

INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO DE CARNE BOVINA NA SOLUBILIDADE DO COLÁGENO E PERDAS DE PESO POR COZIMENTO

OLIVEIRA, Lidiane B; SOARES, Germano J. D; ANTUNES, Pedro L.

UFPEL/FAEM/Deptº. Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Campus Universitário - Caixa Postal, 354 - CEP 96010-900 - Tel. (0532) 757258 - Pelotas/RS, Brasil.
(Recebido para publicação em 11/05/98)

RESUMO

Estudou-se a influência do processo de maturação natural da carne bovina, relacionada com a solubilidade do colágeno e perdas de peso no cozimento. Utilizaram-se amostras de músculos *Biceps femoris* (patinho) e *Triceps braquial* (coração da paleta), excisados de cada meia carcaça e divididos em duas porções. Estas foram acondicionadas à vácuo e maturadas por 28 dias à 2°C. Em uma porção de cada corte, transcorrido o *rigor mortis*, realizou-se as análises físico-químicas (pH, umidade, proteína, solubilidade e perdas de peso por cozimento) e processo de cozimento até temperatura interna de 70°C. Enquanto que nos cortes maturados, as análises e o cozimento foram realizadas aos 14; 21 e 28 dias de maturação. A análise dos resultados obtidos indica que a maturação reduziu as perdas de peso por cozimento e aumentou gradualmente a solubilidade do colágeno até o 28º dia de maturação. Os músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* apresentaram diferença significativa frente ao processo de maturação em relação a solubilidade e pH.

Palavras-chave: maturação da carne, solubilidade do colágeno, *Biceps femoris* e *Triceps braquial*

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE MATURATION OF BOVINE MEAT IN THE SOLUBILITY OF THE COLLAGEN AND WEIGHT LOSSES FOR COOKING. It was studied the influence of the process of natural maturation of the bovine meat, related with the solubility of the collagen and weight losses for cooking. Samples of muscles *Biceps femoris* were used (duck) and *brachial Triceps* (heart of the palette), excisados of each stocking carcass and divided in two portions. These were conditioned to vacuum and conditioned for 28 days to for 2°C. In a portion of each court, elapsed the rigidity mortis, took place the analyses physical-chemistries (pH, humidity, protein, solubility and weight losses for cooked) and cooking process to internal temperature of 70°C. While in the courts conditioned, the analyses and the cooked they were accomplished at the 14; 21 and

28 days of maturation. The analysis of the obtained results indicates that the maturation reduced the weight losses for cooking and it increased the solubility of the collagen gradually to the 28º day of maturation. The muscles *Biceps femoris* and *brachial Triceps* presented difference significant front to the maturation process in relation to solubility and pH.

Key Words: maturation of the meat, solubility of the collagen, *Biceps femoris* and *brachial Triceps*

INTRODUÇÃO

O colágeno representa um terço, ou mais, das proteínas dos mamíferos (LEHNINGER, 1986), encontrando-se em todos os órgãos e tecidos, especialmente nos tendões e ligamentos e em menor proporção nos ossos e cartilagens (FORREST, ABERLE & HEDRICK, 1979; BAILEY, 1985, 1983). No músculo, o colágeno apresenta-se de três formas morfológicamente distintas: epimísio, feixe de fibras espessas que envolvem e separam os músculos; perimísio, composto de bainhas de fibras de colágeno que envolvem e separam grandes e pequenos feixes de fibras musculares e endomísio, camada de tecido conetivo que envolve individualmente as fibras musculares (MC CORMICK, 1994).

O tecido conetivo tem função estrutural de sustentação muscular, bem como, de separar diferentes músculos, distinguindo-se pela transmissão eficiente da força contrátil dos elementos musculares ao esqueleto, via tendões, dessa forma produzindo movimento (BAILEY & LIGHT, 1989; BAILEY, 1983). Para este propósito, este tecido é forte e resistente. O colágeno compõe aproximadamente 95% dos elementos fibrosos do tecido conetivo, enquanto os 5% restantes são compreendidos por elastina, proteoglicanos e glicoproteínas

Os músculos contém somente uma pequena quantidade de colágeno (2 - 10% do peso seco) (NIINIVAARA & ANTILA, 1973; BAILEY, 1985), mas este inflexível componente fibroso do tecido conetivo

exerce grande influência sobre a dureza da carne, encontrando-se também envolvido no encolhimento e, portanto, nas perdas de líquido durante o cozimento (LIGHT & CHAMPION, 1984). Sendo assim, a menor modificação observada no colágeno, pode resultar em benefícios significativos em relação a textura.

Muitos estudos tem mostrado que várias propriedades do colágeno, como: tamanho da fibra, tipo genético, conteúdo total e solubilidade do colágeno, que está intimamente relacionada com a natureza e integridade de suas ligações cruzadas, são importantes para determinar a contribuição desta proteína para a textura da carne (BAILEY, 1985). No entanto, estes estudos foram realizados somente em tecidos frescos, enquanto que, uma parcela cada vez maior das carnes são consumidas após um período de maturação.

Durante a maturação, a maior modificação proteolítica observada no músculo animal tem relação com o complexo de proteínas contráteis, o qual tem sido intensamente investigado, mas até recentemente poucos conhecimentos vem sendo elucidados sobre os efeitos bioquímicos e mecânicos deste processo sobre os componentes extracelulares e, em particular, sobre o colágeno (KRUGGEL & FIELD, 1971).

Há evidências de que *post mortem* ocorram transformações no tecido conectivo e estas sejam decorrentes da ação de proteases lisossomais (catepsinas) que atuam na degradação do colágeno durante a maturação (DUTSON, 1983; LAWRIE, 1977). As proteases lisossomais capazes de clivar colágeno nativo insolúveis para fragmentos solúveis são as catepsina B, L, N e S e o principal local de ataque destas enzimas é na região não helicoidal terminal da molécula de colágeno nativo, junto as ligações cruzadas intermoleculares. (Bailey & Etherington; Locnikar *et al.* citados por STANTON & LIGHT, 1988).

Decorrente do exposto, estudou-se a influência do processo de maturação natural dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* de bovinos, relacionado com a solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se músculos *Biceps femoris* (Patinho) e *Triceps braquial* (Coração da paleta) excisados das meias carcaças de 8 bovinos da raça Charolês, com peso entre 480-500Kg e idade de 30 meses. O abate dos animais foi realizado no frigorífico Extremo Sul, seguindo-se o procedimento convencional de manejo pré-abate e abate da Empresa, excetuando-se o uso da estimulação elétrica. Os músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial*, excisados de 16 meias carcaças, após o *rigor mortis* de 24h à 2 °C, foram divididos em 2

porções, pesando em torno de 1.800g cada. Seguiu-se a embalagem à vácuo, em sacos de polietileno e processo de maturação em câmara fria à 2°C por 14; 21 e 28 dias.

Cozimento: Foram cortadas três porções com 110g, de cada um dos 32 músculos, isenta de gordura externa e tecido conectivo epimysial, 24h *post mortem* e aos 14; 21 e 28 dias de maturação. As amostras, fechadas em sacos de polietileno de alta densidade, foram cozidas em banho-maria, cuja temperatura aumentou progressivamente de 30 até 75°C. Ao atingir 70°C no interior da carne, manteve-se por 30 minutos, seguindo-se resfriamento em água fria.

pH: Avaliou-se o pH em 10g de músculo homogeneizado em liquidificador com 60ml de água bidestilada, seguindo-se filtração e leitura em pH Metro Digimed.

Teor de proteínas: Determinou-se o teor de nitrogênio total dos músculos pelo método Kjeldahl, conforme AOAC (1984), multiplicando-se pelo fator 6,25 para conversão em proteína.

Umidade: Seguiu-se o método oficial da AOAC (1984), em estufa à 105°C, até peso constante.

Solubilidade: A solubilidade do colágeno, após cozimento dos cortes cárneos, foi determinada através do método de PENFIELD & MEYER (1975). Utilizou-se 5g de tecido muscular, previamente triturado em multiprocessador e homogeneizados com 50ml de água destilada (40°C) em homogeneizador Turrax, por 2 minutos. O homogeneizado foi centrifugado a 4.600 x g por 15 minutos e o volume do sobrenadante foi completado para 50ml, modificando-se o preconizado pela técnica, para obter-se alíquotas com maior concentração de hidroxiprolina na amostra e, deste modo, viabilizar a quantificação deste aminoácido pelo método I de Woessner (1961). Sobre o líquido perdido no cozimento, após centrifugação, retirou-se uma alíquota do sobrenadante e determinou-se hidroxiprolina.

O percentual de colágeno solubilizado foi calculado pela soma das 2 extrações (cortes cárneos e líquido).

Hidroxiprolina: Foi determinada segundo o procedimento I de WOESSNER (1961). O método inclui hidrólise ácida com HCl 6N durante 12 horas à 105°C, oxidação com cloraminaT 0,05M (p-toluenosulfocloramida de sódio) em solução de Woessner e formação de complexo de coloração vermelho-púrpura com p-dimetilaminobenzaldeído à 20%. O fator de conversão de hidroxiprolina em colágeno utilizado foi 7.25. Perdas de peso por cozimento: Utilizando-se amostras de carne cozidas, conforme citado acima, calculou-se o percentual de

perdas de peso das amostras, por diferença de pesagens, antes e após o cozimento, conforme AOAC (1984).

Delineamento estatístico: O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, segundo esquema fatorial (2x3 - cortes cárneos x tempos de maturação). Os resultados de proteína, colágeno e umidade foram submetidos a análise de comparação de médias pelo teste de Tukey. Para os demais resultados utilizou-se a análise de regressão

polinomial, seguido pelo teste de TuKey (ZONTA & MACHADO).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Proteína, colágeno e umidade

Na Tabela 1 são apresentados os teores de proteína, colágeno e umidade dos músculos bovinos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* 24h post mortem.

TABELA 1 – Proteína, Colágeno e Umidade dos músculos bovinos *Biceps Femoris* e *Triceps Braquial* 24h post mortem

PARÂMETROS (%)	MÚSCULOS	
	<i>BICEPS FEMORIS</i>	<i>TRICEPS BRAQUIAL</i>
PROTEÍNA	21,25 A	19,92 B
COLÁGENO	0,62 B	0,81 A
UMIDADE	74,75 B	75,40 A

Letras diferentes, maiúsculas, na mesma linha à direita, indicam médias de quatro repetições que diferem entre si à nível de 1%, pelo teste de Tukey.

Através dos resultados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que o teor de colágeno no músculo *Triceps Braquial* foi mais elevado que no *Biceps femoris*. Esta diferença pode ser atribuída, às variações na quantidade total de tecido conectivo dos músculos nas distintas regiões corporais e os músculos de locomoção contém mais tecido conectivo em relação aos de suporte, destacando-se os das regiões lombares e torácicas. FORREST, ABERLE & HEDRICK (1979)

No músculo *Biceps femoris* os valores encontrados em relação a variável colágeno foram semelhantes aos encontrados por (RITCHEY, COVER & HOSTETLER, 1963; ESPIRITO SANTO, 1996).

Os níveis de proteína e umidade apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) entre os músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial*, considerando-se pouco relevante sob o aspecto prático.

O teor de proteínas nos dois músculos bovinos

analisados podem ser comparados aos encontrados por NIINIVAARA & ANTILA (1973). Este autor citou que as proteínas representam 18 a 26% da massa muscular, classificando-se em sarcoplasmáticas, miofibrilares e proteínas do estroma ou tecido conjuntivo.

A umidade encontrada nos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* (74,75 – 75,40%), respectivamente, concordam com PARDI *et al.* (1993), que diz ser mais elevada nos músculos que desenvolvem maior atividade física, do mesmo modo que a proporção de água é menor nos mais ricos em gordura.

Solubilidade do colágeno

Pode-se observar na Figura 1, que o músculo *Biceps femoris* apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) em relação ao *Triceps braquial* frente a quantidade de colágeno solubilizado durante a maturação.

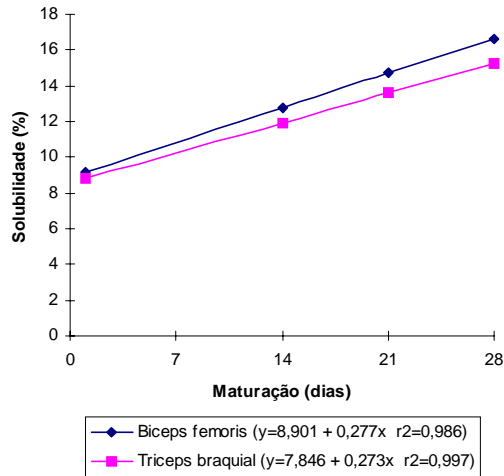


Figura 1 - Colágeno solúvel no cozimento dos músculos *Biceps Femoris* e *Triceps Braquial*, 24h post mortem e maturados durante 14, 21 e 28 dias

A diferença na solubilidade do colágeno entre os músculos, durante a maturação, também foi observada por Light *et al.* citado por STANTON & LIGHT (1987), que afirmam ser decorrente das variações no tamanho das fibras e feixes de fibras de colágeno destes músculos, que conduzem a maior ou menor eficiência das enzimas colagenolíticas na degradação das fibras desta proteína. Analisando-se o aumento do pH com o decorrer da maturação observa-se que no músculo *Biceps femoris* este aumento foi maior que no *Triceps braquial*, isto também indica que o processo de maturação ocorreu com mais intensidade no primeiro músculo e portanto a solubilidade do colágeno foi maior.

Nos músculos maturados a quantidade de colágeno solubilizado foi maior que nos não maturados e o aumento observado foi gradual até 28 dias de maturação. Estes resultados devem-se a ação proteolítica das catepsinas, liberadas ao meio extracelular e capazes de clivar colágeno nativo insolúvel a fragmentos solúveis com este processo Os valores de porcentagem de colágeno solúvel com o cozimento dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial*, 24h post mortem foram semelhantes aos encontrados por PAUL *et al.* (1973). Com 28 dias de maturação a porcentagem de colágeno solubilizado aproximou-se dos valores encontrados para carnes de vitelas, no estudo de LAWRIE (1977). Com isto pode-

se concluir que a maturação prolongada proporciona às carnes de animais com dois anos e meio maciez semelhante a de animais novos, quando analisada sob este aspecto.

Perdas de peso por cozimento e pH

Observa-se nas Figuras 2 e 3 que, houve decréscimo nos índices correspondentes as perdas de peso por cozimento e aumento nos valores de pH durante a maturação dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial*.

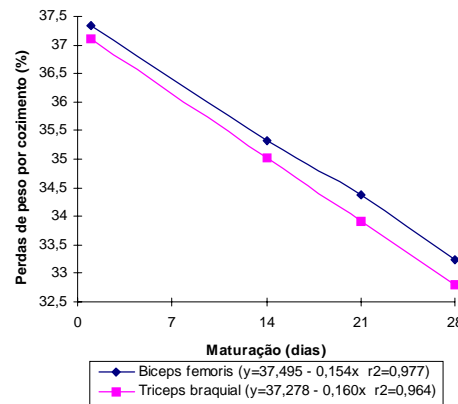


Figura 2 – Perdas de peso por cozimento dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* 24h post mortem e maturados por 14, 21 e 28 dias

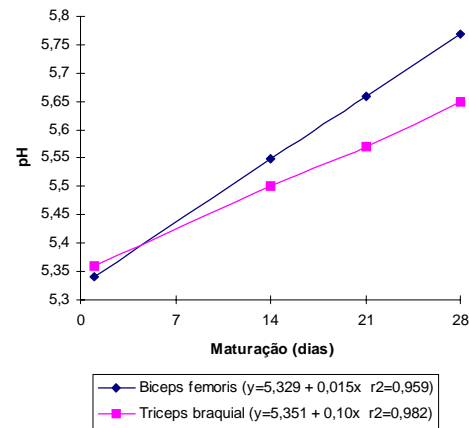


Figura 3 – pH dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* 24h post mortem e maturados por 14, 21 e 28 dias

Não há diferença estatística significativa ($p < 0,01$) nas perdas de peso por cozimento dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* tanto 24h *post mortem* como durante a maturação. Entretanto, o pH apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) entre eles.

Provavelmente, o mais pronunciado aumento de pH no músculo *Biceps femoris*, deve-se a maior susceptibilidade por este músculo ao ataque enzimático durante a maturação, processo este que aumenta a pressão osmótica do meio em consequência da degradação das proteínas a moléculas mais pequenas e a reorganização intramolecular destas proteínas que determinam modificações nas suas cargas elétricas (LAWRIE, 1977). Paralelo ao aumento do pH, modifica-se a relação íon-proteína, devido a liberação constante pelas proteínas musculares de íons cálcio e sódio e absorção de íons potássio, a partir das 24h *post mortem* (PARDI *et al.*, 1993). Estas modificações simultaneamente aumentam a capacidade de retenção de água da carne, explicando a diminuição das perdas de peso por cozimento com a maturação, pois os mesmos fatores que afetam a exsudação da carne crua também influem na capacidade de retenção de água da carne cozida.

A diminuição nas perdas de peso durante o cozimento também podem dever-se ao grau de gelatinização observado no colágeno com a maturação e a exposição dos músculos às proteases degradativas que causam danos no tecido conectivo intramuscular e na membrana básica envolvente dos tecidos, deste modo, limitando a habilidade do colágeno para encolher com o aquecimento e portanto reduzindo as perdas de líquido (BAILEY & LIGHT, 1989; BAILEY, 1985).

PIERSON & FOX (1976) e KRUGGEL & FIELD (1971), analisando as modificações no pH do músculo *Longissimus dorsi*, obtiveram valores de pH após 21 dias à 2°C semelhantes aos encontrados neste estudo.

ESPÍRITO SANTO (1996), obteve resultados semelhantes aos encontrados neste estudo para perdas de peso por cozimento nos músculos bovinos *Biceps femoris* (38,79%) e *Longissimos dorsi* (36,85%), 24 horas *post mortem*.

CONCLUSÕES

O processo de maturação natural dos músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* de bovinos, relacionado com a solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento, permite concluir que:

A solubilidade do colágeno aumenta gradualmente até o 28° dia de maturação;

As perdas de peso por cozimento diminuem durante o processo de maturação;

A solubilidade e pH dos músculos apresentam diferença significativa durante a maturação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association (14^a ed.) Association Official Chemists, Washington, DC, USA, 1984.
- BAILEY, A. J., LIGHT, N. D. **The Connective Tissue of Meat and Meat products**. Elsevier Applied Science, London, UK; 1989.
- BAILEY, A. J. The Role of Collagen in the Development of Muscle and its Relationship to Eating Quality. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 1580 – 87, 1985.
- BAILEY, A. J. **Recent Advances in Chemistry of Meat**. Bristol, (47), Cap. 2, 1983, 245p.
- DUTSON, T. R. Relationship of pH and temperature to disruption of specific muscle proteins and activity of lysosomal protease. **Journal Food Biochemistry**, v. 7, p. 223, 1983.
- ESPIRITO SANTO, M. L. P. **Colágeno e textura de carne bubalina e bovina**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas, 1996.
- FORREST, J. C; ABERLE, E. D; HEDRICK, H. B. **Fundamentos de Ciência de la Carne**: Zaragoza, Ed. Acribia., 1979.
- KRUGGEL, W. G. & FIELD, R. Soluble intramuscular collagen characteristics from stretched and aged muscle. **Journal Food Science**, v. 36, p. 1114-1117, 1971.
- LAWRIE, R.A. **Ciencia de la Carne**: Zaragoza, Ed. Acribia, 1977. 455p.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**: São Paulo, Ed. Savier, 1986, p.111 - 125,
- LIGHT, N., CHAMPION, A. N. Characterization of Muscle Epimysium, Perimysium and Endomysium Collagens. **Journal of Food Biochemistry**, Bristol, v. 219, p. 1017 – 1026, 1984.
- MCCORMICK, R. J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**, v. 36, p. 79-91, 1994.
- NIINIVAARA, F. P., ANTILA, P. Valor Nutritivo de la Carne. **Ciência e Tecnologia de la Carne, Teoria y Pratica**. Ed. Acribia, Zaragoza, Espanha, 1973, p. 364.
- PARDI, M.C.; SANTOS, L.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**: Goiânia, Editora UFG, 1993. 587p.
- PAUL, P. C *et al.*; Heat – induced changes in extractibility of beef muscle collagen. **Journal Food Science**, v. 38, p. 66 – 68, 1973.
- PENFIELD, M. P. & MEYER, B. H. Changes in tenderness and collagen of beef semitendinosus muscle heated at two rates. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 150-154, 1975.

- PIERSON, C.J. & FOX, J. D. Effect of post mortem aging time and temperature on pH, tenderness and soluble collagen fractions in bovine longissimus muscle, **Journal of Food Science**, v. 43, p 1206-1210, 1976.
- RITCHEY, S. J; COVER, S & HOSTETLER, R. L. Collagen Content and Its Relation to Tenderness of Connective Tissue in Two Beef Muscles. **Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 76 –79, 1963.
- STANTON, C., LIGHT, N. The Effects of Conditioning on Meat Collagen: Part 1- Evidence for Gross *in situ* Proteolysis. **Meat Science** v. 21, p. 249 – 265, 1987.
- WOESSNER, J. F. The Determination of Hydroxyproline in Tissue and Protein Samples Containing Small Proportions of this Imino Acid. **Archives of Biochemistry and Biophysic**, v. 93, p. 440-47, 1961.
- ZONTA, E. P., MACHADO, A. A. – SANEST – **Sistema de análise estatística para microcomputadores**, Pelotas, 1984.