

INFLUÊNCIA DA MATURIDADE DA CARÇA SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DE NOVILHOS ZEBU¹

Pedro Eduardo de FELÍCIO*
Dell M. ALLEN**
Odair Otávio CORTE*

RESUMO

Três grupos de dez carcaças foram selecionados em um abatedouro-frigorífico, com base em padrões norte-americanos de maturidade óssea. Os grupos assim constituídos, designados I, II e III, apresentavam maturidade óssea A, C e E, respectivamente. O exame dos dentes incisivos correspondentes a cada carcaça selecionada indicou tratar-se de novilhos de cerca de dois anos e meio a três anos, três a quatro anos e mais de quatro anos de idade, respectivamente. O objetivo foi estudar o efeito da maturidade sobre as características qualitativas da carcaça e da carne de novilhos Zebu de pastagem.

As meias carcaças foram resfriadas durante cerca de 20 horas à temperatura de 0 a 5°C, depois cortadas para avaliação visual de cor, textura e marmorização da carne na superfície do olho-de-lombo sobre a 12ª e 5ª costelas. A cor da gordura de cobertura também foi avaliada subjetivamente.

A porção lombar do músculo longissimus (LD) foi então excisada do lado esquerdo das carcaças, empacotada em sacos de polietileno e estocada a 2°C até o sétimo dia post-mortem. Três bifês foram então cortados do bordo anterior do LD para determinação do teor da gordura intramuscular, avaliação organoléptica e teste da força de cisalhamento (WB). O restante do LD foi embalado a vácuo e maturado durante um período de 14 dias, em cujo final dois bifês foram cortados para avaliação organoléptica e teste de WB.

(1) Parte do trabalho de tese de doutoramento do primeiro autor na Kansas State University, como bolsista do CNPq.

Recebido para publicação em: 27/5/1982.

* Pesquisadores do Centro de Tecnologia da Carne-CTC do ITAL.

** Professor do Departamento de "Animal Science and Industries" da Kansas State University - USA.

Nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) foi encontrada entre os grupos nas características qualitativas da carcaça. Mas foram observadas tendências para cor mais amarelada da gordura externa, para cor e textura da carne mais escura e grosseira, respectivamente, e para maior teor de gordura intramuscular com o avanço da maturidade.

A marmorização e o teor de gordura intramuscular do LD, determinado quimicamente, foram negativa e positivamente correlacionados com a força de WB e com a maciez, respectivamente, mas apenas a correlação entre o teor de gordura do LD e a força de WB foi significativa ($r = 0,49; P < 0,05$).

Nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) foi encontrada entre os grupos na avaliação organoléptica, nas perdas de suco exsudado durante 14 dias de maturação, ou nas perdas de peso durante o cozimento, com uma única exceção, isto é, a perda de peso por gotejamento dos bifes do LD amostrados no sétimo dia post-mortem foi maior ($P < 0,01$) nos grupos II e III do que no grupo I.

Palavras-chave: Carcaça bovina, Gado Zebu; Maturidade óssea; Carne – Qualidade.

SUMMARY

THE INFLUENCE OF CARCASS MATURITY ON BEEF QUALITY OF ZEBU STEERS. Thirty steer carcasses were selected within three bone maturity groups (USDA A, C and E), that is ranging from 30 to 36 months, 3 to 4 years, and older than 4 years, respectively, according to the dentition maturity. These carcasses were used to investigate the effects of maturity upon the visual quality and palatability traits of the beef from grass-fed Zebu steer carcasses in the state of São Paulo, Brazil.

Carcass sides were chilled for approximately 20 hr in a 0 to 5°C cooler. Carcass sides were then ribbed and the carcass quality traits (lean color, texture and USDA marbling amounts) subjectively evaluated at the 12th and 5th ribs. Carcass fat color was also subjectively evaluated.

The short loin portion of the longissimus (LD) muscles was excised from the left carcass sides, sealed in polyethylene bags, and stored at 2°C until the seventh day post-mortem. Three steaks were then taken from the anterior end of the LD for an ether extract, taste panel and Warner-Bratzler (WB) shear analysis. The remainder of the LD muscle was vacuum packaged and stored for an additional 14-day aging period, at the end of which two steaks were taken for WB shear and taste panel analysis.

No significant differences ($P > 0.05$) were found between the maturity groups in any of the carcass quality traits considered. However, with advancing maturity tendencies for the external fat to become more yellowish, for the intramuscular fat content to become greater, for the lean meat to become a darker red, and for a coarser lean texture were detected. Marbling and the ether extract were weakly and negatively correlated with WB shear force (7-day aged steaks) and weakly and positively correlated with tenderness (7-day aged steaks), but only the correlation between the ether extract and WB shear force was significant ($P < 0.05$; $r = 0.49$).

No significant differences ($P > 0.05$) were found between the maturity groups for any of the palatability traits measured, or for aging and cooking losses, except for drip loss during cooking in the 7-day aged steaks, when higher ($P < 0.01$) losses were associated with increased maturity.

Key-words: Beef carcass; Zebu cattle; Carcass maturity, Quality.

1 INTRODUÇÃO

Nos países onde a carcaça bovina é tipificada pela qualidade, isto se faz com base na maturidade fisiológica, geralmente combinando-se a avaliação da maturidade óssea com outros indicadores de qualidade avaliados visualmente. Faz-se uso da maturidade, porque há evidências de que a qualidade organoléptica da carne, principalmente a maciez, diminui com o avanço da maturidade (12, 15, 28). Este conceito encontra suporte nas propriedades térmicas do tecido conjuntivo dos músculos (18). Entretanto, vários autores não encontraram diferenças na maciez da carne devido à maturidade da carcaça ou à idade do gado (5, 9, 22). E BOUTON *et alii* (6) afirmaram que a influência da idade do animal sobre a maciez da carne depende de vários fatores, tais como: o músculo estudado, o peso e o acabamento da carcaça, as condições de resfriamento e os métodos de cozimento e de avaliação empregados.

No Brasil, onde 98% do gado bovino abatido sob Inspeção Federal têm, no mínimo, dois anos e meio de idade (Ministério da Agricultura, 1980, não publicado), uma classificação de carcaça que, com o tempo, favorecesse os produtores de gado jovem, contribuiria para aumentar a produtividade do rebanho. Contudo, para que uma classificação oficial tenha sucesso, é necessário que seja precisa, portanto, baseada em diferenças comprovadas experimentalmente.

Tendo em conta que a relação entre maturidade e qualidade organoléptica ainda é motivo de controvérsias, faz-se necessário conduzir pesquisas em condições similares às praticadas pela indústria do país onde se pretenda adotar uma classificação.

Este trabalho foi conduzido para detectar possíveis efeitos da maturidade sobre as características qualitativas da carcaça e sobre a qualidade organoléptica da carne de novilhos Zebu criados em pastagem, abatidos no Estado de São Paulo. As correlações entre as características da carcaça e a maciez da carne também foram objeto de estudo.

Os resultados das características quantitativas das carcaças estudadas foram descritos em outro trabalho (11).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Três grupos de dez novilhos Zebu foram selecionados em um abatedouro-frigorífico, com base em padrões norte-americanos de maturidade óssea (USDA, 27). Os grupos assim constituídos, designados I, II e III, apresentavam maturidade A, C e E. A seleção das carcaças foi feita na sala de abate, depois da divisão das meias carcaças. Quase que simultaneamente à seleção, a cabeça correspondente à carcaça escolhida era identificada e seus dentes incisivos examinados para constatação da idade aproximada dos novilhos. Esse exame revelou que os grupos de maturidade A, C e E correspondiam a dois anos e meio a três anos, três a quatro anos, e mais de quatro anos de idade, respectivamente.

As meias carcaças foram então resfriadas durante cerca de 20 horas à temperatura de 0 a 5°C, cortadas para avaliação visual de cor, textura e marmorização do músculo *longissimus* (LD) sobre a 12ª e 5ª costelas, e transportadas para o ITAL, em Campinas, SP.

As escalas de pontos de avaliação visual consistiam de números de um a quatro ou cinco, onde os extremos representavam o seguinte: cor: 1 = vermelho vivo e 5 = vermelho enegrecido; textura: 1 = fina e 4 = muito grosseira; gordura: 1 = branca e 4 = alaranjada. Já a marmorização foi avaliada subjetivamente, por indivíduo treinado, conforme padrões norte-americanos (20).

No ITAL, as meias carcaças foram mantidas por um período de 48 horas a cerca de 2°C. Após esse período, a porção lombar (13ª costela à última vértebra lombar) do músculo LD foi excisada do lado esquerdo das carcaças, empacotada em sacos de polietileno e estocada a 2°C. No sétimo dia *post-mortem*, três bifes de 2,5cm de espessura foram cortados do bordo anterior do LD para determinação do teor de gordura intramuscular, avaliação organoléptica e teste de cisalhamento (WB). O restante do LD foi embalado a vácuo e mantido a 2°C durante um período de 14 dias de maturação, quando dois bifes de 2,5cm de espessura foram cortados do bordo anterior do músculo para avaliação organoléptica e teste de WB. Todos os bifes foram duplamente embrulhados em papel impermeabilizado com parafina, e mantidos a -40°C até o dia anterior ao da avaliação.

Os bifes foram descongelados (2°C durante 24 horas) e apenas a porção muscular de um dos bifes foi finamente moída e amostrada para análise de gordura (AOAC, 3). Os outros dois bifes foram assados até atingir a temperatura interna de 70°C, em forno pré-aquecido à temperatura de 175°C (AMSA, 2), empregando-se termopares, para monitorar a temperatura individual dos bifes, e pequenas bandejas de alumínio com grelha, para o controle individual das perdas de peso por evaporação e gotejamento.

A avaliação organoléptica foi conduzida por seis provadores treinados, usando-se seis amostras (por bife) cilíndricas de 1,27cm de diâmetro, retiradas a mão, paralelamente à direção das fibras musculares. Os provadores registraram sua opinião sobre a maciez, a suculência e o sabor das amostras em conjuntos de três linhas horizontais de 10cm de comprimento, onde a origem (extremidade esquerda) era codificada "extremamente dura", "seca" ou "brando", e a extremidade oposta era codificada "extremamente macia", "suculenta" ou "intenso". As amostras foram servidas ainda quentes.

A força de cisalhamento foi medida em seis amostras (por bife) cilíndricas de 1,27cm de diâmetro, empregando-se uma furadeira elétrica (16) para retirar as amostras, e o aparelho de Warner-Bratzler (WB), para medir a força de cisalhamento. Os bifes usados foram esfriados à temperatura ambiente antes do teste de WB.

As análises de variância, o teste de Duncan para comparação de médias e as estimativas dos coeficientes de correlação simples foram processados em computador, empregando-se o Sistema de Análise Estatística (SAS, 4).

As correlações dentro de grupos com interpolação foram estimadas usando-se um programa desenvolvido no Laboratório de Estatística da Kansas State University, tendo por base o método descrito por SNEDECOR & COCHRAN (25).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maturidade da carcaça (A, C e E) não influenciou significativamente ($P > 0,05$) nenhuma das características qualitativas da carcaça (Quadro 1), embora ligeiras tendências tenham sido observadas. Assim, a intensidade da cor da gordura aumentou de 2,4 para 2,7 e 3,0 nos grupos I, II e III, respectivamente. A marmorização (avaliação visual da gordura intramuscular) na 5ª e 12ª costelas, aumentou de "leve" no grupo I a "pouca", nos grupos II e III, e o teor de gordura intramuscular (extrato etéreo) aumentou de 2,2 para 3,5 e 3,6%, respectivamente. A cor do músculo LD, na 5ª e na 12ª costelas, foi mais escura e de textura mais grossa no grupo III do que nos grupos I e II.

QUADRO 1. Características qualitativas da carcaça de novilhos Zebu.

	G r u p o s			Signif. de F
	I	II	III	
Maturidade óssea ^a	A ⁷¹	C ²²	E ²⁶	
Cor da gordura externa ^b	2,4 ± 0,22	2,7 ± 0,21	3,0 ± 0,21	ns
Marmorização do LD na 12 ^a costela ^c	240 ± 20,55	330 ± 34,98	308 ± 21,90	ns
Marmorização do LD na 5 ^a costela ^c	281 ± 35,87	389 ± 37,04	389 ± 37,60	ns
Cor do LD na 12 ^a costela ^d	3,1 ± 0,23	3,6 ± 0,31	3,8 ± 0,25	ns
Cor do LD na 5 ^a costela ^d	3,4 ± 0,22	4,0 ± 0,26	4,0 ± 0,21	ns
Textura do LD na 12 ^a costela ^e	2,4 ± 0,27	2,8 ± 0,25	2,9 ± 0,28	ns
Textura do LD na 5 ^a costela ^e	2,6 ± 0,16	2,8 ± 0,20	2,9 ± 0,23	ns
Gordura intra-muscular, %	2,2 ± 0,21	3,5 ± 0,70	3,6 ± 0,53	ns

ns (P > 0,05).

^a Maturidade baseada em incrementos de 0 a 100% dentro das faixas A, B, C, D ou E pelos padrões do USDA.

^b1 = branca; 4 = amarelo alaranjado.

^c0 a 100 = praticamente nada; 101 a 200 = traços; 201 a 300 = leve; 301 a 400 = pouco, etc.

^d1 = vermelho vivo; 5 = vermelho muito escuro.

^e1 = textura fina; 4 = textura grossa.

As correlações entre as características estudadas e a maturidade óssea, apresentadas no Quadro 2, comprovam essas tendências. Assim, uma cor de gordura mais amarelada era associada (P < 0,01) à maturidade mais avançada (r = 0,47), e a marmorização e a cor do LD, ambas avaliadas na 5^a costela, foram significativamente (P < 0,05) e positivamente correlacionadas com a maturidade óssea. As outras correlações do Quadro 2 foram geralmente baixas e não significativas.

QUADRO 2. Correlações entre a maturidade óssea (USDA) e as características qualitativas da carcaça de novilhos Zebu.

Características	Coefficiente de correlação simples
Cor da gordura externa	0,47**
Marmorização do LD na 12 ^a costela	0,31
Marmorização do LD na 5 ^a costela	0,36*
Cor do LD na 12 ^a costela	0,34
Cor do LD na 5 ^a costela	0,36*
Textura do LD na 12 ^a costela	0,21
Textura do LD na 5 ^a costela	0,19
Gordura intramuscular, %	0,34

* (P < 0,05); ** (P < 0,01).

Em trabalhos anteriores também foram detectadas tendências para carne mais escura (24, 26, 28) e de textura mais grossa (28) com o avanço da maturidade. Igualmente como neste estudo (resultados não apresentados nos Quadros), correlações baixas e não significativas entre cor da carne e maciez e entre textura e maciez também foram encontradas na literatura (12, 23, 26).

Nenhuma diferença (P > 0,05) foi encontrada entre os grupos nas comparações de força de cisalhamento (WB) ou na avaliação organoléptica (maciez, sabor e suculência) (Quadro 3) dos bifes do LD, maturados durante 7 ou 21 dias.

Diferindo destes resultados, TUMA *et alii* (26) relataram que a maciez subjetiva diminuiu e a força de cisalhamento aumentou com o avanço da idade, sendo que as maiores diferenças foram encontradas entre os grupos de 18 a 42 meses, em bifes avaliados 48 horas *post-mortem*. Outros pesquisadores (21, 23, 28) também relataram a mesma tendência para carne mais dura, com o aumento da idade dos animais. Contudo, BERRY *et alii* (5) concluíram que as diferenças entre grupos de maturidade A a E eram pequenas e geralmente não significativas.

BOUTON *et alii* (6) sugeriram que fatores tais como o peso e o acabamento da carcaça poderiam mascarar a influência da maturidade sobre a maciez da carne, por alterarem a velocidade de resfriamento da carcaça. Outros autores (18) verificaram uma alta correlação entre maciez e temperatura na primeira hora *post-mortem*, em um grupo de carcaças de novilhos Brahman de musculatura leve e pouca gordura. Isto está de acordo com um relato recente de LOCHNER *et alii* (17) sobre os efeitos deletérios de baixas temperaturas (2 a 4 horas *post-mortem*) sobre a maciez, mesmo que não ocorra o fenômeno já

QUADRO 3. Força de cisalhamento (WB) e propriedades organolépticas dos bifes do músculo *longissimus* (LD).

	G r u p o s			Signif. de F
	I	II	III	
LD maturado 7 dias^a				
Wb ^c , kg	5,0 ± 0,40	4,7 ± 0,33	5,1 ± 0,30	ns
Maciez ^d	5,3 ± 0,46	5,6 ± 0,30	5,4 ± 0,33	ns
Suculência ^e	5,0 ± 0,14	4,9 ± 0,23	5,1 ± 0,19	ns
Sabor ^f	5,6 ± 0,17	5,5 ± 0,13	5,7 ± 0,15	ns
LD maturado 21 dias^b				
Wb ^c , kg	4,5 ± 0,32	4,6 ± 0,27	4,4 ± 0,25	ns
Maciez ^d	6,3 ± 0,38	6,5 ± 0,29	6,4 ± 0,36	ns
Suculência ^e	4,8 ± 0,29	5,2 ± 0,30	5,0 ± 0,26	ns
Sabor ^f	5,8 ± 0,22	5,7 ± 0,20	5,9 ± 0,17	ns

ns (P > 0,05).

^aMaturado durante 7 dias em sacos de polietileno.

^bMaturado a vácuo durante 14 dias após os primeiros 7 dias *post-mortem*.

^cMedida no aparelho de Warner-Bratzler usando-se amostras cilíndricas de 1,27cm de diâmetro.

^d0 = extremamente dura; 10 = extremamente macia.

^e0 = extremamente seca; 10 = extremamente suculenta.

^f0 = extremamente brando; 10 = extremamente intenso.

bastante conhecido do "cold shortening" (encurtamento das fibras musculares por ação do frio). Neste estudo, as carcaças dos grupos II e III eram mais pesadas e de melhor acabamento do que as do grupo I. Assim, é possível que qualquer vantagem potencial do grupo jovem se tenha perdido em decorrência de um resfriamento mais rápido das carcaças deste grupo. Entretanto, como o declínio de temperatura das carcaças não foi monitorado, fica difícil comprovar tal hipótese.

Outros fatores, tais como o do aumento no teor de gordura intramuscular com o avanço da maturidade, podem ter contribuído para reduzir diferenças potenciais entre os grupos, no que tange à avaliação organoléptica e mecânica. De fato, a correlação entre o teor de gordura intramuscular e a força de cisalhamento ($r = -0,49$) foi significativa (P < 0,05, Quadro 4). CAMPION *et alii* (8) também verificaram uma correlação significativa (P < 0,01), embora mais

QUADRO 4. Correlações de força de cisalhamento (WB) e maciez do LD maturado durante sete dias com algumas características da carcaça^a.

Características	Coeficientes de correlação ^b	
	WB	Maciez
Marmorização do LD na 12 ^a costela	-0,30	0,25
Marmorização do LD na 5 ^a costela	-0,32	0,26
Gordura intramuscular, %	-0,49*	0,24

^aAs correlações com outras características da carcaça, não apresentadas no Quadro foram muito baixas e não significativas ($P > 0,05$).

^bCorrelações dentro de grupos com interpolação.

*($P < 0,05$).

baixa ($r = -0,22$) entre gordura intramuscular e força de cisalhamento, ou entre gordura intramuscular e maciez subjetiva ($r = 0,26$), em carcaças de novilhos de maturidade A. Esses autores chegaram à conclusão de que um mínimo de 2,9% de gordura seria necessário para assegurar uma qualidade organoléptica aceitável. Note-se que este nível não foi atingido no grupo I (maturidade A) deste estudo.

No que diz respeito à possibilidade de diferentes graus de maturação (nos sete dias decorridos entre o abate e a primeira amostragem) ter anulado qualquer vantagem potencial do grupo jovem, é impossível de se verificar com os dados disponíveis, contudo há na literatura tentativas de se estabelecer relações do tipo referido (7, 10, 14, 26).

A vantagem qualitativa (maciez) da carne embalada a vácuo no sétimo dia *post-mortem* e maturada durante 14 dias está evidenciada no Quadro 3. Embora as comparações entre sete e 21 dias não tenham sido submetidas à análise estatística, verifica-se que a maturação prolongada reduziu a força de cisalhamento e melhorou os valores de maciez subjetiva nos três grupos estudados. Estes resultados estão, portanto, de acordo com os de outros autores (1, 13) sobre o efeito da maturação durante 21 dias na maciez da carne bovina. Num dos trabalhos citados (13), a maturação durante 21 dias também propiciou melhoria da suculência e do sabor, mas aumentou as perdas de peso durante o cozimento, o que não encontra confirmação nos resultados deste trabalho. Ao contrário, aqui (Quadro 5) as perdas de peso foram menores nos bifes de 21 dias do que nos de sete dias de maturação, principalmente no grupo III, onde a perda total no cozimento (bifes de 21 dias) somada à perda de suco exsudado na maturação igualou a perda total de cozimento dos bifes de 7 dias de maturação.

A maior perda de peso por gotejamento nos grupos II e III (bifes de 7 dias) do que no grupo I (Quadro 5) pode ser explicada com base nas pequenas diferenças no teor de gordura intramuscular, anteriormente assinaladas, e na gordura subcutânea e intermuscular que, possivelmente, existiam mas não foram notadas quando as amostras foram cortadas. Em face do melhor acabamento das carcaças dos grupos II e III, é razoável pensar que mais gordura tenha restado nos bifes desses grupos, apesar dos cuidados de uniformização da gordura externa a 5mm de espessura.

QUADRO 5. Perda de peso no período de maturação e no cozimento.

Item	G r u p o s			Signif. de F
	I	II	III	
LD maturado 7 dias^c				
Perdas no cozimento, %				
Por evaporação	21,10 ± 0,92	21,14 ± 1,00	19,91 ± 1,16	ns
Por gotejamento	4,08 ^b ± 0,39	5,31 ^a ± 0,32	6,02 ^a ± 0,33	**
Total	25,18 ± 0,95	26,45 ± 0,85	25,93 ± 1,37	ns
LD maturado 21 dias^d				
Perda na maturação ^e , %	2,93 ± 0,31	2,92 ± 0,24	2,03 ± 0,35	ns
Perda no cozimento, %				
Por evaporação	20,32 ± 0,82	20,57 ± 1,10	19,73 ± 0,77	ns
Por gotejamento	3,65 ± 0,31	4,03 ± 0,31	3,76 ± 0,29	ns
Total	23,97 ± 0,92	24,59 ± 1,06	23,49 ± 0,75	ns

^{a,b} As médias seguidas de letras desiguais diferem entre si (P < 0,05).

^c Maturado durante 7 dias em sacos de polietileno.

^d Maturado a vácuo durante 14 dias após os primeiros 7 dias *post-mortem*.

^e Perda de peso após 14 dias de maturação em embalagem a vácuo.

** (P < 0,01).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, D.M.; HUNT, M.C.; KASTNER, C.L.; KROPF, D.H.; CHEN, V.; HARRISON, A. & SMITH, M.E. Improving grass-fed beef quality. *J. Anim. Sci.* **43**:236 (Abstr.). 1976.
2. AMSA. Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat. Amer. Meat Sci. Assoc., Chicago, Ill. 1978.
3. AOAC. Official Methods of Analysis (12th Ed.). Assoc. of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1975.
4. BARR, A.J.; GOODNIGHT, J.H.; SALL, J.P.; BLAIR, W.H. & CHILKO, D.M. SAS user's guide (1979 Ed.). SAS Institute Inc. Raleigh, NC., 464p., 1979.
5. BERRY, B.W.; SMITH, G.C. & CARPENTER, Z.L. Beef carcass maturity indicators and palatability attributes. *J. Anim. Sci.* **38**:507-514, 1974.
6. BOUTON, P.E.; FORD, A.L.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R.; RATCLIFF, D. & MORGAN, J.H.L. Influence of animal age on the tenderness of beef: muscle differences. *Meat Sci.* **2**:301-311, 1978.
7. ----- & HARRIS, P.V. The effects of some post-slaughter treatments on the mechanical properties of bovine and ovine muscle. *J. Food Sci.* **37**:539-543, 1972.
8. CAMPION, D.R.; CROUSE, J.D. & DIKEMAN, M.E. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. *J. Food Sci.* **40**:1225-1228, 1975.
9. COVINGTON, R.C.; TUMA, H.J.; GRANT, D.L. & DAYTON, A.D. Various chemical and histological characteristics of beef muscles as related to tenderness. *J. Anim. Sci.* **30**:191-196, 1970.
10. DAVEY, G.L. & GILBERT, K.V. Structural changes in meat during aging. *J. Food Techn.* **2**:57, 1967.
11. FELÍCIO, P.E. de; ALLEN, D.M. & CORTE, O.O. Rendimentos dos cortes cárneos brasileiros e norte-americanos segundo a maturidade da carcaça de novilhos Zebu. *Col. ITAL*, **12**:85-101, 1981/1982.
12. GOLL, D.E.; CARLIN, A.F.; ANDERSON, L.P.; KLINE, E.A. & WALTER, M.J. Effect of marbling and maturity on beef muscle characteristics. II. Physical, chemical and sensory evaluation of steaks. *Food Technol.* **19**:845-849, 1965.

13. GUTOWSKI, G.H.; HUNT, M.C.; KASTNER, C.L.; KROP, D.H. & ALLEN, D.M. Vacuum aging, display and level of nutrition effects on beef quality. *J. Food Sci.* **44**:140-145, 1979.
14. HERRING, H.K.; CASSENS, R.G.; SUESS, G.G.; BRUNGARDT, V.H. & BRISKEY, E.J. Tenderness and associated characteristics of stretched and contracted bovine muscles. *J. Food Sci.* **32**:317-322, 1967.
15. HINER, R.L. & HANKINS, O.G. The tenderness of beef in relation to different muscles and age of the animal. *J. Anim. Sci.* **9**:347-353, 1950.
16. KASTNER, C.L. & HENRICKSON, R.L. Providing uniform meat cores for mechanical shear force measurement. *J. Food Sci.* **34**:603, 1969.
17. LOCHNER, J.V.; KAUFFMAN, R.G. & MARSH, B.B. Early post-mortem cooling rate and beef tenderness. *Meat Sci.* **4**:227-247, 1980.
18. LUCKETT, R.L.; BIDNER, T.D.; ICAZA, E.A. & TURNER, J.W. Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. *J. Anim. Sci.* **40**:468-475, 1975.
19. MARSH, B.B. The basis of tenderness in muscle foods. *J. Food Sci.* **42**:295-297, 20.
20. NATIONAL LIVE STOCK AND MEAT BOARD. Meat Evaluation Handbook, Chicago, Ill, 70p., 1977.
21. PROST, E.; PELCZYNSKA, E. & KOTULA, A.W. Quality characteristics of bovine meat. II. Beef tenderness in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grade. *J. Anim. Sci.* **41**:541-547, 1975.
22. REAGAN, J.O.; CARPENTER, Z.L. & SMITH, G.C. Age-related traits affecting the tenderness of the bovine *longissimus* muscle. *J. Anim. Sci.*, **43**:1198-1204, 1976.
23. ROMANS, J.R., TUMA, H.J. & TUCKER, W.L. Influence of carcass maturity and marbling on the physical and chemical characteristics of beef. 1. Palatability fiber diameter and proximate analysis. *J. Anim. Sci.* **24**:681-685, 1965.
24. -----; ----- & -----, Influence of carcass maturity and marbling on the physical and chemical characteristics of beef. II. Muscle pigments and color, *J. Anim. Sci.* **24**:686-690, 1965.

25. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Statistical Methods (6th Ed.). Iowa State College Press. Ames.
26. TUMA, H.J.; HENRICKSON, R.L.; ODELL, G.V. & STEPHENS, D.F. Variation in the physical and chemical characteristics of the *longissimus dorsi* muscle from animals differing in age. J. Anim. Sci. **22**:354-357, 1963.
27. USDA. Official United States Standards for the Grades of Carcass Beef. Code of Federal Regulation. Food Safety & Quality Service, Washington, DC., 20p., 1975.
28. WALTER, M.J.; GOLL, D.E.; KLINE, E.A.; ANDERSON, L.P. & CARLIN, A.F. Effects of marbling and maturity on beef muscle characteristics. Food Technol. **19**:841-845, 1965.