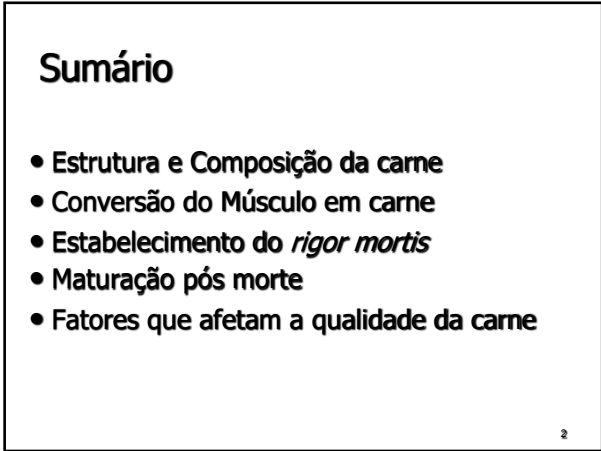
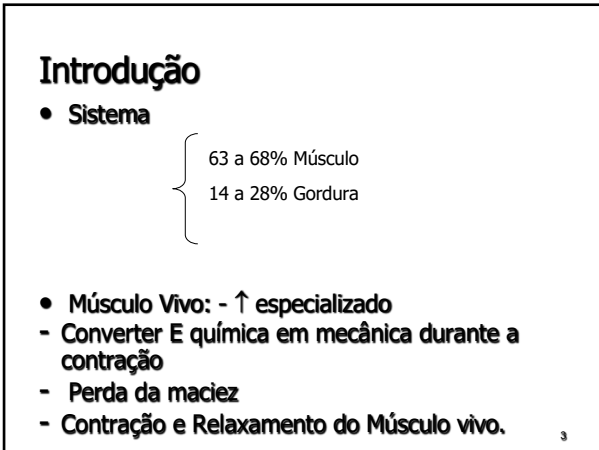




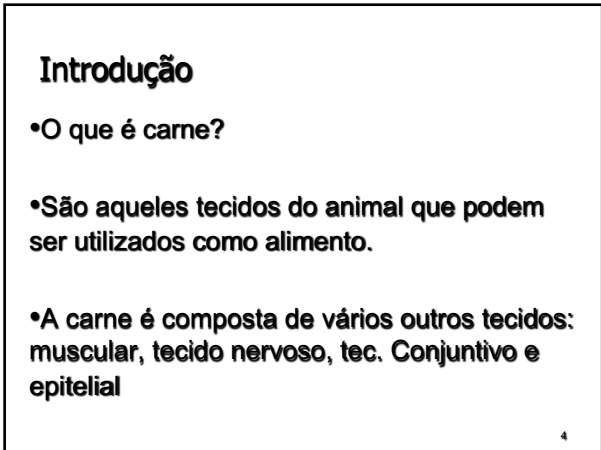
1



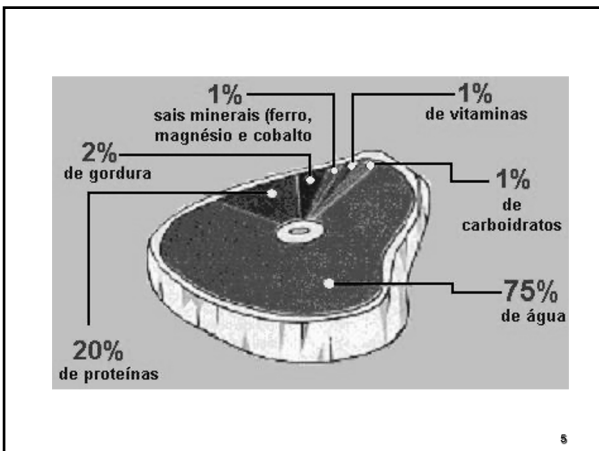
2



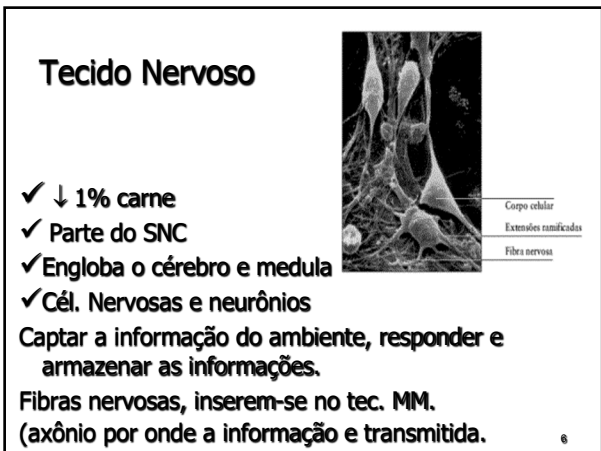
3



4

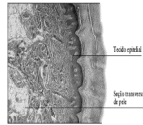


5



6

Tecido Epitelial



- ✓ Menos contribui em termos de qualidade
- ✓ Influência na formação do aroma, sabor e suculência → é fundamental em aves.
- ✓ Maior parte removida no abate
- ✓ Função – revestimento, sensibilidade e secreção de substâncias.

7

7

Tecido Conjuntivo

- ✓ Envolve, conecta e sustenta partes do corpo
- Tec. Conj fibroso**
Envolve os mm, as fibras formando feixes

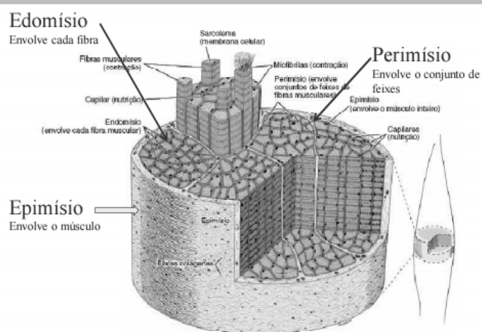
Tec conj. de suporte:

- ✓ Ossos e cartilagens – suporte estrutural

Tecido adiposo – tec conjuntivo especializado.

8

8



9

9

Tecido Conjuntivo

- **Matriz extracelular**
(fibras de colágeno e elastina e subst. fundamental glicosaminoglicanos e proteínas)
- **Células - fixas** : fibroblasto, cel mesenquimais, adipocitos, plasmocitos e macrófagos.
- **Transientes** : leucocitos e eosinófilos

10

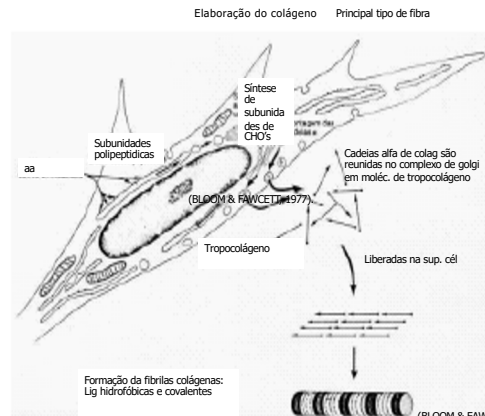
10

Tecido adiposo

- Armazenamento de e
- Isolamento térmico
- Proteção de órgãos internos

11

11



12

12

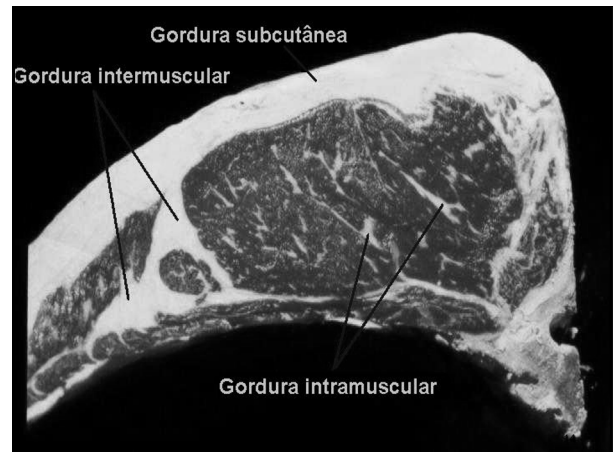
Tecido Adiposo

- ✓ Reservatório de E, modelação, isolamento térmico, fonte de calor.
 - ✓ Variável no organismo.
 - ✓ Aparece a partir de cél. Mesenquimatosas, resultando em adipoblastos e adipócitos.
- 2 tipos de tecido adiposo: branco e marrom (citocromos das mitocôndrias).
- O acúmulo de inúmeros adipócitos dá origem ao tecido adiposo, vulgarmente chamado de gordura.

}	- Subcutâneo	}	Genética
	- Intermuscular		Idade
	- Intramuscular		Manejo
			Sexo

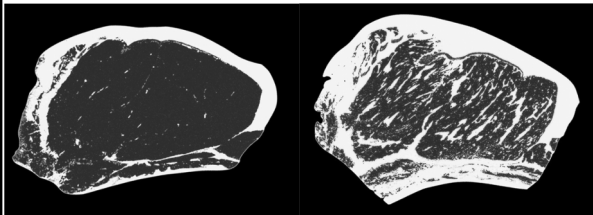
13

13



14

Teor de Gordura



15

15

Músculo Muscular Esquelético

- 35 a 65% do peso da carcaça
- Ligado à ossos, cartilagens, fâscias e pele
- O organismo possui mais de 600 MM.

16

16

Características de identificação dos músculos esquelético, liso e cardíaco

CARACTERÍSTICAS	MÚSCULOS		
	Esquelético	Liso	Cardíaco
Núcleo	Multinucleada	Mononucleadas	
Miosina	Presente	Ausente	
Actina	Ausente	Presente	
Retículo Sarcoplasmático	Bem Desenvolvido.	Pouco desenvolvido	
Sarcoplasma	H ₂ O, lipídeos, glicogênio, prot., cnn,	H ₂ O, lipídeos, glicogênio, prot., cnn	↑ glicogênio
Mitocôndrias	Abundantes, tamanho variável	Abundantes, tamanho variável	↑ e numerosas
Miofilamentos	Originam fibrilas, miofibrilas	Não Originam miofibrilas	Não originam L.T
Proteínas dos filamentos	Tropomiosina, troponina, Prot.M, Prot. C	Troponina e alfa-actina	Presente

Fonte: Luchiani, 2000.

17

17

Constituição do Músculo Esquelético

- 75 a 92% fibras
- Matriz extracelular, tec. Conjuntivo, fibras nervosas, vasos sg
- Unidade estrutural do MM → Fibra

18

18

Fibra

- Unidade estrutural do músculo
- Altamente especializada
- Longa, cilíndrica e multinucleada
- São agrupadas paralelamente:
- Formam feixes de fibras associados de vários modos.

19

19

Sarcolema

- Sarco=(*sarks*) → carne Lema → casca
- Membrana lipoprotéica, recobre cada fibra muscular.
- Forma invaginações → uma rede de túbulos: túbulos transversais, ou túbulos T.

20

20

Sarcoplasma

- Conteúdo do sarcolema
- Água, gotículas de gordura, grânulos de glicogênio e organelas.

Núcleos

- Número variável
- Localizados abaixo do sarcolema.

21

21

Estrutura da Miofibrila

- Prot. Contráteis - miosina (45%) e actina (45%)
- Prot. Regulatórias – troponina (5%) e tropomiosina (5%)
- Prot. do citoesqueleto – titina (10%) e nebulina (4%).

22

22

Proteínas dos miofilamentos

Actina

Miosina

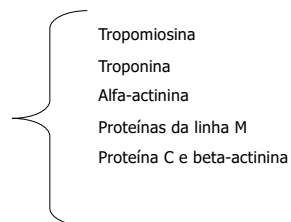
- Molécula com forma de bastão → projeção globular dupla (cabeça da miosina).

23

23

Proteínas dos miofilamentos

Proteínas Reguladoras



24

24

Tropomiosina e Troponina

- Representam juntas 16 a 20% das proteínas miofibrilares

✓ Tropomiosina

Responsável pela sensibilidade do sistema actomiosina ao cálcio, que resulta na contração.

✓ Troponina

Proteína receptora do cálcio

*Ambas associadas ao filamento de actina

25

25

Miofibrilas e Filamentos

Banda I



Linha Z Divide as bandas I

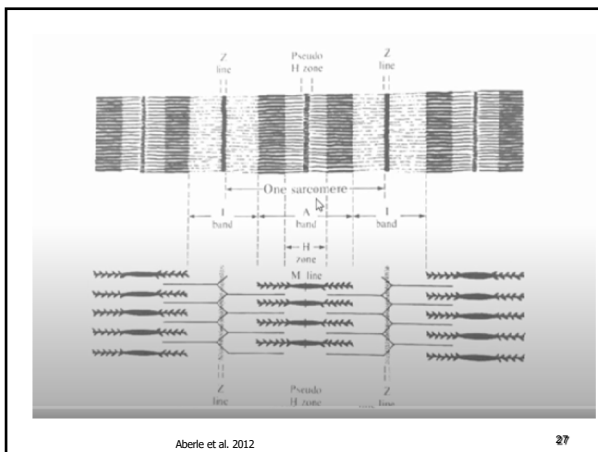


* Sarcômero

* Unidade estrutural repetitiva da miofibrila
Ciclo de contração e relaxamento

26

26

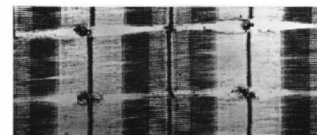


Aberle et al. 2012

27

27

Miofibrilla



Banda I Banda A Banda I

Caracterização do Músculo Estriado Esquelético

Bandas escuras: **Banda A** → Filamentos finos + grossos

Bandas claras: **Banda I** → Filamentos finos

28

28

Bioquímica da Contração Muscular

- Situação normal: a miosina não manifesta atividade ATPásica, mesmo na presença de ATP e íons Mg^{++} , íons Ca^{++} : retidos nos ret. sarcoplasmáticos → mm em repouso ou relaxado

Estado de Repouso

Sem pontes de actina-miosina

MM. gera tensão mínima

Permanece extensível

↓ Ca^{++} no fluido sarcoplasmático

Troponina e tropomiosina inibem a formação de pontes entre os filamentos de actina e miosina

29

29

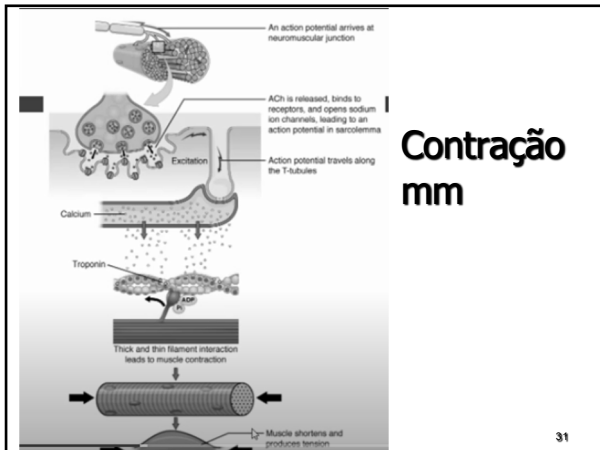
Estado de Repouso

Concentração alta de ATP que forma o complexo com o íon magnésio

Qdo a [] de Ca^{++} é ↓ e o complexo $Mg-ATP$ é ↑ a troponina e a tropomiosina impedem as pontes de actina e miosina

30

30



31

Início da contração

- Chegada de um impulso nervoso, ocorre uma despolarização de membrana
- Liberação de íons Ca^{++} pelo retículo sarcoplasmático, a miosina é ativada, hidrolizando o ATP:
- As cabeças da miosina formam pontes c/ os filamentos de actina, formando um complexo "actomiosina"
- Envolve: Actina, Miosina, Troponina e Tropomiosina

32

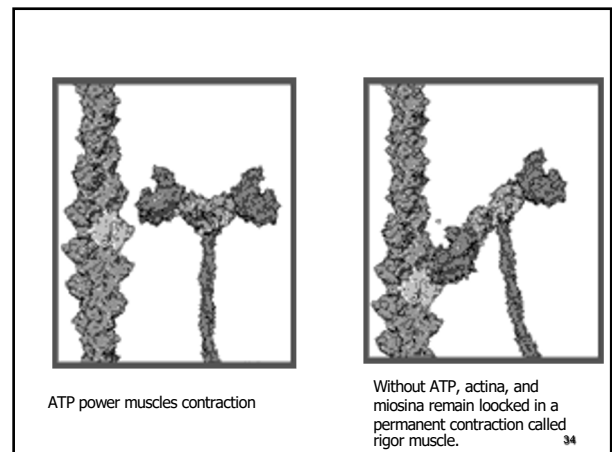
32

Contração

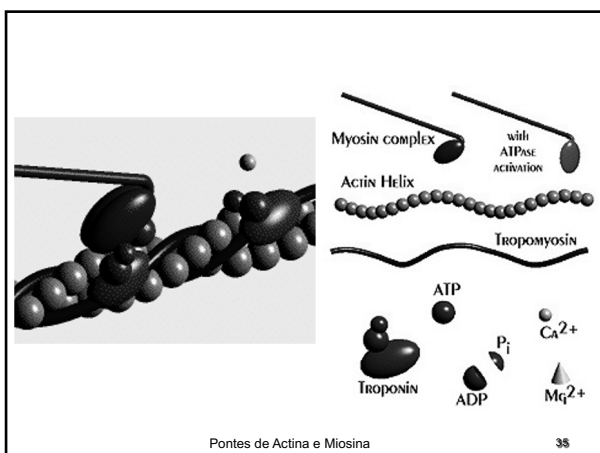
- Força de contração gerada pela mudança no ângulo de ligação da cabeça da miosina ao filamento da actina.

33

33



34



35

Bioquímica da Contração Muscular

- Quando ocorre interrupção da circulação sanguínea priva o músculo do aporte de oxigênio:
- Cessa a respiração e o transporte de O_2 celular
- O potencial de oxiredução passa de +250 a -50mV
- Ocorre a glicólise anaeróbica.

36

36

Bioquímica da Contração Muscular

- A contração cessa quando o retículo sarcoplasmático recupera os íons Ca^{++}
- Em repouso ou recuperação anaeróbica, o ácido láctico é utilizado no ciclo de Krebs, com produção de ATP e fosfocreatina.

37

37

Glicogênio → ácido láctico

- Normalmente produz H_2O , CO_2 , com $\text{ADP} \rightarrow \text{ATP}$

Conseqüências:

- As quantidades de ATP produzidas (glicólise anaeróbica e fosfocreatina) são insuficientes para compensar as perdas (ATPase sarcoplasmática) = esgotamento do ATP
- A produção de fosfato estimula a degradação do glicogênio
- A produção de ácido láctico abaixa o pH → inibição progressiva do sistema enzimático (ex: fosforilase) →

actina + miosina → **actomiosina**

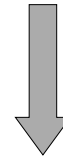
38

38

Conversão do Músculo em Carne

39

Homeostase



A manutenção do balanço fisiológico interno

Permite ao organismo sobreviver sobre as diferentes condições externas (T, estresse)...

40

40

Imobilização e Sangria

- Rápido. Sem estresse e sem dor. Além de minimizar o sofrimento do animal também irá auxiliar para que as alterações do pós-morte ocorram normalmente
- Marca o início do processo de uma série de alterações pós-morte que resultarão na transformação do músculo em carne.

41

41

Rigor Mortis

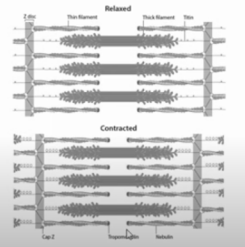
- Após a morte do animal, o mm. se contrai por um processo de gasto e recuperação de energia
- O mm. passa a utilizar a via anaeróbica
- Glicogênio → glicose → ác. láctico → ↓pH
- Formação do complexo irreversível actomiosina atingindo o *rigor mortis*
- Transformação do mm. em carne.

42

42

Rigor mortis

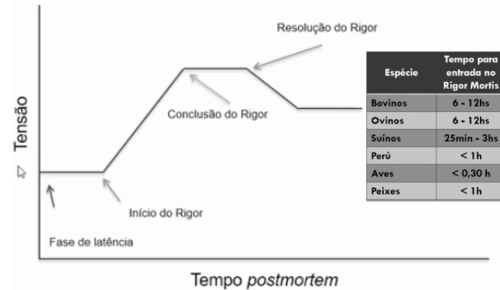
Resultado da formação de ligações cruzadas permanentes entre a actina e miosina ⇒ **actomiosina**



43

43

Tensão muscular



44

44

- Após a sangria, o mm mantém sua extensibilidade. Nenhuma ou poucas pontes de actomiosina estão presentes. Esta é chamada de fase retardada do *rigor mortis*
- Com a ↓ de creatina fosfato e glicogênio usados na formação de ATP, as pontes de actomiosina começam a se formar e o músculo começa a perder a extensibilidade: Estabelecimento do rigor
- Quando o ATP não pode ser mais formado, o músculo perde toda extensibilidade: Término do *rigor mortis*
- O tempo entre as várias fases é variável para as diferentes espécies.

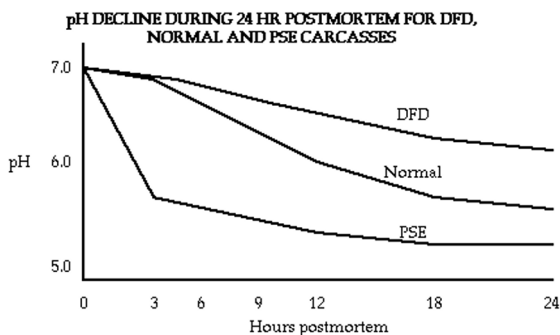
45

45

- A maior transformação que ocorre durante a conversão do músculo em carne é o *rigor mortis*: rigidez cadavérica, enrijecimento dos músculos após a morte
- Ocorre devido à formação de ligações permanentes entre os filamentos de actina e miosina, pelo mesmo mecanismo que forma a actomiosina durante a contração muscular
- Após a morte, o músculo não retorna a condição inicial de relaxamento, em razão da ausência de energia para quebrar as ligações de actomiosina.

46

46



Fonte: Judge et al. (1989).

47

47



48

48

Encurtamento pelo frio

- *Cold shortening*: ocorre quando a carne é resfriada rapidamente, entre 0 e 15°C, antes da instalação do processo de rigor mortis, também conhecido por rigidez cadavérica
- Carcaças pequenas e/ou pouca gordura de cobertura, câmaras de resfriamento com temperaturas muito baixas e/ou com altas velocidades de resfriamento aumentam essa incidência.

49

49

Efeito do encurtamento *M. Semitendinosus* bovino

Treatment	Aging period, d	Shear force, kg
Stretched	2	5.49 ^a ± 1.26
	10	4.59 ^c ± 1.25
Shortened	2	13.58 ^a ± 1.27
	10	10.91 ^b ± 1.27

Fonte: Weaver et al., 2008.

50

50

ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NA CARÇAÇA

- Forma de melhorar, principalmente a maciez, em músculos de ovinos, bovinos.
- Embora vários mecanismos sejam estimulados com a eletricidade, a base científica para esses acontecimentos ainda é pouco esclarecida.
- Um dos efeitos mais conhecidos da ES, é a aceleração da taxa de declínio do pH pós morte.

51



53

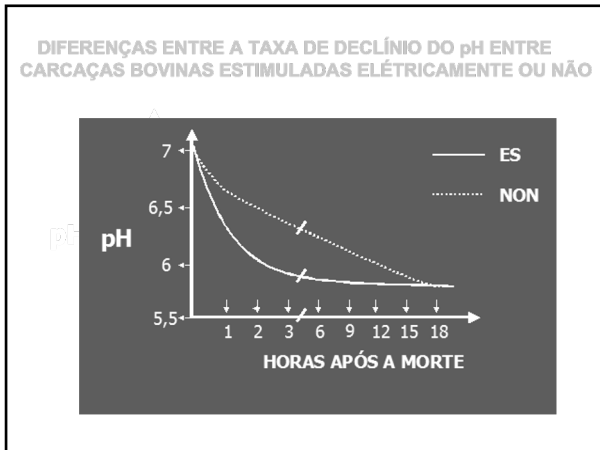
ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NA CARÇAÇA

- Prevenção do *cold shortening*, acelerando a glicólise e estabelecimento do rigor, antes que a temperatura atinja valores favoráveis ao encurtamento
- Acelerar a atividade proteolítica através da liberação do Cálcio, e,
- Destruição física da estrutura da fibra por meio da violenta contração muscular.

52



54



55

TABELA 1. Resultados da avaliação sensorial e instrumental de propriedades do músculo *Triceps brachii*, segundo a influência dos vários tratamentos.

Atributos	Propriedades			
	N = 18		N = 30	
	Maciez ¹	Suoculência ²	Qualidade Global ³	Força de Cisalhamento ⁴
Controle	5,39 (0,61)	6,68 (0,43)	7,18 (0,46)	6,40 (0,66)
Maturação 9 dias	5,90 (0,29)	6,26 (0,35)	7,22 (0,28)	7,02 (0,16)
Maturação 14 dias	6,50 (0,53)	5,56 (0,43)	6,66 (0,44)	5,83 (0,30)
Ácido acético 0,1 M	5,67 (0,37)	6,07 (0,29)	7,11 (0,35)	6,30 (0,14)
Ácido láctico 0,2M	6,13 (0,45)	6,54 (0,54)	6,26 (0,49)	6,87 (0,83)
Tenderização Mecânica	5,88 (0,44)	5,49 (0,35)	6,48 (0,28)	4,43 (0,23)
Estimulação Elétrica	6,63 (0,12)	6,37 (0,39)	7,86 (0,29)	5,62 (0,39)

N = número de amostras
¹ Média de escores para o atributo maciez (0 = extremamente duro e 10 = extremamente macio)

56

EFEITO DA EE NAS PROPRIEDADES DA CARNE

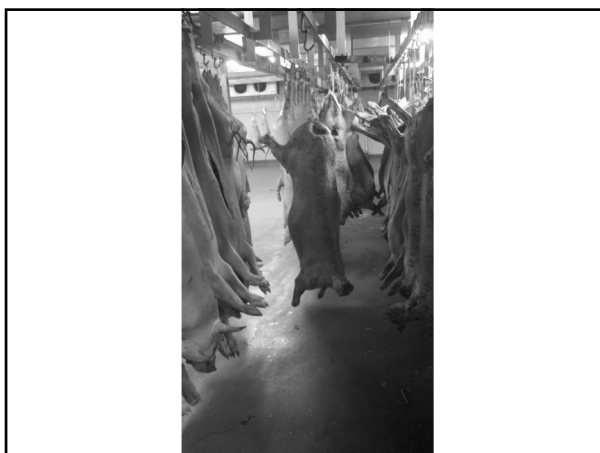
PROPRIEDADES	EFEITO
Maciez	aumenta
Cor do músculo	aumenta
Quality grade	aumenta
Marmorização	mais visível
Flavor	melhora
Período de maturação	diminui
Shelflife	aumenta
Estabelecimento rigor	acelera

57

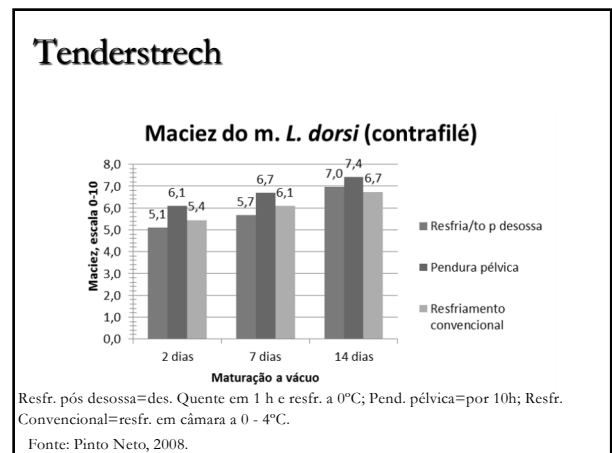
SUSPENSÃO PÉLVICA DA CARÇAÇA

- Consiste na tensão máxima no músculo *psaos major*, tornando-o mais macio.
- Eleva a tensão sobre diversos músculos do lombo e da perna, que os das carnes suspensas de forma tradicionalmente comercial (Forrest et al., 1979).

58



59



60

Após a rigidez cadavérica

A carne amacia com a maturação (melhora a textura)

Aumenta a capacidade de retenção de água nas células

Aumenta a solubilidade ds proteínas miofibrilares

O processo que causa essas alterações é chamado de **MATURAÇÃO**

Ocorre uma separação dos filamentos de actina da linha. Catepsinas (liberadas pelos lisossomas).

61

61

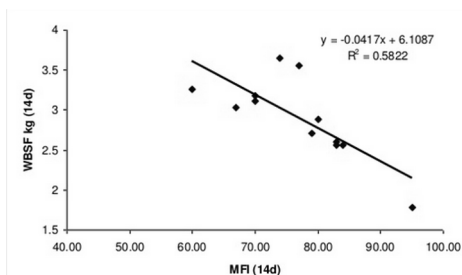
Maturação

- Degradação da linha Z da miofibrila, menor contração de sarcômeros,
- Enzimas proteolíticas: lisossomos (catepsinas B, D, H, L), citoplasma (calpaínas (micro e milimolar).
- Proteínas de choque térmico (HSP(27), caspases
- Calpastatina: inibidora da calpaína e responsável por 40% da variação da maciez.

62

62

Degradação miofibrilar e força de cisalhamento



63

63

Maturação a seco Dry Aging



- Cortes preferencialmente com osso Ex: porterhouse/T-bone.
- Selamento com alta barreira a T e umidade controlada.
- Desenvolvimento da maciez e do sabor.
- Requer tempo e espaço.

64

Dry aging *versus* wet aging of beef:

- Lombo 1°C e 83% de umidade.
- Dry ou wet aging : 48 amostras US choice e US select:14, 21, 28 ou 35 dias.
- Avaliar: Características sensoriais e FC.



Fonte: Savell et al., 2008

65

Tipos de fibras

- O *turnover* de proteínas e o sistema de deposição destas diferem entre os tipos de fibras (GARLICK et al., 1989).
- Diferenças quanto à taxa de crescimento podem ter impacto em um tipo de fibra específico. Portanto, a resposta diferencial dos tipos de fibras para as estratégias de crescimento em relação ao tamanho da fibra e a respectiva ocupação de sua área por tipos diferentes de fibras, pode ter impacto na qualidade de carne.

66

66

Tipos de fibras

- Tipo vermelha
 - Contração lenta
 - Metabolismo oxidativo
 - ↑ Mioglobina
 - ↑ Mitocôndria

67

67

Tipos de fibras

- Tipo II Branca
 - Contração rápida
 - Fibras com > níveis ATP e glicogênio
 - ↓ Mioglobina
 - ↓ Mitocôndria

68

68

- Peter et al. (1972):

- ✓ Fibras em SO (fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha),
- ✓ FOG (contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária) e
- ✓ FG (contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca).

69

69

Características Estruturais, Funcionais e Metabólicas das Fibras Vermelhas, Brancas e Intermediárias.

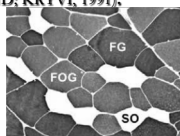
Característica	Vermelha	Interm.	Branca
• Cor	vermelha	vermelha	branca
• Teor mioglobina	alto	alto	baixo
• Diâmetro	pequeno	intermediário	grande
• Velocidade contração	lenta	rápida	rápida
• Ação	tônica	tônica	fásica
• No. mitocôndrias	alto	interm.	baixo
• Tamanho mitocôndrias	grande	interm.	pequeno
• No. capilares	alto	interm.	baixo
• Metabolismo oxidativo	alto	interm.	baixo
• Metabolismo glicolítico	baixo	interm.	alto
• Conteúdo lipídios	alto	interm.	baixo
• Conteúdo glicogênio	baixo	alto	alto
• Largura do disco Z	largo	interm.	estrito

Fonte: Luchiarí, 2000.

70

70

- MM. compostos predominantemente de fibras FG são mais suscetíveis à glicólise, ao desenvolvimento do *rigor mortis* e à proteólise que músculos compostos predominantemente por fibras SO.
- Muitos pesquisadores relataram uma relação inversa entre o diâmetro da fibra e a sua capacidade oxidativa.
- MM. envolvidos com a postura apresentam maior proporção de fibras SO que aqueles envolvidos com a movimentação dos animais (OTLAND; KRYVI, 1991).



71

71

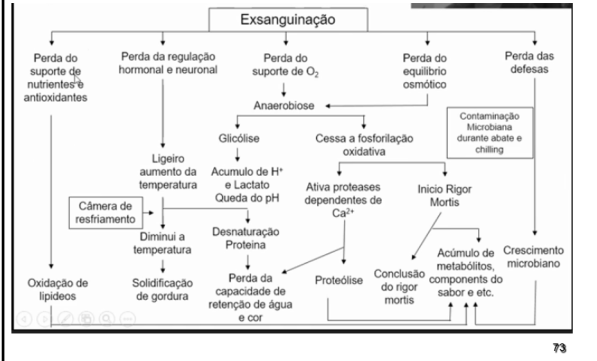
Fatores que influenciam no rigor mortis

- Transporte
- Repouso
- Insensibilização
- Suscetibilidade

72

72

Considerações Finais



73