACTORES GENÉTICOS QUE INFLUENCIAN LA CALIDAD DE LA CARNE BOVINA - REVISIÓN

NIETO, L.M.; MARTINS, E.N. Factores genéticos que influncian la calidad de la carne bovina - revisión. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 6(1): p.67-74, 2003.

RESUMEN: La calidad de la carne debe satisfacer las expectativas del consumidor con relación a atributos de calidad sanitaria, nutritiva y organoléptica. Numerosas investigaciones demostraron que la composición genética de los animales es el factor intrínseco que más afecta la calidad de la carne bovina, como también la composición de la gordura. Las diferencias genéticas existentes entre los animales pueden ser empleadas mediante cruzamientos selectivos para mejorar la calidad de la carne. Trabajos desarrollados recientemente demostraron que ADN mitocondrial puede ser otro importante factor que afecta la calidad de la carne. Modificaciones en la calidad de la carne solamente serán puestas en práctica por los productores desde que existan incentivos económicos.

PALABRAS CLAVES: grasa intramuscular, factores genéticos, terneza de la carne

Introdução

A palavra qualidade refere-se às características globais para as quais um produto precisa concordar para satisfazer as expectativas de consumidores.

As carnes bovina, ovina, suína, de ave ou de peixe devem corresponder às expectativas do consumidor no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica, além, obviamente, de ter um preço estabelecido pelo justo valor.

Em relação à carne bovina os consumidores

consideram a maciez como sendo aspecto mais importante. A maciez é influenciada pelo tipo de tecido conectivo e muscular de um animal, os quais, segundo CHARTERIS & GARRICK (1997), variam de acordo com a raça.

A cor da carne também é uma característica visual importante que influencia a decisão de compra do consumidor. Raças especializadas em produção de carne geralmente a fornecem mais clara, que raças especializadas na produção de leite.

Embora o cheiro e o gosto da carne possam ser de natureza subjetiva, geralmente nota-se que sob as mesmas

¹Aluno de Doutorado da Universidade Estadual de Maringá

²Professor do departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá- Av. Colombo, 5790, 87020-900 - Maringá - PR - Brasil

condições de criação, o gosto e o cheiro da carne produzida por bovinos de raças leiteiras, é mais acentuado que a produzida por bovinos de raças de corte (BOSMAN, 1999).

As composições genéticas estabelecem os padrões, limites e tipos de crescimento que o animal pode obter. A seleção genética, o desenvolvimento e aplicação de promotores de crescimento e o desvio de nutrientes de deposição de gordura para a deposição de proteína na produção de animais mais magros, são áreas de pesquisa de importância econômica para o produtor de gado de corte, oferecendo uma melhor nutrição e saúde aos consumidores (ANDERSON *et al.*, 2001).

Fatores Genéticos que Influenciam a Qualidade da Carne Bovina

Espécie e raça

A espécie tem efeito importante na qualidade da carne, e a raça, por sua vez, é o fator intrínseco que mais afeta, depois da espécie, a qualidade da mesma.

Maciez e marmoreio

Um dos fatores visuais mais importante para o consumidor é o nível de marmoreio da carne, o qual está associado com a sua maciez, suculência e sabor. A maciez é a característica mais importante na palatabilidade da carne.

SHACKELFORD *et al.* (1997) determinaram a maciez da carne pela força de cisalhamento, um a dois dias *post mortem*. Os limites foram estabelecidos através de um painel de degustação. Uma amostra de carne foi considerada macia quando apresentou resistência à força de cisalhamento inferior a seis kg, de maciez intermédia com força de seis a nove kg, e dura com valores de força acima de nove kg.

Os mecanismos que regulam a maciez da carne são parcialmente conhecidos, sendo o estado de contração do músculo, o conteúdo, a solubilidade do colágeno e a degradação das miofibrilas. O sistema calpaina, que consiste em duas enzimas cálcio dependentes, a m-calpaina e a m-calpaina, e um inibidor, a calpastatina, é tido como o primeiro sistema proteolítico a atuar na degradação das fibras musculares (GEESINK & KOOHMARIE, 1999). Estudos sugerem que as diferenças na maciez da carne estão associadas à duração da proteólise das fibras musculares (SHACKELFORD *et al.*, 1994; WULF *et al.*, 1996; PRINGLE *et al.*, 1997; PRINGLE *et al.*, 1999). Existe diferença na quantidade de calpastatina encontrada 24 horas após abate, entre animais *Bos taurus* e *Bos indicus* (WULF *et al.*, 1996; PRINGLE *et al.*, 1997; PRINGLE *et al.*, 1999).

Existe diferença na quantidade de calpastatina encontrada 24 horas após abate, entre animais *Bos taurus* e *Bos indicus* (WULF *et al.*, 1996). Maciez e atividade da calpastatina apresentam herdabilidade de moderada a alta (Tabela 1).

Tabela 1 - Estimativas de herdabilidade para maciez, atividade da calpastatina e nível de marmoreio

Herdabilidade			Autor
Maciez	Atividade da calpastatina	Marmoreio	
0,52	-	0,21	GREGORY <i>et al.</i> (1994)
0,50	0,65	-	SHACKELFORD <i>et al.</i> (1994)
-	0,70	0,35	MARSHALL (1994)
0,08	0,52	0,16	WULF <i>et al.</i> (1996)
0,31	0,15	0,52	O'CONNOR <i>et al.</i> (1997)
0,10	0,70	0,37	BOSMAN (1999)
0,33	-	0,55	CREWS e KEMP (2001)

A atividade da calpastatina está correlacionada geneticamente com a força de cisalhamento (medida no aparelho de Warner-Bratzel) e com o marmoreio (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlações genéticas da atividade da calpastatina com o nível de marmoreio e força de cisalhamento

Característica	Atividade da calpastatina	Autor
Força de cisalhamento	0,50	O'CONNOR <i>et al.</i> (1997)
	0,22	SHACKELFORD <i>et al.</i> (1994)
Marmoreio	-0,75	WULF <i>et al.</i> (1996)

A correlação genética negativa encontrada por WULF *et al.* (1996) (Tabela 2) entre a atividade da calpastatina e o nível de marmoreio da carne sugere que a seleção para aumentar o nível de marmorização teria um efeito positivo sobre a maciez da carne. As correlações genéticas entre força de cisalhamento e atividade da calpastatina indicam que a seleção para diminuir a ação da calpastatina pode ser efetiva no intuito de produzir uma carne mais macia.

CUNDIFF (1993) sugere que a seleção para baixa atividade da calpastatina pode ser muito útil para melhorar a

maciez da carne em *Bos indicus*, que por apresentar alta atividade da calpastatina produz carne menos macia. A tendência dos zebuínos a apresentarem carne mais dura que os taurinos, foi observada por RAMSEY *et al.* (1963) e SHACKELFORD *et al.* (1991). Avaliando características qualitativas da carne de novilhos das raças Aberdeen Angus, Charolesa, Nelore terminados em confinamento, MOLETTA & RESTLE (1996) verificaram que não houve diferenças significativas para força de cisalhamento da carne, constatado pelo aparelho Warner-Bratzler Shear que mede a força

necessária para seccionar as fibras musculares (Figura 1).

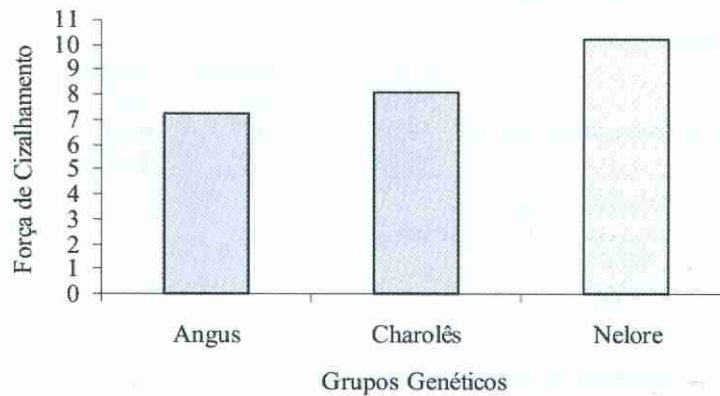


Figura 1 - Força média de cisalhamento de carne de novilhos de diferentes genótipos. Adaptado de MOLETTA & RESTLE (1996)

Dikeman³ (1995) *apud* O' CONNOR *et al.* (1997), concluiu que a redução da maciez constitui um sério problema em mestiços que possuem 50% ou mais de sangue zebu. Segundo WULF *et al.* (1996), o animal ideal não deveria ter mais de 25% de *Bos indicus*, embora animais 3/8 *Bos indicus* seriam aceitáveis, desde que o 5/8 restante de sua composição genética sejam provenientes de uma raça com alto potencial genético para marmoreio e maciez.

Avaliando características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de novilhos com diferentes graus de sangue Hereford x Nelore terminados em confinamento, RESTLE *et al.* (1999) observaram uma maior maciez da carne nos animais Hereford, constatado pelo aparelho Warner-Braztler Shear. Um decréscimo linear, na maciez da carne, foi observado à medida que aumentou a proporção de Nelore na composição genética dos animais (Figura 2).

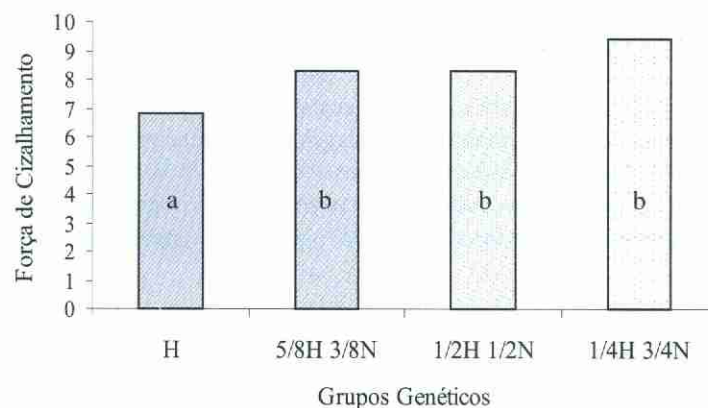


Figura 2 - Média para força de cisalhamento pelo aparelho Warner-Braztler Shear de carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford (H) x Nelore (N). Adaptado de RESTLE *et al.* (1999).^{ab} Letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

Esta observação é similar aos resultados obtidos por diferentes pesquisas que analisaram o efeito do componente *Bos indicus* sobre as características da carne em diferentes cruzamentos. JOHNSON *et al.* (1990) reportaram que a carne de bovinos da raça Angus (A) e 3/4 A 1/4 Brahman (B) apresentou menores valores para força de cisalhamento que a carne de animais 1/2 A 1/2 B e 1/4 A 3/4 B. WHIPPLE *et al.* (1990), avaliando a carne de animais Hereford x Angus (HA), 3/8 Sahiwal (SAH) 5/8 HA, e 5/8 SAH 3/8 HA, encontraram que o aumento na proporção de *Bos indicus* na composição genética dos animais correspondia um aumento no valor da

força de cisalhamento avaliada pelo aparelho Warner-Braztler Shear.

O'CONNOR *et al.* (1997) estudando diferentes estratégias para melhorar a maciez da carne de *Bos indicus* e de seus cruzamentos, avaliaram a atividade da calpastatina 24 horas após o abate, nível de marmoreio e maciez da carne em animais 3/8 *Bos indicus* (Bradford, Red Brangus, Simbrah). Os autores encontraram diferenças na atividade da calpastatina 24 horas *post mortem*, mas não encontraram diferenças na maciez da carne entre as diferentes raças (Tabela 3).

³ Dikeman, M.E. Carcass composition and quality of finished crossbred Brahman cattle. In: KING WORKSHOP. Arkansas. *Proceeding...* Arkansas : Agric. Exp. Sta. Rep. 1995. p. 77-88.

Tabela 3 - Comparação de animais 3/8 *Bos indicus* em relação ao nível de marmoreio, atividade da calpastatina e maciez

Característica	Raça		
	Bradford	Red Brangus	Simbrah
Marmoreio ⁽¹⁾	448 ^a	491 ^b	402 ^c
Atividade da Calpastatina (24 hs)	4,67 ^a	4,49 ^{ab}	4,26 ^b
Maciez ⁽²⁾	5,45 ^a	5,52 ^a	5,40 ^a

Adaptado de O'CONNOR *et al.* (1997).

abc Letras diferentes na linha diferem estatisticamente (P < 0,05)

⁽¹⁾ 400 = pouco, 499 = muito.⁽²⁾ 1 = extremamente duro, 8 = extremamente macio.**Tabela 4** - Comparação de animais 3/8 *Bos indicus* e *Bos taurus* em relação ao nível de marmoreio, atividade da calpastatina e maciez

Característica	3/8 <i>Bos indicus</i>	<i>Bos taurus</i> ⁽¹⁾
Marmoreio ⁽²⁾	425 ^a	428 ^a
Atividade da calpastatina	4,43 ^a	3,96 ^b
Maciez ⁽³⁾	5,62 ^a	6,02 ^b

Adaptado de O'CONNOR *et al.* (1997).

abc Letras diferentes na linha diferem estatisticamente (P < 0,05)

⁽¹⁾ inclui animais 3/4 Red Angus x 1/4 Simmental, 1/2 Red Angus X 1/2 Simmental e Hereford.⁽²⁾ 400 = pouco, 499 = muito.⁽³⁾ 1 = extremamente duro, 8 = extremamente macio.

Na comparação de animais 3/8 *Bos indicus* vs *Bos taurus*, os autores observaram que os animais *Bos taurus* apresentaram uma menor atividade da calpastatina e, por consequência, uma carne mais macia que os animais 3/8 *Bos indicus* (Tabela 4), porém não encontraram diferença no nível de marmoreio da carne.

Na Tabela 5, são apresentadas as estimativas dos desvios provocados pelas raças Hereford, Simmental e Brahman, tomando como base a Red Angus, nas diferentes características avaliadas na carne de animais 3/8 *Bos indicus*. Estas estimativas foram obtidas dividindo os efeitos das raças,

como um efeito linear em um modelo de quadrados mínimos, sendo que a composição da raça foi expressa em porcentagens (ex: Braford = 0,375 Brahman, 0,625 Hereford). Esses valores poderiam ter uma aplicação prática. Se deseja-se conhecer o efeito de uma determinada raça sobre a qualidade da carne, é só multiplicar a porcentagem da raça, que faz parte da constituição genética de um animal, pelo desvio a ela associada na característica considerada. Por exemplo, um novilho com 25 % Brahman e 75 % Red Angus apresentaria uma atividade da calpastatina (0,25 * 0,85) 0,21 vezes maior que um novilho 100% Red Angus.

Tabela 5 - Estimativas dos efeitos do grupo genético sobre o nível de marmoreio, atividade da calpastatina e maciez

Característica	Raça			
	Red Angus	Hereford	Simmental	Brahman
Marmoreio	0	-0,57 ± 20,1**	-0,61 ± 28,2*	15,5 ± 27,6
Atividade da calpastatina (24 hs)	0	-0,21 ± 0,29	-0,84 ± 0,29**	0,85 ± 0,28**
Maciez	0	-0,19 ± 0,16	-0,02 ± 0,22	-0,93 ± 0,22**

Adaptado de O'CONNOR *et al.* (1997).

* P < 0,05

** P < 0,01

A raça Simmental apresentou uma baixa atividade da calpastatina, quando comparada a Red Angus, enquanto que Brahman apresentou uma alta atividade, e Hereford e Red Angus apresentaram uma atividade semelhante de calpastatina. O desvio negativo na maciez, que foi observado em Brahman, reflete a tendência destes animais a produzir carne menos macia que a produzida por Red Angus (Tabela 5). Recentemente, PRINGLE *et al.* (1999) também relataram que a atividade da calpastatina era significativamente mais elevada nos músculos de zebus puros do que nos de animais mestiços ou nos de taurinos e que novas tecnologias, como

injeção de cálcio, não alterava essa situação.

Os desvios negativos para marmoreio estimados para as raças Simmental e Hereford, demonstram a baixa habilidade para depositar gordura intramuscular dessas duas raças em relação a Red Angus. O desvio encontrado para marmoreio da raça Brahman não foi significativo, o que mostra que na população analisada Red Angus e Brahman apresentaram a mesma capacidade de marmoreio, resultados diferentes dos obtidos por CROUSE *et al.* (1989) e MARSHALL (1994), que encontraram um menor grau de marmoreio em *Bos indicus* em relação a *Bos taurus* (Fig. 3).

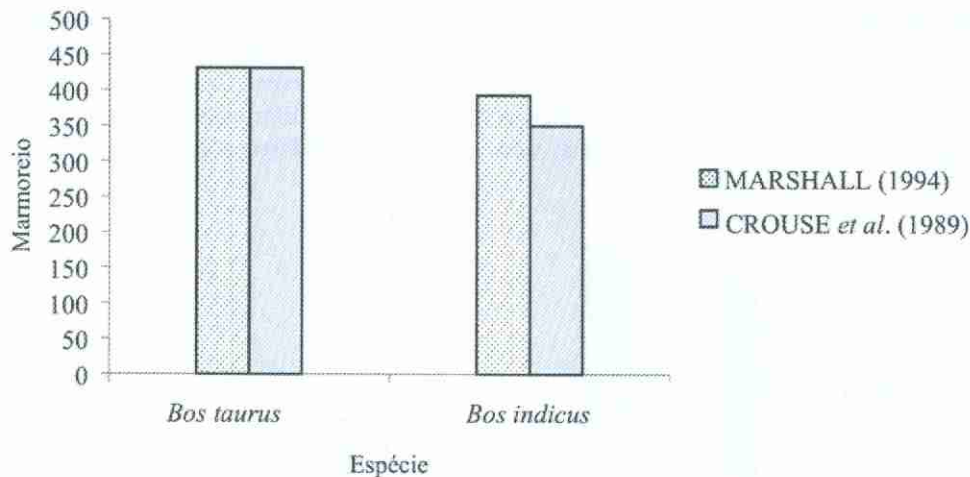


Figura 3 - Comparação do nível de marmorio de animais *Bos indicus* e *Bos taurus*. Adaptado de MARSHALL (1994) e CROUSE et al. (1989). ⁽¹⁾ Hereford e Angus, ⁽²⁾ Brahman. Escore: 300-399 = pouco, 400-499 = muito.

A maciez da carne pode estar sob influência de numerosas variáveis ambientais, embora, como já discutido, a composição genética do animal tenha um importante papel. Para poder determinar fatores, que podem ser herdados e que afetam a degradação das fibras musculares após o abate, numerosos trabalhos têm sido desenvolvidos. Análises quantitativas de populações compostas de animais cruzados, revelaram a presença de dois *loci* que afetam a maciez da carne. Um dos *loci*, foi mapeado na porção central do BTA15 (KEELE et al., 1999) e o outro, na região telomérica do BAT29 (CASAS et al., 2000). Estes genes podem ser de grande ajuda, se utilizados como marcadores genéticos, em programas de seleção que visem melhorar a qualidade da carne.

Composição de ácidos graxos

A carne tem sido classificada dentro da categoria de alimentos ricos em gordura e é apontada de maneira muito crítica quanto ao aspecto de alimentação saudável devido a

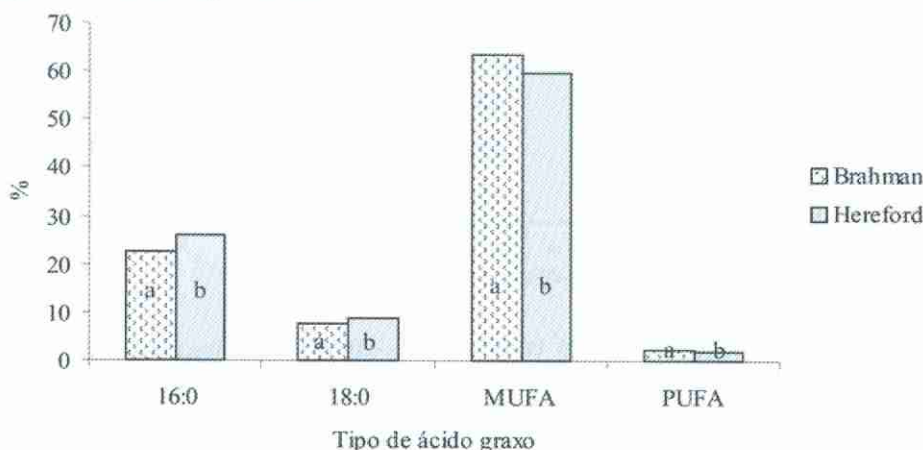


Figura 4 - Comparação da composição de ácidos graxos entre as raças bovinas Brahman e Hereford. Adaptado de HUERTA-LEIDENZ et al., (1993). ^{ab} Letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

MALAU-ADULI et al. (1998), estudando a composição de ácidos graxos do músculo *triceps brachii* de novilhas e animais não-lactantes das raças Jersey e Limousin, encontraram diferenças na composição de ácidos graxos. As porcentagens de ácidos palmítico (C16:0), oléico (C18:1), dihomog-linolênico (C20:3) e aracdônico (C20:4) foram maiores nas fêmeas Limousin que nas vacas da raça Jersey,

elevada concentração de ácidos graxos saturados e a baixa concentração de ácidos graxos poliinsaturados. Estes últimos são importantes na prevenção de doenças cardiovasculares e de câncer (SIMOPOULOS, 1991).

Uma tentativa para manipular o perfil de ácidos graxos em animais deveria selecionar aquelas raças com a capacidade de transmitir a seus descendentes a habilidade de acumular tecido adiposo com uma baixa quantidade de ácidos graxos saturados e alta de graxos poliinsaturados (HUERTA-LEIDENZ et al., 1993).

Existem evidências de uma variação genética na composição dos ácidos graxos no tecido adiposo subcutâneo entre as raças Brahman e Hereford (HUERTA-LEIDENZ et al. (1993). As vacas da raça Hereford, apresentaram maior conteúdo de esteárico (C18:0) e palmítico (C16:0) e menor porcentagem de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA) que os animais da raça Brahman (Fig. 4).

ambas *Bos taurus* (Fig. 5).

O ácido aracdônico é um metabólito do C18:2, o qual não é sintetizado pelos mamíferos. As diferenças observadas para este metabólito entre vacas Limousin e Jersey, não são devidas à dieta, já que ambas raças receberam ração com a mesma composição. Segundo os autores, isto sugere que as diferenças genéticas podem dever-se a uma menor atividade

da dessaturase, responsável pela conversão C20:3 a C20:4, ou por uma baixa atividade da enzima elongase. Em ambas as raças, C18:1 foi o ácido graxo mais abundante sendo sua porcentagem 18,3 em Limousin e 16,9 em Jersey. As raças não apresentaram, entretanto, diferenças significativas no total de ácidos graxos saturados (SFA), monoinsaturados

(MUFA) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) (Figura 6). Resultados diferentes foram obtidos por LABORDE *et al.* (2001) que ao comparar a composição dos ácidos graxos de animais das raças Simmental e Red Angus (Tabela 6), observaram diferenças no total de MUFA, porém, não observaram diferenças no total de SFA e PUFA.

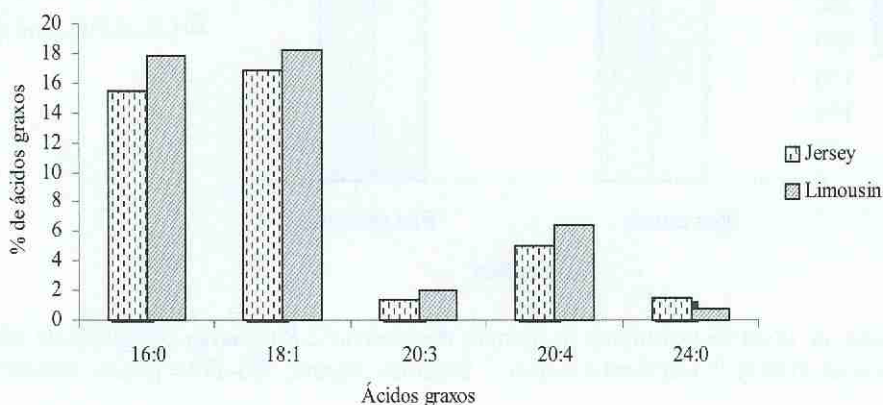


Figura 5 - Composição de ácidos graxos de bovinos da raça Jersey e Limousin. Adaptado de MALAU-ADULI *et al.*, (1998).
^{ab} Letras diferentes dentro da coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

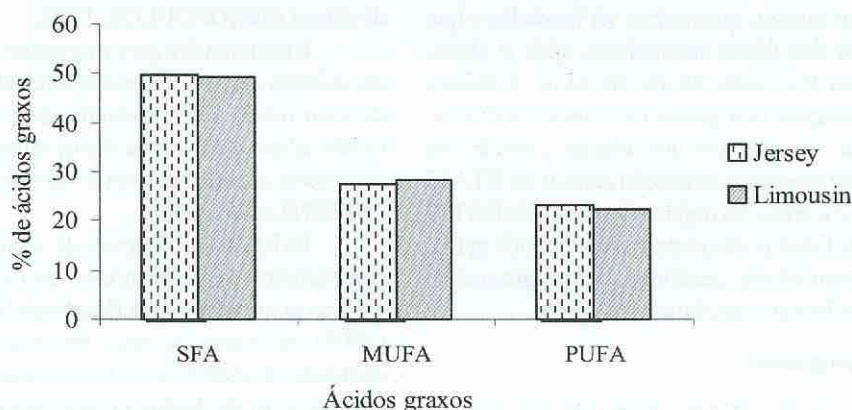


Figura 6 - Comparação no tipo de ácidos graxos totais nas raças Jersey e Limousin. Adaptado de MALAU-ADULI *et al.* (1998)

Tabela 6 - Comparação no tipo de ácidos graxos totais nas raças Simmental e Red Angus

Ácidos Graxos	Simmental	Red Angus
SFA	44,13 ^a ± 0,74	46,22 ^a ± 0,90
MUFA	48,53 ^a ± 0,77	46,11 ^b ± 0,94
PUFA	5,51 ^a ± 0,35	6,20 ^a ± 0,42

Adaptado de LABORDE *et al.* (2001).

^{ab} Letras diferentes na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$)

Um dos problemas que se apresenta ao se tentar realizar uma comparação na composição dos ácidos graxos, entre as diferentes raças, é o fato de que as avaliações utilizam de diferentes dietas, sexo, idades, e regiões corporais, o que leva a um confundimento de efeitos.

Tendo em conta a alta herdabilidade que a consistência da gordura possui (Tabela 7), é possível provocar mudanças genéticas na composição dos ácidos graxos, mediante cruzamentos seletivos.

Tabela 7 - Estimativas da herdabilidade para consistência da gordura em bovinos.

Herdabilidade	Autor
0,64	MARHALL (1994)
0,93	SHACKELFORD <i>et al.</i> (1994)
0,47	BOSMAN (1999)

DNA Mitocondrial

Os efeitos maternos podem ser definidos como qualquer contribuição ou influência da mãe sobre o fenótipo do filho, que não seja resultado da ação dos genes nucleares herdados da mãe (WILLHAM, 1972). Segundo TESS *et al.* (1987), as principais influências maternas pré e pós-natais sobre o filho são o ambiente uterino e a produção de leite. A mitocôndria é uma organela responsável por 90 % do ATP produzido nos mamíferos e que, além de ser herdada exclusivamente pela linha materna, possui seu próprio genoma, o qual codifica para numerosas enzimas envolvidas na síntese de ATP (BOETTCHER *et al.*, 1996a). Isto levou a supor a existência de efeitos citoplasmáticos maternos sobre as características produtivas dos animais. A existência de

efeitos genéticos citoplasmáticos, pelo DNA mitocondrial, tem sido relatada em gado leiteiro (KENNEDY, 1986; BOETTCHER *et al.*, 1996b). A existência de efeitos citoplasmáticos sobre características de carcaça foi verificada por MANNEN *et al.* (1997) em bovinos da raça Japanese Black. Os estudos do laço D do DNA mitocondrial revelaram a existência de 26 haplotipos definidos por 25 sítios polimórficos, os quais foram classificados em 5 tipos mitocondriais. Características de carcaça como marmoreio, área do músculo *longissimus dorsi*, consistência da gordura subcutânea, maciez e peso da carcaça foram comparadas entre os diferentes tipos mitocondriais definidos. Os autores observaram diferenças significativas entre os tipos mitocondriais 2 e 4 para a área do músculo *longissimus dorsi*, e entre os tipos 2 e 4, e entre 1 e 4 para o nível de marmoreio da carne (Tabela 8).

Tabela 8- Efeito dos diferentes tipos mitocondriais sobre diferentes características de carcaça de bovinos da raça Japanese Black

Comparação entre os tipos mitocondriais	PC	AML	MA	CGS	MAR
1-2	7,14	3,12	0,14	-0,2	0,55
1-3	3,06	3,59	0,09	-0,06	0,44
1-4	-7,86	-2,40	-0,29	-0,16	-0,42
1-5	6,39	0,97	0,05	-0,05	0,06
2-3	-4,07	0,47	-0,04	0,14	-0,11
2-4	-14,99	-5,52*	-0,43	0,04	-0,97**
2-5	-0,74	-2,15	-0,18	0,15	-0,50
3-4	-10,92	-5,49	-0,39	-0,10	-0,86
3-5	3,33	-2,62	-0,14	0,01	-0,38
4-5	14,25	3,37	0,25	0,11	0,47*

Adaptado de MANNEN *et al.* (1996)

PC = Peso da carcaça; AML = área do *longissimus dorsi*; MA = maciez; CGS = consistência da gordura subcutânea; MAR = marmoreio.

*P < 0,05

**P < 0,01

Considerações

A qualidade da carne varia entre raças e entre indivíduos de uma mesma raça devido a fatores ambientais e genéticos. As diferenças genéticas, existentes entre as raças e dentro delas, podem ser exploradas mediante cruzamentos seletivos, para se alterar a qualidade da carne. Modificações na qualidade da carne somente serão postas em prática pelos produtores desde que existam incentivos econômicos.

Referências

ANDERSON, L.L. *et al.* Report of committee on Future directions of basic animal sciences research. Disponível em <http://www.ag.iastate.edu/animalresearch.htm>. Acesso em 17 agosto, 2001.

BOETTCHER, D.G; KUNH, M.T.; FREEMAN, A.E. Impacts of cytoplasmic inheritance on genetic evaluations. *Journal of Dairy Science.*, v. 79, n. 4, p. 663-675, apr.1996a.

BOETTCHER, D.G *et al.* Multiple herd evaluation of the effects of maternal lineage in yield traits of Holstein cattle. *Journal of Dairy Science.* v. 79, n.4, p. 655-662, apr. 1996b.

BOSMAN, D.J. Meat quality. Disponível em http://www.bonsmara.co.za/journal_1999_meat_quality.htm. Acesso em 14 agosto, 2001.

CASAS, E. *et al.* Quantitative trait loci affecting growth and carcass composition of cattle segregation alternate forms of myostatin. *Journal of Animal Science.*, v. 78, n. 3, p. 560-569, mar. 2000.

CHARTERIS, P.L. & GARRICK, D.J. Using breed resources to improve carcass and meat quality. 1997. Disponível em <http://www.beef.org.nz/research/breeds.htm>. Acesso em 14 agosto, 2001

CROUSE, J.D. *et al.* Comparison of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science.*, v. 67, n. 10, p. 2261-2668, oct. 1989.

CUNDIFF, L.V. How breed variation affects carcass quality and cutability. In: NATIONAL CATTLEMEN'S ASSOCIATION ANNUAL CONVENTION, Phoenix- Arizona. 1993.

GEESINK, G.H. & KOOHMARIE, M. Technical note: a rapid method for quantification of calpain and calpastatin activities in muscle. *Journal of Animal Science.* v.77, n. 12, p. 3225-3229. dec. 1999.

HUERTA-LEIDENZ, N.O. *et al.* Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford Cows. *Journal of Animal Science.*, v.71, n. 3, p. 625-630, mar. 1993.

- JOHNSON, D.D. *et al.* Effects of percentage Brahman and Angus Breeding, age season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *Journal of Animal Science*. v. 68, n. 7, p. 1980-1986, jul. 1990.
- KEELE, J.W., SHACKELFORD, S.D., KAPPES, S.M. *et al.* A region on bovine chromosome 15 influences beef longissimus tenderness in steers. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 6, p. 1364-1371, jun. 1999.
- KENNEDY, B.W. A further look at evidence for cytoplasmic inheritance of production traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 69, n.11, p. 3100-3105, nov. 1986.
- LABORDE, F.L. *et al.* Breed effects on growth performance, carcass characteristic, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. *Journal of Animal Science*, v. 79, n. 2, p. 355-365, fev. 2001
- MALAU-ADULI, A.E.O. *et al.* Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousin cattle. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 3, p. 766-773, mar. 1998
- MANNEN, H. *et al.* Effect of mitochondrial DNA variation on carcass traits of Japanese Black Cattle. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 36-41, jan. 1997.
- MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v. 72, n. 10, p. 2745-2755, oct. 1994.
- MOLETTA, J.L., RESTLE, J. Influência do grupo genético sobre características qualitativas da carne de novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, n. 5, p. 886-875, set./out.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, n. 7, p. 1822-1830, jul. 1997.
- PRINGLE, T.D. *et al.* Calcium-activated tenderization of strip loin, top sirloin and top round steaks in diverse genotypes of cattle. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 12 p. 3230-3237, dec. 1999.
- PRINGLE, T.D. *et al.* Carcass characteristics, the calpain proteinase system and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 11, p. 2955-2961, nov. 1997.
- RAMSEY, C.B. *et al.* Effects of type and breed of British, zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels. *Journal of Animal Science*, v. 22, p. 1001-1009, 1963.
- RESTLE, J. *et al.* Características de carcaça e da carne de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. , p. 1245-1251, nov./dec. 1999.
- SHACKELFORD, S.D. *et al.* Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler share force, retail product yield, and growth rate. *Journal of Animal Science*, v. 72, n. 4, p. 857-863, apr. 1994.
- SHACKELFORD, S.D. *et al.* An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. *Journal of Animal Science*, v. 69, n. 1, p. 171-177, jan. 1991.
- SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARIE, M. Tenderness Classification of Beef: I: Evaluation of Beef Longissimus Shear Force at 1 or 2 Days Postmortem as a Predictor of Aged Beef Tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 9, p. 2417-2422, set. 1997.
- SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition*. v. 54, n. 3, p. 438-463, set. 1991.
- TESS, M.W., REODECHA, C., ROBISON, O.W. Cytoplasmic genetic effects on preweaning growth and milk yield in Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, v. 65, n. 3, p. 675-684, sep. 1987.
- WHIPPLE, G.; KOOHMARIE, M.; DIKEMAN, M.E. *et al.* Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science*, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, sep. 1990.
- WILLHAM, R.L. Role of maternal effects in animal breeding. III. Biometrical aspects of maternal effects in a animal. *Journal of Animal Science*. v. 35, n. 6, p. 1288-1293, jun. 1972.
- WULF, D.M. *et al.* Genetic influences on beef longissimus palability in Charolais and Limousin sired steers and heifers. *Journal of Animal Science*, v. 74, n. 10, p. 2394-2405, oct. 1996.

Recebido para publicação em 19/10/2001.
 Received for publication on 19 October 2001.
 Recibido para publicación en 19/10/2001.
 Aceito para publicação em 10/10/2002.
 Accepted for publication on 10 October 2002.
 Acepto para publicación en 10/10/2002.