

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n03a1072.1-7>

A carne bovina maturada a seco (*dry aging*): Revisão

Jéssica Geralda Ferracini^{*1}, Daniel Polli², Vinícius Kenji Tamehiro³, Ivan Lopes Serafim³, Beatriz Ligoski⁴, João Lucas Yuji Tamehiro⁵, Ivanor Nunes do Prado⁶

¹Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

²Zootecnista – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Dracena, São Paulo, Brasil.

³Zootecnista – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, Paraná, Brasil.

⁴Mestrado em Zootecnia. Instituto Federal Goiano. Rio Verde, Goiás, Brasil.

⁵Graduando em Medicina Veterinária. Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil.

⁶Professor da Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia. Maringá, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência, E-mail: jess.ferracini@gmail.com

Resumo. No Brasil, há predominância da participação da genética zebuína. Este fato associado à produção a pasto e ao fato de os animais manterem peso ou até perderem peso no período da seca e sua idade ao abate avançada são alguns dos fatores que fazem com que a carne desses animais seja menos macia, um atributo muito exigido pelos consumidores. Dessa forma, o processo de maturação é muito importante, pois é uma técnica que visa melhorar a maciez da carne, e praticamente toda a carne consumida nos dias atuais, passaram por algum nível de maturação até se formar o produto final. E dentro desse mercado, se tem a carne maturada a seco, que é o produto do envelhecimento da carne não embalada sob condições controladas de temperatura, umidade relativa e circulação de ar e apesar de um procedimento que envolve um alto custo, melhora a maciez e o sabor da carne. Mesmo não sendo um procedimento barato e exigindo uma carne de melhor qualidade, com determinado nível de marmoreio, esse tipo de maturação é muito interessante, principalmente quando consideramos os nichos de mercado. Visto a importância do processo de maturação para a qualidade da carne, o objetivo da presente revisão foi discorrer sobre os principais aspectos relacionados à maturação a seco ou “Dry aging”.

Palavras-chave: Carne bovina, maturação a seco, sensorial da carne

Dry aging meat cattle: Review

Abstract. In Brazil, there is a predominance of the participation of zebu genetics, this fact associated with production on pasture and the fact that the animals maintain weight or even lose weight during the dry season and their age at advanced slaughter are some of the factors that make the meat these animals have less tenderness, an attribute much demanded by consumers. Thus, the maturation process is very important, as it is a technique that aims to improve the tenderness of the meat, and practically all the meat consumed nowadays has undergone some level of maturation until the final product is formed. And within this market, there is dry matured meat, which is the product of aging unpacked meat under controlled conditions of temperature, relative humidity and air circulation and despite a procedure that involves a high cost, it improves tenderness and the flavor of the meat. Even though it is not a cheap procedure and requires better quality meat, with a certain level of marbling, this type of maturation is very interesting, especially when we consider market niches. Considering the importance of the maturation process for meat quality, the aim of this review was to discuss the main aspects related to dry maturation or “Dry Aging”.

Key words: Meat cattle, dry aging, meat sensorial

Introdução

A carne maturada a seco é o produto do envelhecimento da carne não embalada sob condições de temperatura controlada de 0 a -2° C, umidade controlada de 50 a 70% e ventilação controlada ([Perry, 2012](#)). Segundo Kim et al. ([2016](#)), esse processo melhora a maciez da carne e contribui para o sabor. No entanto, esse processo tem um alto custo, pois requer condições estritamente controladas, espaços maiores nas câmaras e causa perda de peso quando comparado a outros tipos de maturação ([Bernardo et al., 2020](#)).

A maturação a seco da carne bovina, normalmente é produzida com produtos de alta qualidade, como carnes de animais britânicos com alto grau de marmoreio. Todavia, a produção brasileira é marcada pela predominância de raças zebuínas, criados sob regime de pastejo e com baixo teor de marmoreio na carne ([Ferraz & Felício, 2010](#)). Devido ao fato da oferta de carnes de melhor qualidade serem limitadas e variar durante o ano, a carne bovina maturada a seco é um produto sazonal e caro.

Durante o processo de maturação a seco ocorre a quebra química das proteínas e dos constituintes da gordura, caracterizando um sabor mais intenso de nozes na carne. Além disso, durante o processo, as enzimas naturais da carne hidrolisam as proteínas e o tecido conjuntivo do músculo, o que resulta em uma carne mais macia ([Dashdorj et al., 2016](#); [Passetti et al., 2020](#)).

Apesar de ser uma novidade para algumas pessoas, o procedimento de maturação a seco existe comercialmente há mais de 100 anos em alguns países como Austrália, Estados Unidos e Argentina. Como esse processo é recente no Brasil, não existem protocolos de segurança e qualidade, nem mesmo uma legislação específica para regulamentá-lo. Dessa forma, há uma demanda de maiores pesquisas e informações sobre o processo, além de uma legislação que regule o processamento da maturação a seco. Nesse sentido, a presente revisão trata dos principais aspectos relacionados a maturação a seco da carne ou “Dry Aging”.

Revisão

A maturação é um processo natural de afrouxamento do músculo, que se inicia após o *rigor mortis* e prossegue até a autólise total se não for controlado. As maneiras de controlar são por resfriamento, congelamento, salga ou processamento da carne ([Felício & Pflanzner, 2018](#); [Zeola et al., 2007](#)). Nesse processo, há a ação de enzimas endógenas responsáveis pela maciez, as principais envolvidas são a calpaínas e as catepsinas, capazes de hidrolisar as proteínas miofibrilares ([Andrighetto et al., 2006](#)). As primeiras 24 a 36 horas, o processo é conhecido como “maturação sanitária”, na temperatura da câmara caindo de 10 a 2°C, quando ocorre o abaixamento do pH devido ao acúmulo de ácido lático na musculatura esquelética. Importante salientar que isso ocorre em condições ideais, ou seja, condições normais de alimentação e ausência de estresse no pré-abate ([Andrighetto et al., 2006](#); [Felício & Pflanzner, 2018](#); [Zeola et al., 2007](#)).

Transformação do músculo em carne

A carne, organização complexa de músculo esquelético, tecido conjuntivo e gordura, é resultado de uma série de reações físico-químicas ocorridas no tecido muscular a partir do abate, e determinam a qualidade do produto final ([Hiltz & Bishop, 1975](#); [Koochmaraie & Geesink, 2006](#)).

Após a morte do animal, há a interrupção do fluxo sanguíneo, que cessa também o aporte de nutrientes e a excreção de metabólitos. O tecido muscular, assim como os demais tecidos, continua exercendo suas funções metabólicas, na tentativa de manter homeostase, provavelmente ([Huff-Lonergan et al., 2010](#)). Após o abate, os processos bioquímicos no músculo são de degradação e ressíntese de ATP, principalmente. Três fontes de energia se tornam disponíveis, o ATP, a creatina fosfato (CP) e o glicogênio, sendo este último o principal para a glicólise ([Ceña et al., 1992](#)).

No animal recém-abatido o pH é em torno de 6,9 a 7,2, mas após a sangria, no momento em que a musculatura se torna anaeróbica devido à falta de sangue oxigenado, ocorre a queda do pH intracelular, devido ao consumo das reservas de glicogênio, creatina fosfato e ATP ([Rivaroli et al., 2017](#); [Torrecilhas et al., 2018](#)). A velocidade do consumo de ATP é o que vai determinar o consumo de glicogênio, este que leva a formação do ácido lático, e consequentemente a queda do pH. Em bovinos o pH inicial de 7

cai para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5-5,9 após 24 horas ([Jeremiah et al., 1985, 1991](#)). Esses níveis de pH abaixo de 6 garante a inativação do vírus da febre aftosa, parâmetro auditado pela inspeção federal como exigência para exportação para a União Europeia ([BRASIL, 2010](#)) e Rússia ([BRASIL, 2005](#)).

A rigidez cadavérica e maturação são processos assépticos, logo, a evolução do *post mortem* das carnes se faz na presença de microrganismos, com exceção de carnes esterilizadas por algum processo. O *post mortem* pode ser dividido em 3 estados: palpitante, rígido e tranquilo ou de relaxamento. O palpitante é uma fase de excitabilidade muscular, onde é possível observar contrações musculares desordenadas. Esse estado é mais curto em animais que sofreram estresse ao abate, onde há uma acidificação *post mortem* promovendo menor capacidade de retenção de água. O período de latência apresenta valores de extensibilidade do músculo iguais ao do momento de abate, sendo que esse período varia de acordo com as reservas energéticas do músculo, fadiga do animal ao abate e temperatura do ambiente. Se as reservas estão esgotadas ocorre um decréscimo rápido da extensibilidade e os músculos se tornam rígidos. No estado de relaxamento, as massas musculares amolecem e liberam um exsudado, tornam-se vermelho carregado na superfície e ao corte são mais claras e úmidas. Nesse início de maturação as propriedades sensoriais da carne começam a aparecer, como sabor e suculência.

Processo de maturação

Fatores como genética, uso de promotores de crescimento, velocidade de refrigeração, pH e temperatura de armazenamento afetam diretamente o processo de maturação da carne ([Costa et al., 2011](#); [Geesink et al., 2011](#); [Rotta et al., 2009](#)). A genética está associada aos níveis de atividade da calpastatina, que atua como inibidor da maturação ([Morton et al., 1999](#)). Animais zebuínos e animais que utilizaram promotores de crescimento exógenos, como anabolizantes hormonais, possuem maior atividade dessa enzima ([Curi et al., 2010](#)). O retardamento no processo de refrigeração contribui para evitar o encurtamento excessivo do músculo, aumentando a eficiência da maturação, esse atraso ocorre em animais com maior deposição de gordura subcutânea, pois esta gordura funciona como um isolante térmico. Com relação a temperatura de armazenamento, as enzimas envolvidas no processo de maturação dependem da temperatura para manter sua atividade. Quanto mais elevada a temperatura, maior será a atividade enzimática, e consequentemente a taxa de amaciamento da carne ([Felício & Pflanzner, 2018](#)).

A maturação em embalagem a vácuo, ou “Wet Aging”, é conservada pela exclusão do oxigênio da embalagem impermeável aos gases e à umidade, evitando assim o crescimento de bactérias patogênicas e controlam, dentro de limites de tempo, a proliferação de bactérias deterioradoras ([Felício & Pflanzner, 2018](#)). O controle de temperatura nesse tipo de maturação é controlado entre -1 e 2° C. Este método é o mais utilizado por vantagens associadas ao rendimento do produto, a produção e fatores microbianos ([Kim et al., 2018](#)).

O processo de maturação, mediado por enzimas, não tem ação, ou a tem ação mínima sobre as proteínas do tecido conjuntivo, como o colágeno. Dessa forma, todo incremento na maciez da carne durante a maturação, se dá por conta das proteínas miofibrilares, sendo o motivo para as empresas maturarem quase exclusivamente cortes da região dorso-lombar e pélvica, onde há menores teores de proteínas do tecido conjuntivo ([Felício & Pflanzner, 2018](#)).

Atualmente, sabe-se que a melhoria da maciez da carne se deve ao sistema de calpaínas, composto por proteases neutras dependentes de cálcio que atuam sobre as proteínas estruturais ([Yang et al., 2012](#)). Na fase *post mortem*, o desdobramento de alguma destas proteínas resulta no aumento da maciez da carne, entre 24 e 72 horas e após este período. A eficiência das proteases é diminuída pela ação da calpastatina, enzima que também é ativada pelo cálcio. Estudos vem mostrando que há uma atividade mais intensa da calpastatina em animais de origem zebuína ([Rubensan et al., 1998](#)), o que atrasa a proteólise, e assim inibe em partes a maturação, conferindo a característica destes animais terem menor maciez na carne quando comparados a animais taurinos.

Principais aspectos da carne “Dry Aging”

Os principais fatores a se considerados sobre a maturação a seco da carne são os dias de maturação, a temperatura de armazenamento, umidade e fluxo de ar. Segundo pesquisadores, as taxas mais

frequentes dos dias de maturação ficam em torno de 14 a 40 dias e parecem eficazes ([Hocquette et al., 2005](#); [Laster, 2007](#); [Passetti et al., 2020](#)). A temperatura relatada pela *Meat Industry Services Australia* (2010) em um período de aproximadamente quatro semanas a -0,5° C seria necessário para atingir o mesmo nível de maciez em duas semanas a 5° C e, independente da temperatura selecionada, a taxa de melhora da maciez é mais alta durante os primeiros estágios da maturação e diminui com o tempo ([Passetti et al., 2020](#)). A temperatura é crítica para o processo, pois afeta o funcionamento dos sistemas enzimáticos.

Com relação a umidade, se for muito alta as bactérias deteriorantes podem crescer e resultar em sabores estranhos ao produto final; porém, se a umidade for muito baixa, restringirá o crescimento bacteriano, promoveria maior perda de peso e a carne iria secar rapidamente, resultando em menor suculência ([Dashdorj et al., 2016](#); [Perry, 2012](#)). Uma umidade de 61% a 85% é recomendada no processo de maturação. No entanto, existem poucos estudos que comparam os níveis de umidade para a carne maturada a seco. Campbell et al. (2001) utilizaram um refrigerador com 75% de umidade e Warren & Kastner (1992) usaram na faixa de 78% de umidade.

Deve haver fluxo de ar no local do processo de maturação, pois se não houver a carne não poderá liberar a umidade necessária para atingir o processo de secagem; em contrapartida, com um alto fluxo de ar a carne seca rapidamente e aumenta perdas no produto final. Segundo a USMEF (2014), recomenda-se um fluxo de ar de 0.5-2.0 m/s e uma velocidade de 0.2-1.6 m/s. Esses fatores são mais críticos no início da maturação a seco.

Os aspectos microbiológicos da carne maturada a seco são muito importantes. O processo de maturação restringe o crescimento bacteriano e estimula o crescimento de fungos benéficos, como os bolores do *Thamnidium*, que são encontrados na superfície da carne. Esses microrganismos são importantes, pois as suas enzimas são capazes de penetrar na carne, eles liberam proteases e criam enzimas collagenolíticas que quebram o músculo e os tecidos conjuntivos, conferindo maciez e sabor a carne maturada a seco ([Dashdorj et al., 2016](#)). Os produtos cárneos maturados a seco devem ser submetidos a testes quanto ao mofo criado para validar o procedimento. Estratégias antibacterianas, como a luz ultravioleta e sistemas de filtragem de ar podem ser empregados no processo ([Perry, 2012](#)).

O principal efeito da maturação a seco é a concentração no sabor da carne. Durante o processo de maturação, os sucos são absorvidos pela carne e ocorre a quebra química das proteínas e dos constituintes da gordura, dando um sabor intenso de noz a carne ([Dashdorj et al., 2016](#)). À medida que a carne envelhece, há uma melhoria do sabor da carne, envolvendo açúcares redutores, liberação de aminoácidos livres, peptídeos e quebra de ribonucleotídeos. As enzimas da carne bovina quebram proteínas e em peptídeos e aminoácidos livres durante a maturação mais longa e são os aminoácidos alifáticos liberados que conferem o sabor doce contendo alguns átomos de enxofre (como cisteína e metionina) e também o glutamato e aspartato estão associados ao sabor umami ([Dermiki et al., 2013](#); [Ishiwatari et al., 2013](#)). Além destes aspectos, os carboidratos são decompostos em açúcares que proporcionam um sabor adocicado, enquanto a gordura se degrada a ácidos graxos aromáticos durante o processo de maturação. Todas essas características conferem a carne maturada a seco o sabor intenso da carne “dry aging” ([Dashdorj et al., 2015](#); [Perry, 2012](#)).

Com relação a suculência da carne, a maturação a seco, melhora esse aspecto ([Passetti et al., 2020](#)). Esse fato é atribuído à uma possível perda na capacidade de retenção de água, resultando em mais “suco” sendo liberado na mastigação. Os sabores da carne ficam mais concentrados com a perda de umidade causada pelo processo de maturação, o que aumenta a proporção de gordura no paladar ([DeGeer et al., 2009](#)).

O processo de maturação a seco impacta as porcentagens de rendimento total do produto final a ser comercializado. Além disso, o procedimento em si é caro, pois além da diminuição do rendimento, o processamento é mais demorado que a maturação úmida e a carne utilizada devem ter um certo grau de marmoreio. Devido a isso, mecanismos de precificação devem ser considerados para a comercialização desse tipo de produto. Segundo Smith et al. (2008), o preço desses bifes de lombo maturados a seco precisariam ser 19% mais altos para retornar o valor líquido de vendas e margem obtidas a partir da venda de bifes de lombo feitos por maturação úmida. No geral, a carne bovina maturada a seco custa cerca de 25% mais do que a carne maturada por meio úmido.

Considerações finais

É observado que a maturação a seco origina um produto de qualidade e com valor agregado. No entanto, são necessários cuidados no procedimento para que este atinja suas características sensoriais adequadas e para que seja um produto seguro para o consumo. Apesar de seu custo de produção ser superior ao da maturação úmida, a maturação a seco está sendo cada vez mais buscada e sendo demandada por um nicho de mercado.

Referências bibliográficas

- AMPC and MLA. (2010). *Australian Meat Processor Corporation and Meat & Livestock Australia. Meat technology update; Dry aging of beef.* 2010. http://www.ampc.com.au/site/assets/media/Factsheets/Food-Safety-Meat-Science-Market-Access-Marketing-Consumer/MTU_2010_Dry-aging-of-beef.pdf.
- Andrighetto, C., Jorge, A. M., Roça, R. O., Sartori, D. R., Rodrigues, É., & Bianchini, W. (2006). Maturação da carne bovina. *Revista Eletrônica de Veterinária*, 7(6), 1–6.
- Bernardo, A. P. S., Silva, A. C. M., Francisco, V. C., Ribeiro, F. A., Nassu, R. T., Calkins, C. R., Nascimento, M. S., & Pflanzner, S. B. (2020). Effects of freezing and thawing on microbiological and physical-chemical properties of dry-aged beef. *Meat Science*, 161, 108003. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108003>.
- BRASIL - Circular Nº 364, de 22 de novembro de 2010. Certificado Sanitário para a exportação de carne bovina “in natura”, destinada à União Européia. Esta circular cancela a de Nº 461/2010/CGPE/DIPOA. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 nov. 2010.
- BRASIL - Circular Nº 70, de 23 de março de 2005. Declaração Adicional ao Certificado Sanitário para exportação de carne bovina para a Rússia. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 mar. 2005.
- Campbell, R. E., Hunt, M. C., Levis, P., & E., C. I. (2001). Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. *Journal of Food Science*, 66(2), 196–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb11315.x>.
- Ceña, P., Jaime, I., Beltran, J. A., & Roncales, P. (1992). Postmortem shortening of lamb Longissimus oxidative and glycolitic fibers. *Journal of Muscle Foods*, 3(3), 253–260. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1992.tb00480.x>
- Costa, R. G., Santos, N. M., Sousa, W. H., Queiroga, R., Azevedo, P. S., & Cartaxo, F. Q. (2011). Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso: concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(8), 1781–1787.
- Curi, R. A., Chardulo, L. A. L., Giusti, J., Silveira, A. C., Martins, C. L., & de Oliveira, H. N. (2010). Assessment of GH1, CAPN1 and CAST polymorphisms as markers of carcass and meat traits in *Bos indicus* and *Bos taurus*–*Bos indicus* cross beef cattle. *Meat Science*, 86(4), 915–920. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.016>
- Dashdorj, D., Amna, T., & Hwang, I. (2015). Influence of specific taste-active components on meat flavor as affected by intrinsic and extrinsic factors: an overview. *European Food Research and Technology*, 241(2), 157–171. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2449-3>.
- Dashdorj, D., Tripathi, V. K., Cho, S., Kim, Y., & Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology*, 58(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0109-1>.
- DeGeer, S. L., Hunt, M. C., Bratcher, C. L., Crozier-Dodson, B. A., Johnson, D. E., & Sika, J. F. (2009). Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science*, 83(4), 768–774. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.017>.
- Dermiki, M., Phanphensophon, N., Mottram, D. S., & Methven, L. (2013). Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat. *Food Chemistry*, 141(1), 77–83. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.018>
- Felício, P. E., & Pflanzner, S. B. (2018). Maturação da carne bovina. *Revista Bovinos*, 12, 42–48.

- Ferraz, J. B. S., & Felício, P. E. (2010). Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84(2), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>.
- Geesink, G., Sujang, S., & Koohmaraie, M. (2011). Tenderness of pre- and post rigor lamb longissimus muscle. *Meat Science*, 88(4), 723–726. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.03.003>
- Hiltz, D. F., & Bishop, L. J. (1975). Postmortem glycolytic and nucleotide degradative changes in muscle of the atlantic queen crab (*Chionoecetes opilio*) upon iced storage of unfrozen and of thawed meat, and upon cooking. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 52(4), 453–458. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491\(75\)90217-5](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491(75)90217-5)
- Hocquette, J. F., Richardson, R. I., Prache, S., Medale, F., Duffy, G., & Scollan, N. D. (2005). The future trends for research on quality and safety of animal products. *Italian Journal of Animal Science*, 4(SUPPL. 3), 49–72. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33645815104&partnerID=40&md5=21376bffa8274328b57c065975cb09ef>
- Huff-Lonergan, E., Zhang, W., & Lonergan, S. M. (2010). Biochemistry of postmortem muscle — Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Science*, 86(1), 184–195. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.004>
- Ishiwatari, N., Fukuoka, M., Hamada-Sato, N., & Sakai, N. (2013). Decomposition kinetics of umami component during meat cooking. *Journal of Food Engineering*, 119(2), 324–331. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.040>
- Jeremiah, L. E., Martin, A. H., & Murray, A. C. (1985). The effects of various post-mortem treatments on certain physical and sensory properties of three different bovine muscles. *Meat Science*, 12(3), 155–176. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(85\)90015-4](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(85)90015-4)
- Jeremiah, L. E., Tong, A. K. W., & Gibson, L. L. (1991). The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. *Meat Science*, 30(2), 97–114. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(91\)90001-7](https://doi.org/10.1016/0309-1740(91)90001-7).
- Kim, Y. H. B., Kemp, R., & Samuelsson, L. M. (2016). Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat Science*, 111, 168–176. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.09.008>.
- Kim, Y. H. B., Ma, D., Setyabrata, D., Farouk, M. M., Lonergan, S. M., Huff-Lonergan, E., & Hunt, M. C. (2018). Understanding postmortem biochemical processes and post-harvest aging factors to develop novel smart-aging strategies. *Meat Science*, 144, 74–90. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.031>.
- Koohmaraie, M., & Geesink, G. H. (2006). Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74(1), 34–43.
- Laster, M. A. (2007). *Tenderness, flavor, and yield assessments of dry aged beef*. Texas A&M University.
- Morton, J. D., Bickerstaffe, R., Kent, M. P., Dransfield, E., & Keeley, G. M. (1999). Calpain–calpastatin and toughness in M. longissimus from electrically stimulated lamb and beef carcasses. *Meat Science*, 52(1), 71–79. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00150-8](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00150-8)
- Passetti, R. A. C., Macedo, F. A. F., Santos, G. R. A., Bonin, E., Vital, A. C., Ramos, T. R., Passetti, L. C. G., Ornaghi, M. G., Costa, I. C. A., & Prado, I. N. (2020). Sensorial, color, lipid oxidation, and visual acceptability of dry-aged beef from young bulls with different fat thickness. *Animal Science Journal*, 91(e-13498), 1–10. <https://doi.org/10.1111/asj.13498>.
- Perry, N. (2012). Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 78–80.
- Rivaroli, D. C., Ornaghi, M. G., Mottin, C., Prado, R. M., Ramos, T. R., Guerrero, A., Jorge, A. M., & Prado, I. N. (2017). Essential oils in the diet of crossbred (½ Angus vs. ½ Nellore) bulls finished in feedlot on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. *Journal of Agricultural Science*, 9(10), 205–212. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n10p205-212>.
- Rotta, P. P., Prado, R. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Visentainer, J. V., & Silva, R. R. (2009). The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass

- characteristics and beef composition and appearance: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(12), 1718–1734. <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.90071>.
- Rubensan, J. M., Felício, P. E., & Termignoni, C. (1998). Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18(4), 1–6.
- Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Harris, K. B., Miller, R. K., Griffin, D. B., & Savell, J. W. (2008). Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. *Meat Science*, 79(4), 631–639.
- Torrecilhas, J. A., Mottin, C., Ornaghi, M. G., Rodrigo, P. A. C., Valero, M. V., Souza, K. A., Zawadzki, F., Bridi, A. M., & Prado, I. N. (2018). Color and lipid oxidation of meat from young bulls finished in feedlot supplemented with clove or cinnamon essential oils. *Journal of Animal Science*, 95(Suppl-4), 179. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.363>.
- USMEF, Meat Export Federation of USA. Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets. 2014. <https://www.usmef.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/>
- Warren, K. E., & Kastner, C. L. (1992). A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. *Journal of Muscle Foods*, 3(2), 151–157.
- Yang, X., Chen, J., Jia, C., & Zhao, R. (2012). Gene expression of calpain 3 and PGC-1 α is correlated with meat tenderness in the longissimus dorsi muscle of Suta pigs. *Livestock Science*, 147(1–3), 119–125. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.04.011>
- Zeola, N. M. B., Souza, P. A., Souza, H. B. A., & Silva Sobrinho, A. G. (2007). Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102(563–564), 215–224.

Histórico do artigo:**Recebido:** 18 de novembro de 2021**Aprovado:** 21 de dezembro de 2021**Disponível online:** 28 de março de 2022**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.