



LZT5820 - Bioquímica e Metabolismo Animal

Valores de cisalhamento de amostras cruas de 14 músculos bovino e sua relação com as características do colágeno muscular

Gastón Torrescano¹, Armida Sánchez-Escalante¹, Begoña Giménez, Pedro Roncalés,
José Antonio Beltrán*

*Laboratory of Food Technology, Department of Animal Production and Food Science, Faculty of Veterinary Science, University of Zaragoza,
C/Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, Spain*

Paulo César Gonzales Dias Junior
Orientador: Evandro Maia Ferreira

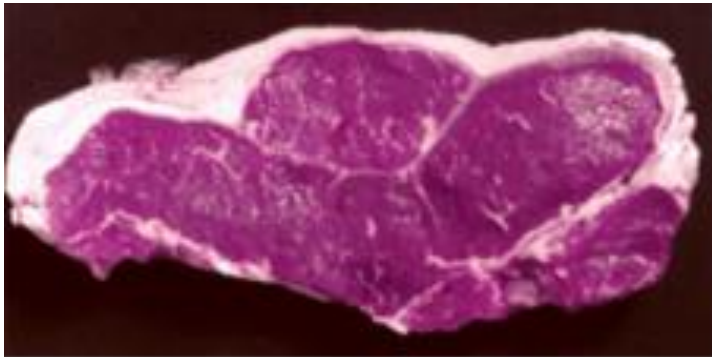
Piracicaba, 2019

INTRODUÇÃO

✓ Qualidade da carne:

- Cor;

- Textura.

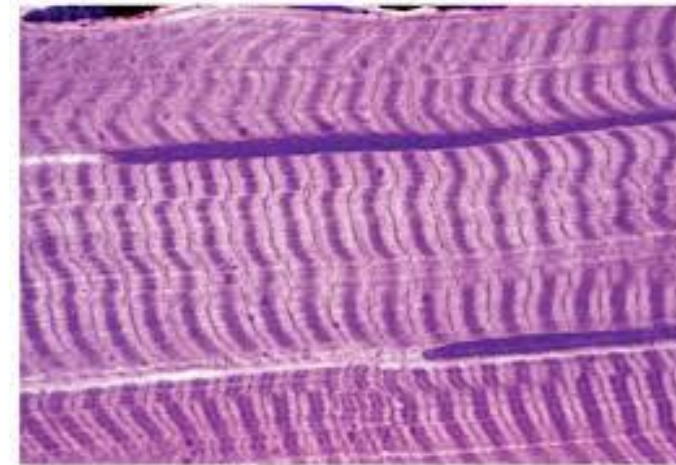
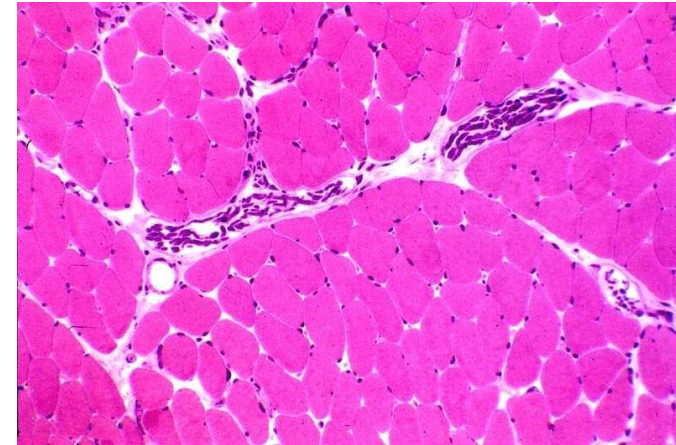
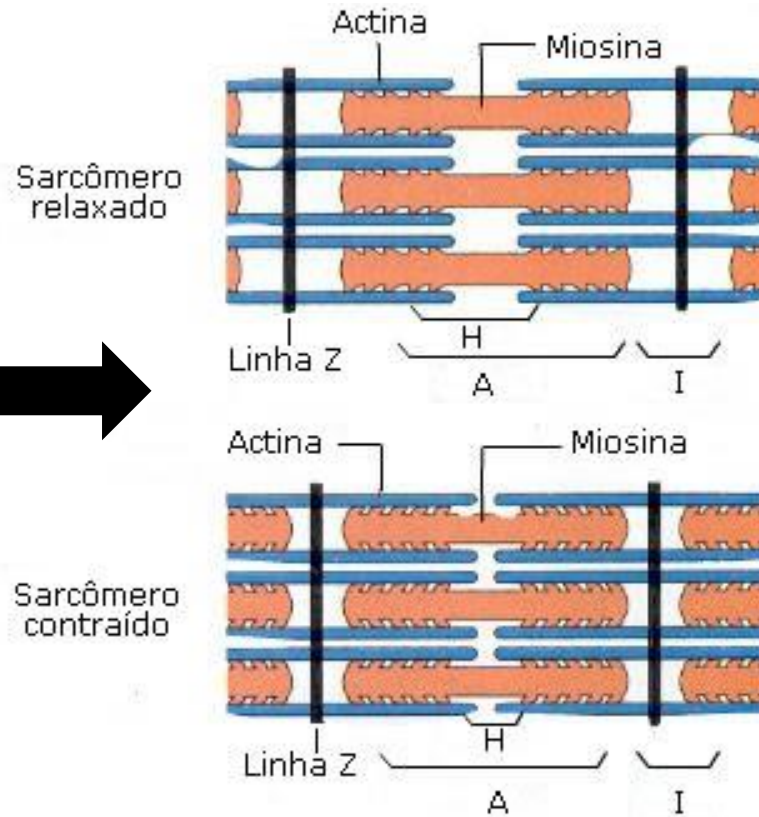


INTRODUÇÃO

✓ Maciez e propriedades mecânicas da carne:

- Tecido conjuntivo;
- Miofibrilas.

Proteínas contrateis



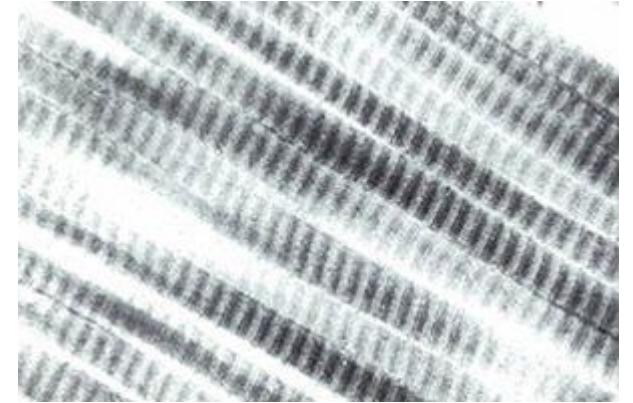
ENCURTAMENTO PELO FRIO

Marsh, 1977

INTRODUÇÃO

✓ Maciez e propriedades mecânicas da carne:

- Tecido conjuntivo → Colágeno;
- > dureza a carne.



*Pequenas variações na textura
dependem da qualidade e não da
quantidade de colágeno.*

(Bailey & Light, 1989)



INTRODUÇÃO

✓ Há clara correlação:

- Colágeno total e tenacidade da carne.

(Dransfield, 1977)

✓ Crescimento até o abate:

- Quantidade de colágeno;

- Solubilidade do colágeno.

(Bailey & Light, 1989)



Diferentes texturas nos variados cortes da carcaça.

INTRODUÇÃO

✓ Outros fatores que afetam a maciez:

- Suspensão das carcaças:
 - Tracionamento muscular → PESO;
 - Comprimento dos sarcômeros;
 - Força de cisalhamento.
- pH da carne:
 - Macias: $> 6,3$ e $< 5,8$.
 - Intermediária: $5,8 - 6,3$.

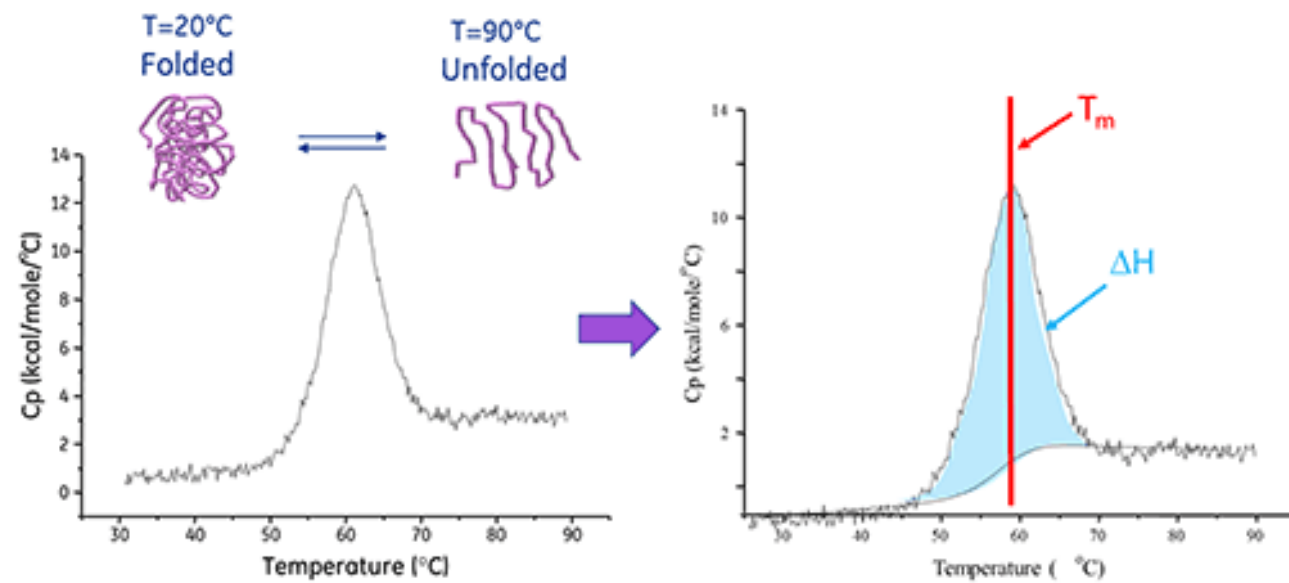
Yu e Lee (1986)



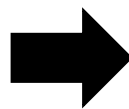
INTRODUÇÃO

✓ Calorimetria de varredura diferencial (DSC):

- Permite medir:
 - Transições térmicas;
 - Temperatura de desnaturação.



Quantidade de calor específico envolvido na desnaturação da proteína



*Tecido conjuntivo $\rightarrow$ $>$ temperatura
Tecido muscular $\rightarrow$ $<$ temperatura*

OBJETIVO

O principal objetivo deste estudo foi avaliar o conteúdo de colágeno total e insolúvel, comprimento de sarcômero, calorimetria de varredura diferencial, pH e parâmetros de cor de 14 músculos da carne bovina e sua relação com a textura da carne.

MATERIAIS E MÉTODOS

✓ 4 bovinos → Pardo Suíço:

- Idade: 485 ± 15 dias;
- Carcaça fria: ± 300 kg.

✓ Carcaças:

- Resfriadas → 11° C.

✓ 24 h post-mortem:

- 14 músculos foram removidos de cada carcaça.

MATERIAIS E MÉTODOS

✓Músculos coletados:

- Biceps femoral;
- Quadriceps femoral;
- Diafragma;
- Flexor digital;
- Glúteo médio;
- Infraespinhoso;
- Longissimus lumborum;
- Longissimus thoracis;
- Psoas maior;
- Peitoral profundo;
- Semimembranoso;
- Semitendinoso;
- Esternomandibular;
- Tríceps braquial.

MATERIAIS E MÉTODOS

✓ Análises:

- pH → 24 h post-mortem;
- Cor (L^* , a^* e b^*);
- Força de cisalhamento;
- Concentração de colágeno;
- Solubilidade do colágeno;
- Calorimetria de varredura por diferencial;
- Comprimento do sarcômero.

MATERIAIS E MÉTODOS

✓ **Análise estatística:**

- Diferenças entre as amostras:
 - ANOVA;
 - Teste de Duncan;
 - $P < 0,05$.
- Análise de correlação.
- Análise de Componente principal:
 - Características físicas e químicas estudadas;
 - Diferentes músculos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Table 1

Rank of 14 bovine muscles by Warner–Bratzler shear force, total collagen, insoluble collagen, sarcomere length and differential scanning calorimetry (DSC)

Muscle rank	Warner–Bratzler shear force (kg)	Total collagen (mgHyp/g wet tissue)	Insoluble collagen (mgHyp/g wet tissue)	Sarcomere length (μm)	DSC (T_2 °C)
1	<i>psoas major</i> 2.11a±0.39	<i>psoas major</i> 0.31a±0.04	<i>psoas major</i> 0.42c±0.05	<i>l. humborum</i> 1.71b±0.4	<i>flexor digitorum</i> 60.70c±0.72
2	<i>diaphragm</i> 2.24a±0.90	<i>l. thorecis</i> 0.51b±0.04	<i>l. thorecis</i> 0.45d±0.04	<i>diaphragm</i> 1.84c±0.2	<i>psoas major</i> 60.87cd±0.46
3	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>diaphragm</i> 0.49e±0.02	<i>triceps brachii</i> 1.87c±0.1	<i>gluteus medius</i> 60.89cd±0.6
4	<i>l. humborum</i> 2.35a±0.59	<i>gluteus medius</i> 0.59d±0.05	<i>l. humborum</i> 0.51f±0.06	<i>semimembranosus</i> 1.93cd±0.2	<i>triceps brachii</i> 61.13d±0.56
5	<i>gluteus medius</i> 3.68b±0.51	<i>semimembranosus</i> 0.60de±0.06	<i>gluteus medius</i> 0.52f±0.06	<i>diaphragm</i> 1.95cd±0.5	<i>sternomandibularis</i> 61.45e±0.84
6	<i>semimembranosus</i> 4.10c±0.79	<i>l. humborum</i> 0.61e±0.09	<i>semimembranosus</i> 0.57g±0.06	<i>triceps brachii</i> 2.05d±0.2	<i>pectoralis profundus</i> 61.64e±0.82
7	<i>infraspinatus</i> 4.24c±0.93	<i>quadriceps femoris</i> 0.68f±0.09	<i>flexor digitorum</i> 0.78i±0.02	<i>semimembranosus</i> 3.42h±0.3	<i>triceps brachii</i> 62.32f±0.39
8	<i>quadriceps femoris</i> 4.72d±0.89	<i>biceps femoris</i> 0.72g±0.05	<i>quadriceps femoris</i> 0.96k±0.09	<i>l. thoracis</i> 0.98k±0.05	
9	<i>semitendinosus</i> 4.79d±0.58	<i>semitendinosus</i> 0.77h±0.09	<i>sternomandibularis</i> 0.98k±0.05	<i>semitendinosus</i> 0.98k±0.05	
10	<i>triceps brachii</i> 5.42e±0.82	<i>sternomandibularis</i> 0.81i±0.07	<i>biceps femoris</i> 0.98k±0.05	<i>infraspinatus</i> 0.98k±0.05	
11	<i>biceps femoris</i> 5.46e±0.84	<i>triceps brachii</i> 0.94j±0.08	<i>semitendinosus</i> 0.98k±0.05	<i>l. thoracis</i> 0.98k±0.05	
12	<i>flexor digitorum</i> 5.93f±0.92	<i>pectoralis profundus</i> 0.96k±0.09	<i>pectoralis profundus</i> 0.98k±0.05	<i>l. thoracis</i> 0.98k±0.05	
13	<i>sternomandibularis</i> 6.32g±0.72	<i>infraspinatus</i> 0.98k±0.05	<i>infraspinatus</i> 0.98k±0.05	<i>l. thoracis</i> 0.98k±0.05	
14	<i>pectoralis profundus</i> 6.66h±0.66	<i>flexor digitorum</i> 1.15l±0.03	<i>triceps brachii</i> 0.78l±0.02	<i>psoas major</i> 3.42h±0.3	<i>diaphragm</i> 62.32f±0.39

**Dureza na carne crua → Colágeno;
Dureza na carne cozida → Miofibrila.**

(De Smet, Claeys, Buysse, Lenaerts, & Demeyer, 1998)

**Variações no colágeno total:
Subestimação do teor de hidroxiprolina;
Subestimação pelo método de preparação.**

Means within a column with a common letter are not significantly different ($P < 0.05$). Hyp = hydroxyproline. T_2 the peak maximum of temperature of transition.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Table 1

Rank of 14 bovine muscles by Warner–Bratzler shear force, total collagen, insoluble collagen, sarcomere length and differential scanning calorimetry (DSC)

Muscle rank	Warner–Bratzler shear force (kg)	Total collagen (mgHyp/g wet tissue)	Insoluble collagen (mgHyp/g wet tissue)	Sarcomere length (μm)	DSC (T_2 °C)
1	<i>psoas major</i> 2.11a±0.20	<i>psoas major</i> 0.21a±0.04	<i>psoas major</i> 0.18a±0.01	<i>l. lumborum</i> 1.57a±0.3	<i>flexor digitorum</i> 59.36a±0.88
2	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>l. thoracis</i> 0.38b±0.03	<i>gluteus medius</i> 1.59ab±0.2	<i>l. thoracis</i> 60.37b±0.92
3	<i>l. lumborum</i> 2.29a±0.91	<i>gluteus medius</i> 0.53c±0.08	<i>diaphragm</i> 0.39b±0.10	<i>biceps femoris</i> 1.6ab±0.2	<i>infraspinatus</i> 60.60bc±0.36
4	<i>l. lumborum</i> 2.29a±0.91	<i>gluteus medius</i> 0.53c±0.08	<i>l. lumborum</i> 0.42c±0.03	<i>quadriceps femoris</i> 1.71b±0.4	<i>l. lumborum</i> 60.70c±0.72
5	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>gluteus medius</i> 0.45d±0.04	<i>diaphragm</i> 1.84c±0.2	<i>psoas major</i> 60.87cd±0.46
6	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>semimembranosus</i> 0.49e±0.02	<i>triceps brachii</i> 1.87c±0.1	<i>gluteus medius</i> 60.89cd±0.6
7	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>flexor digitorum</i> 0.51f±0.06	<i>semimembranosus</i> 1.93cd±0.2	<i>triceps brachii</i> 61.13d±0.56
8	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>quadriceps femoris</i> 0.52f±0.06	<i>l. thoracis</i> 1.95cd±0.5	<i>sternomandibularis</i> 61.45e±0.84
9	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>sternomandibularis</i> 0.57g±0.06	<i>semitendinosus</i> 2.05d±0.2	<i>pectoralis profundus</i> 61.64e±0.82
10	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>biceps femoris</i> 0.60h±0.04	<i>infraspinatus</i> 2.21e±0.3	<i>semimembranosus</i> 61.66e±0.83
11	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>semitendinosus</i> 0.64i±0.03	<i>flexor digitorum</i> 2.39f±0.2	<i>quadriceps femoris</i> 61.68e±0.9
12	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>pectoralis profundus</i> 0.71j±0.04	<i>sternomandibularis</i> 2.55g±0.2	<i>biceps femoris</i> 62.02f±0.51
13	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>infraspinatus</i> 0.76k±0.08	<i>pectoralis profundus</i> 2.65g±0.3	<i>semitendinosus</i> 62.24f±0.47
14	<i>l. thoracis</i> 2.29a±0.91	<i>diaphragm</i> 0.53c±0.08	<i>triceps brachii</i> 0.78l±0.02	<i>psoas major</i> 3.42h±0.3	<i>diaphragm</i> 62.32f±0.39

Solubilidade do colágeno

Alta solubilidade:
Método de solubilização utilizado;
Dieta → grãos (50%);
>Energia → > Tecido conjuntivo.

16,24% a 55,32%

Comprimento do sarcômero:
Estão de acordo para carcaças
suspensas da maneira tradicional
(Tendão de Aquiles).

1,57 – 3,42 μm

Means within a column with a common letter are not significantly different ($P < 0.05$). Hyp = hydroxyproline. T_2 the peak maximum of temperature of transition.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Table 2

Measures of pH and colour (L^* a^* b^*) of 14 bovine muscles

Muscle rank	Muscle	PH	L^*	a^*	b^*
1	<i>gluteus medius</i>	→ 5.42a±0.06	41.2f±1.6	14.2d±1.4	15.1d±1.2
2	<i>longissimus lumborum</i>	5.49b±0.13	39.9e±1.1	15.0ef±1.3	14.0b±0.9
3	<i>semimembranosus</i>	5.50b±0.13	41.6g±1.5	15.4g±1.2	13.7b±1.2
4	<i>biceps femoris</i>	5.52bc±0.04	39.8de±1.5	10.5a±0.7	13.2a±1.1
5	<i>semitendinosus</i>	5.52bc±0.05	43.7h±1.4	12.5b±1.2	14.1b±0.8
6	<i>triceps brachii</i>	5.53bc±0.05	39.4d±1.2	14.8f±1.2	13.8b±1.1
7	<i>quadriceps femoris</i>	5.57cd±0.14	39.7d±1.3	12.3b±0.7	14.0b±1.1
8	<i>psoas major</i>	5.58de±0.09	38.7c±1.6	15.2g±1.2	14.0b±1.1
9	<i>pectoralis profundus</i>	5.62def±0.20	→ 36.1a±1.3	15.8h±0.9	→ 15.4d±0.6
10	<i>infraspinatus</i>	5.63ef±0.04	39.4de±1.6	13.4c±1.5	13.2a±0.9
11	<i>diaphragm</i>	5.65f±0.14	→ 37.0b±0.9	→ 18.0j±0.7	13.2a±1.1
12	<i>longissimus thoracis</i>	5.66f±0.06	41.0f±1.2	14.5ef±1.3	14.6c±0.9
13	<i>flexor digitorum</i>	5.67f±0.13	39.9e±1.4	17.4i±1.1	13.1a±1.0
14	<i>sternomandibularis</i>	→ 5.77g±0.16	39.7de±1.4	14.3de±1.3	→ 12.8a±0.9

Means within a column with a common letter are not significantly different ($P < 0.05$).

***Alta concentração de mioglobina;
Proporções de ferro heme → hemoglobina.***

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Table 3
Correlation coefficients of 14 bovine muscle traits^a

	WBSF	Tc	Ic	SL	DSC	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	pH
WBSF	1								
Tc	 0.723**	1							
Ic	 0.661**	 0.778**	1						
SL	 0.096	0.017	−0.201**	1					
DSC	0.083	−0.208**	0.123**	−0.104	1				
<i>L</i>	−0.075	−0.102	−0.001	−0.262**	−0.039	1			
<i>a</i>	−0.162**	0.033	−0.272**	0.237**	−0.227**	−0.370**	1		
<i>b</i>	−0.070	−0.135	−0.040	−0.050	0.017	0.020	−0.033	1	
pH	0.083	0.163**	0.004	0.234**	0.038	−0.196**	0.164**	−0.192**	1

^a Warner–Bratzler shear force (WBSF); total collagen (Tc); insoluble collagen (Ic); sarcomere length (SL); differential scanning calorimetry (DSC); colour values *L**, *a**, *b**; pH.
** Level of significance (*P* < 0.01).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

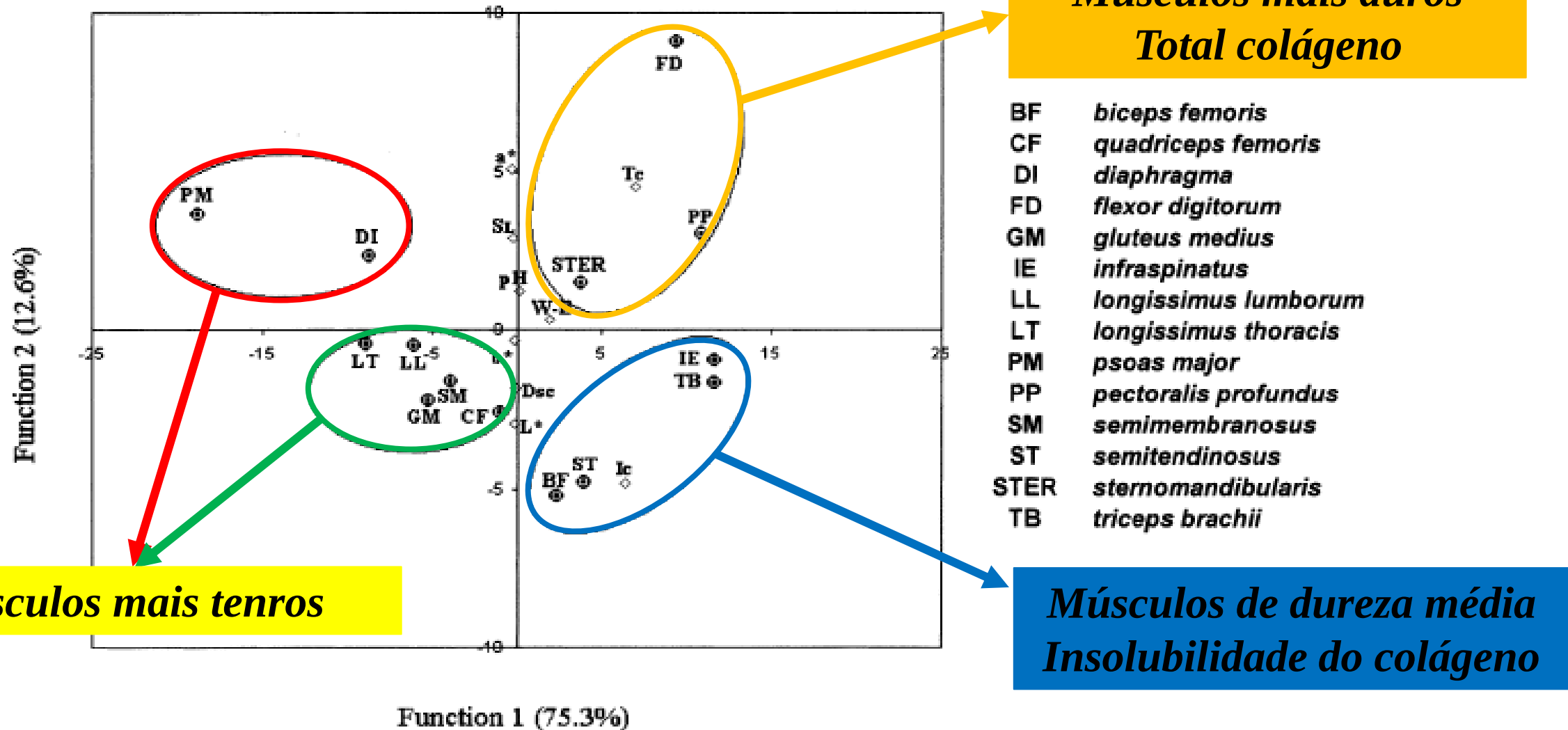


Fig. 1. Scatter plot of the discriminant analysis. W-B (Warner-Bratzler shear force); Tc (total collagen); Ic (insoluble collagen); SL (sarcomere length); DSC (differential scanning calorimetry); L^* , a^* , b^* (colour values).

CONCLUSÃO

- Valores de cisalhamento dos músculos da carne bovina crua foram correlacionados com valores de colágeno total e insolúvel para todos os músculos analisados.
- Diafragma cru, considerado um músculo inferior na maioria dos países, apresentou baixos valores de cisalhamento.

Obrigado