

## SESSÃO IV - CARÇAÇA DE ZEBUÍNOS

### **DOIS ASPECTOS DE COMPETITIVIDADE DA CARNE DE BOS INDICUS, UM POSITIVO, OUTRO NEGATIVO**

PEDRO E. DE FELÍCIO<sup>1</sup>

#### **I. INTRODUÇÃO**

Gostaríamos de iniciar esta nossa participação no Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas dizendo que muita coisa mudou no sistema de comercialização da arroba de gado de corte, desde a instalação dos primeiros grandes abatedouros no Brasil. Mas, infelizmente, isto não será possível, porque os modernos matadouros-frigoríficos brasileiros continuam comprando do mesmo modo que faziam seus antecessores nas últimas oito décadas, isto é, diferenciando boi de vaca ou marruco, mas pagando um preço médio, independentemente das proporções de carne, gordura e ossos da carcaça, ou da qualidade visual e gustativa da carne.

É bem verdade que não faltaram iniciativas visando modificar o "status quo" da comercialização de gado de abate nas principais regiões produtoras, mas nenhuma delas teve êxito duradouro ou efeito multiplicador, como vem ocorrendo, ainda que tardiamente, na indústria da carne suína. As empresas, que têm na carne suína sua principal fonte de matéria prima, estão, de comum acordo, empenhadas em reduzir a proporção de toucinho através da tipificação de carcaças. Tal posicionamento, nos últimos três ou quatro anos, deu origem a uma reação em cadeia, que parece irreversível, prometendo assegurar melhores preços aos criadores que investirem em genética e ofertarem carcaças musculosas, com pouca gordura.

Analisar em profundidade as causas do imobilismo do setor de abate de bovinos, que assiste impassível ao clamor das lideranças da pecuária de corte, por uma justa valorização das carcaças de gado melhorado, é uma tarefa muito difícil, e não é objetivo dessa breve palestra. Entretanto, pretende-se discutir dois aspectos de competitividade da carne de Bos indicus - o rendimento de carcaça e a textura da carne - que, se por um lado não afetam o produtor com uma remuneração diferenciada, por outro lado, podem influir na eficiência do sistema carne bovina.

Referência:: FELÍCIO, P.E. de. In: I Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas. Anais... Associação Brasileira de Criadores de Zebu. Uberaba MG, 1994, p. 63-71.

---

<sup>1</sup>Professor da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp  
Cidade Universitária Zeferino Vaz. C P. 6121, CEP 13.083-970

## **II. RENDIMENTO DE CARÇAÇA**

O rendimento de carcaça, isto é, a relação porcentual entre o peso da carcaça e o peso do animal que se abate, depende fundamentalmente do estágio de desenvolvimento corporal, do sexo e da raça do gado.

Quanto mais pesado e mais gordo for o gado, maior será o rendimento de carcaça (Field & Schoonover, 1967, cit. p. Preston & Willis, 1974; Felício et al. 1976).

As diferenças de rendimento entre machos inteiros, novilhos e novilhas de gado zebu comercial são importantes, mas não serão discutidas aqui.

### **Influência da raça**

A raça do gado exerce uma influência considerável no rendimento de carcaça. Comparados ao mesmo peso vivo, o gado indiano, principalmente a raça Nelore, tem maior rendimento do que as raças taurinas em geral, porque apresenta menores proporções de cabeça, patas e vísceras (Felício et al. 1988).

Cundiff (1992) comparou mestiços de touros da raça Nelore (vacas Angus e Hereford), com mestiços de várias outras raças, inclusive a Charolesa e Piemontesa, do ciclo IV do GPE ("Germoplasm Evaluation Program"), abatidos aos 417 dias, com mais de 500kg de peso vivo, e constatou que os mestiços Nelore tiveram o maior rendimento de carcaça de todos os cruzamentos comparados no experimento.

### **Quem se importa com o rendimento de carcaça?**

Dentro de uma mesma raça, os animais ou as linhagens de biótipo mais compacto tendem a depositar mais gordura e têm conseqüentemente um maior rendimento de carcaça do que aquele tipo mais longilíneo que tornou-se conhecido no Brasil como "moderno novilho de corte", ou "moderno tipo de corte", nas palavras de Villares (1971).

A esse respeito, é interessante notar que os criadores brasileiros acreditaram nesse biótipo há cerca de 20 anos, provavelmente sem saber que perderiam na única característica de carcaça pela qual são remunerados. Com isso, mais a redução na idade e no peso de abate, foram gradativamente resolvendo o problema dos frigoríficos, livrando-os dos excessos de gordura, sem nenhum prêmio por isso.

Enquanto isso, nos Estados Unidos, os pecuaristas resistiram aos apelos dos técnicos, continuaram selecionando por produtividade (os criadores) e superalimentando o gado (os confinadores), visando: (a) manter elevado o rendimento de carcaça, e (b) qualificá-las como "Choice" pela marmorização da carne. Segundo Smith et al. (1992) cit. p. Savell & Shackelford (1992), o peso médio das carcaças de gado confinado naquele país é de 345,4±42,9kg e a espessura de gordura é de 15±6,1mm. Quanto ao grau de rendimento em carne ("Yield Grade")

introduzido na década de 70, os produtores fizeram vistas grossas, já que na escala de 1 a 5, onde 1 a 2 (maior porcentagem de carne) é altamente desejável e 4 a 5 (excesso de gordura) é indesejável, eles ficaram com  $3,2 \pm 0,9$ , aguardando melhor remuneração, para só então encurtar o período de engorda.

Na opinião de Davis (1992), a tendência atual nos EUA é para um sistema de comercialização do boi baseado no valor realizável da carcaça ao nível de varejo ("value based market"), e, portanto, o desafio aos produtores é para que consigam uma qualidade desejável, sem excesso de gordura. Quando isto for realidade, o período de confinamento será encurtado e os bovinos abatidos com menos acabamento, mas não haverá tempo para se alterar geneticamente as raças britânicas tradicionais. Antecipando-se a essa transformação, eles já prepararam um arsenal de raças para cruzamentos.

### **Quem ganha com o rendimento de carcaça?**

Para ilustrar ainda mais a questão do rendimento de carcaça (r.c.), é preciso lançar mão do rendimento em carne aproveitável (r.c.a.), isto é, o total de cortes cárneos desossados, com espessura máxima de gordura (e.m.g.) padronizada. Como nos EUA eles padronizam a e.m.g. a 8mm e nós padronizamos a 5mm, na comparação que segue serão utilizados valores intermediários.

Imagine-se um boi Hereford-Angus (HA) confinado e abatido nos EUA com peso vivo de 500kg, 63% de r.c. e 68% de r.c.a. Tem-se 214,2kg ( $500 \times 0,63 \times 0,68$ ) de carne para venda no varejo. No Brasil, um boi Nelore confinado e abatido com 500kg, teria um r.c. de 57% e 75,2% de r.c.a., ou 214,3kg ( $500 \times 0,57 \times 0,752$ ) de carne para venda no varejo.

Em ambos os casos, tem-se a mesma quantidade de carne aproveitável. Então, qual é a diferença?

A primeira diferença é que o produtor americano recebe por 21@ ( $500 \times 63\% = 315\text{kg}$ ), enquanto o brasileiro recebe por 19@ ( $500 \times 57\% = 285\text{kg}$ ). A US\$25/@, tem-se US\$ 50 a menos por boi.

A segunda, é que eles gastam energia (milho) para fazer duas arrobas de gordura. Energia que para eles é abundante, mas que para nós é um recurso escasso. Finalmente, o gado zebu melhorado é muito mais "moderno novilho de corte" do que os Hereford e Angus dos americanos, o que pode significar que a pecuária brasileira dependerá menos de raças exóticas para cruzamentos. Conclui-se que, visto por este ângulo, a produção brasileira de carne de *Bos indicus* é bastante competitiva.

## II. TEXTURA DA CARNE

O aspecto negativo refere-se à textura da carne preparada para consumo. Não se pode ignorar o fato de que o Brasil, nas melhores das situações, produz gado *Bos indicus* para abate com 24-26 meses em confinamento ou 36-42 em boas pastagens.

Essas duas condições - idade de abate elevada e gado zebu - somadas à alta velocidade de resfriamento das carcaças, fazem com que a carne brasileira seja escura, no "display" do supermercado, e dura, no prato do consumidor. Isto, que para o mercado interno talvez não seja tão importante, assume um caráter de maior preocupação quando se trata de competitividade no comércio exterior. Na sequência da explanação será considerada apenas a textura ou maciez, deixando-se para outra oportunidade a questão da cor.

A carne de *Bos indicus*, no Brasil, é dura porque: (a) com o avanço da idade aumenta o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos; (b) a carne de gado zebu é comprovadamente mais dura do que a carne de gado de origem européia, e (c) o resfriamento rápido pode provocar o encurtamento dos sarcômeros - que são as menores unidades contrácteis dos músculos - durante o estabelecimento do "rigor-mortis".

Diante desse diagnóstico, não será difícil concluir que deve ser possível atuar no sistema de produção visando obter carcaças mais pesadas, com mais acabamento (gordura), de gado jovem, e, quem sabe, até reduzir a velocidade de resfriamento ou atenuar seus efeitos com estimulação elétrica das carcaças. Entretanto, ainda que essas modificações fossem técnica e economicamente viáveis, continuaríamos com uma carne relativamente dura em função do genótipo *Bos indicus*.

### **O que diz a literatura científica recente**

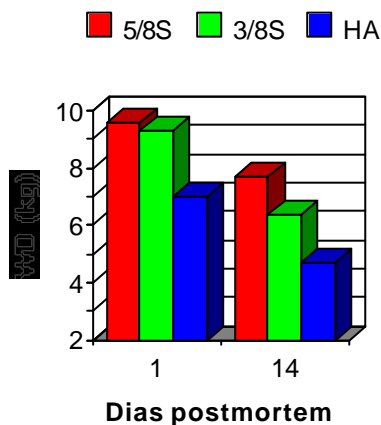
Na literatura internacional, encontram-se trabalhos que mostram que, estando todas as outras variáveis sob controle, as variações genéticas, principalmente entre raças, são suficientes para provocar reações de desapontamento no consumidor, quanto à textura ou maciez da carne.

Pesquisas recentes mostraram que os consumidores americanos consideram que a textura da carne preparada para consumo é a mais importante característica da carne preparada, e que a falta de uniformidade da textura é um dos principais problemas atuais da indústria da carne nos EUA (Morgan et al. 1991; Smith, 1992 cit. p. Koohmaraie, 1992). Devido à variabilidade encontrada na qualidade da carne bovina, os consumidores ficam insatisfeitos em 20% das vezes que a adquirem. Talvez, por isso, os consumidores estão preferindo a carne de frango como "food of choice" para servir em ocasiões especiais (Miller, 1992, cit. p. Savell & Shackelford, 1992).

Savell & Shackelford (1992), depois de analisarem detalhadamente o significado da maciez para a indústria da carne, concluíram ser imperativo melhorar o grau de satisfação que a carne bovina proporciona ao consumidor, o que poderia ser alcançado reduzindo-se a variabilidade genética do gado de corte. Concluíram também que a carne de gado com mais de 25% de genótipo *Bos indicus* é inaceitável para os consumidores americanos.

Cundiff (1992) apresentou resultados do "Germoplasm Evaluation Program" que demonstram que a carne da progênie de touros *Bos indicus* (Brahman, Sahiwal e Nelore) é menos macia do que a da progênie de touros *Bos taurus*. A média dos mestiços Nelore, por exemplo, foi 25% mais dura (força de cisalhamento no aparelho Warner-Bratzler) do que a média dos mestiços Hereford-Angus, sendo que todos foram abatidos com idade média de 417 dias.

Koohmaraie (1992) atribuiu 15% da variabilidade na maciez da carne bovina às diferenças em "marbling" e tecido conjuntivo, e a maior parte dos 85% restantes às variações nas alterações "postmortem", ou seja, no processo enzimático que leva à tenderização da carne, conhecido como maturação.



**Figura 1.** Efeito da maturação na força de cisalhamento do músculo L. dorsi (contrafilé) de *Bos taurus* (HerefordxAngus) e *Bos indicus* (3/8 e 5/8 Sahiwal), segundo Whipple et al. (1990). Obs: quanto maior a força (WB, kg), mais dura é a carne.

No experimento conduzido por Whipple et al. (1990), os mestiços Hereford-Angus (HA) apresentaram menores valores de força de cisalhamento (WB) do que os 3/8 e 5/8 Sahiwal (*Bos indicus*), no 1º dia "postmortem".

Após 14 dias, a carne dos 3/8 era significativamente mais macia do que a dos 5/8 Sahiwal, indicando uma resposta maior à maturação. A carne dos HA e a dos 3/8 Sahiwal ficou 30% menos dura, enquanto a dos 5/8 Sahiwal ficou 20% menos dura. Mesmo assim, a carne dos 3/8, como a dos 5/8, continuou inaceitável (WB>5,0kg).

Ao que parece, quanto maior a participação de *Bos indicus* no genótipo, menor a velocidade e a extensão dos efeitos da maturação (Figura 1).

Segundo os autores, a carne de *Bos taurus* já estaria passando por um processo natural de tenderização nas 24 primeiras horas "postmortem", enquanto a dos mestiços passaria por um processo mais ou menos intenso de tenderização, nas semanas seguintes.

## **Maturação**

A tenderização da carne que ocorre durante a estocagem refrigerada, ou maturação, é conhecida desde o início do século. No entanto, o mecanismo através do qual ocorrem as modificações continuam sendo motivo de controvérsias. Trata-se de um processo complexo, afetado por muitas variáveis, tais como a idade e espécie do animal, velocidade de glicólise, quantidades e solubilidade do colágeno, comprimento do sarcômero, força iônica e degradação das proteínas miofibrilares.

Koohmaraie (1994) resumiu as modificações químicas e estruturais do processo de maturação da carne, no que diz respeito ao componente miofibrilar, como segue:

1. Enfraquecimento e/ou degradação do disco Z .
2. Degradação da proteína desmina, provavelmente devido à ruptura de pontes entre as miofibrilas.
3. Degradação da proteína titina, que liga filamentos de miosina, no sentido longitudinal das miofibrilas.
4. Degradação da proteína nebulina (ligações transversais na banda I dos sarcômeros).
5. Desaparecimento de troponina T e aparecimento simultâneo de polipeptídeos com peso molecular entre 28 e 32 kDa.
6. Aparecimento de um polipeptídeo com PM de 95 kDa.
7. As proteínas contráteis miosina e actina não são afetadas.

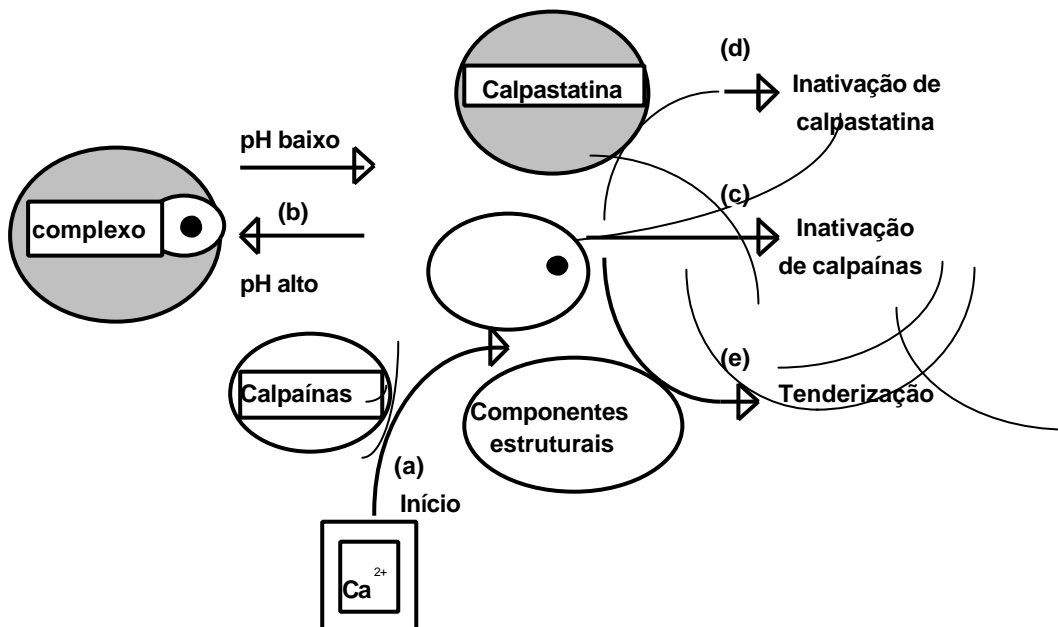
Segundo esse autor, os itens de número 1, 2 e, provavelmente, 3, são os responsáveis pela crescente fragilidade das miofibrilas durante o processo de maturação.

## **Calpaínas e Calpastatina**

O processo todo de maturação pode ser resumido numa só palavra: "proteólise". Que a proteólise ocorre e é causada por proteinases endógenas não é novidade. Novidade é a explicação das variações que ocorrem na maciez da carne bovina com base na velocidade e extensão da proteólise, considerando-se animais da mesma idade, produzidos, abatidos e resfriados nas mesmas condições. Portanto, de origem genética, como comprovam os estudos com *Bos taurus* e *Bos indicus*, do USMARC, em Nebraska.

Novidade também é o envolvimento cientificamente comprovado de um sistema enzimático denominado "calpaínas", como o principal responsável pela proteólise que conduz à tenderização da carne. Tal sistema é formado de duas calpaínas (I e II) ativadas pelo cálcio "livre" (não retido no retículo sarcoplasmático ou nas mitocôndrias) e inibidas por uma outra enzima denominada calpastatina.

Dransfield (1992) demonstrou que 65% da variação na maciez da carne pode ser explicada pela variação na atividade da calpaína I. Mais recentemente, o mesmo autor (Dransfield, 1993) propôs um modelo de tenderização de carne baseado na ativação das calpaínas pelo aumento na concentração de cálcio livre com a evolução do rigor mortis - o declínio de pH de 6,5 a 5,7 aumenta a atividade da calpaína I de 15 a 97% da atividade máxima. Na inibição das calpaínas ativadas pela calpastatina, e na inativação de calpaínas e calpastatina por autólise, na medida em que se dá a tenderização (Figura 2).



**Figura 2** Modelo de ativação de calpaínas e tenderização de carne, segundo Dransfield (1993). **(a) Início.** As calpaínas são ativadas pelo aumento na concentração de cálcio; **(b) Complexação.** O equilíbrio entre calpaínas-ativadas e calpaínas ligadas à calpastatina determina o nível de calpaínas-ativadas livres, que aumenta com o declínio de pH; **(c) Inativação de calpaínas-ativadas livres.** Se dá por autólise. **(d) Inativação de calpastatina.** A inativação da calpastatina se dá por proteólise, e **(e) Tenderização.** Proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas pelas calpaínas-ativadas livres.

Visando encontrar uma maneira de incrementar o nível de atividade das calpaínas no processo de maturação, os pesquisadores do USMARC experimentaram adicionar cálcio à carne. Num dos experimentos, injetaram uma solução a 3% de cloreto de cálcio diretamente nos músculos de mestiços Brahman recém abatidos (45 minutos "postmortem"), com resultados muito positivos. A força de cisalhamento do contrafilé caiu de 9 para 6kg no primeiro dia pm e de 6,2 para 5,1kg no 14° dia pm (Koochmaraie et al. 1990).

Numa outra publicação, os autores relataram que o nível de atividade da calpastatina, 24 horas pm, foi altamente correlacionado com a maciez da carne maturada 14 dias. O coeficiente de correlação entre o nível de atividade de calpastatina e a força de cisalhamento após 14 dias de maturação foi de 0,66, isto é, quanto maior a atividade de calpastatina (inibidor das calpaínas), mais dura será a carne, e até onde se sabe, essa é a razão das diferenças na maciez entre *Bos indicus* e *Bos taurus* (Whipple et al. 1990).

### **Seleção contra calpastatina**

De posse desses resultados, o grupo de pesquisadores do USMARC passou a trabalhar com a hipótese de que a seleção contra elevados índices de atividade de calpastatina poderia levar a uma melhoria na maciez da carne e conduziram uma pesquisa para determinar a herdabilidade da calpastatina e a sua correlação genética com a maciez, e encontraram valores de 0,65 e 0,53 para herdabilidade da calpastatina e da força de cisalhamento, respectivamente. A correlação genética entre elas foi de 0,50 (Shackelford et al. 1993). Portanto, pode-se dizer que a seleção para reduzir os níveis de atividade de calpastatina conduziria à produção de uma carne mais macia.

Os pesquisadores também têm encontrado altas correlações entre força de cisalhamento e quantidade de mRNA de calpastatina (Killefer & Koochmaraie, 1993). Trabalhos de clonagem do gene da calpastatina também já estão em andamento (Bishop et al. 1993), e, embora esses estudos recentes de genética ainda não sejam conclusivos, talvez não esteja longe o dia em que se detectará nos reprodutores uma potencialidade para carne mais ou menos macia, através de metodologia semelhante àquela que já é utilizada para diagnóstico de suscetibilidade ao estresse (PSS) em suínos, que tem um custo aproximado de US\$50/animal no Brasil.

Quando isto acontecer, será possível selecionar os touros de melhores características produtivas, que possam também ser os melhores para a qualidade da carne. Se a indústria irá pagar um bônus por isso, ou vai ignorar, como faz hoje em relação aos rendimentos do gado melhorado, não se sabe, mas certamente estaremos antecipando a solução de um problema que poderá incomodar no futuro,



que é o da competitividade da carne de *Bos indicus* em relação à de *Bos taurus*, e, até mesmo, em relação à carne de outras espécies.

### **III. BIBLIOGRAFIA**

- BISHOP, M.D.** et al. 1993. Restriction fragment length polymorphisms in the bovine calpastatin gene. **J. Anim. Sci.** **71**: 2277.
- CUNDIFF, L.V.** 1992. Genetic selection to improve the quality and composition of beef carcasses. In: **Proc. Rec. Meat Conference**, Colorado State University, **45**: 123-31.
- DAVIS, S.K.** 1992. Mechanisms of genetic control of beef carcass merit. In: **Proc. Rec. Meat Conference**, Colorado State University, **45**: 107-13.
- DRANSFIELD, E.** 1992. Modelling post-mortem tenderization - III- Role of calpain I in conditioning. **Meat Sci.** **31**: 85-94.
- DRANSFIELD, E.** 1993. Modelling post-mortem tenderization - IV- Role of calpain and calpastatin in conditioning. **Meat Sci.** **34**: 217-234.
- FELÍCIO, P.E. de et al.** 1976. Avaliação comparativa das carcaças de novilhos Nelore nascidos em duas diferentes épocas do ano. **Bol. Soc. Bras. Ciência e Tecn. de Alim.** Campinas, SP **37**: 3-18.
- FELÍCIO, P.E. de, CORTE, O.O. & PICCHI, V.** 1988. Rendimentos de carcaça e de subprodutos de abate de novilhos das raças Nelore e Pitangueiras de dois grupos etários. In: **Anais XI Congresso da Soc. Bras. de Ciência e Tecn. de Alimentos**, Recife, p.109.
- KILLEFER J. & KOOHMARAIE, M.** 1993. Effect of B-adrenergic agonist (L644, 969) on calpastatin messenger RNA expression in bovine and ovine longissimus muscle. **J. Anim. Sci.** **71** (supl. I): 55.
- KOOHARAIE, M.** 1994. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Sci.** **36**: 93-104.
- KOOHARAIE M.** 1992. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: **Proc. Rec. Meat Conference**, Colorado State University, **45**: 63-71.
- KOOHARAIE, M., WHIPPLE, G. & CROUSE, J.D.** 1990. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **J. Anim. Sci.** **68**: 1278.
- PRESTON, T.R. & WILLIS, M.B.** 1974. Intensive beef production. 2a. ed. Pergamon Press, Oxford, p.33.
- SAVELL J. & /S.D. SHACKELFORD.** 1992. Significance of tenderness to the meat industry. In: **Proc. Rec. Meat Conference**, Colorado State University, **45**: 43-50.
- SHACKELFORD S. D. et al.** 1993. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. **J. Anim. Sci.** **72**: 857-63.
- VILLARES, J.B.** 1971. Reformulação do tipo de bovino de corte para classificação em pé. In: **Anais do 1º Encontro das Assoc. de Pecuária de Corte**. São Paulo, SP, p. 91-106.
- WHIPPLE G. et al.** 1990. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **J. Anim. Sci.** **68**: 2716-28.