



**Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima**

**Avaliação da composição físico-química do músculo de vitelos da raça
Cachena em modo de produção biológico e convencional**

**Dissertação
Mestrado em Agricultura Biológica**

Alexandra Falcão de Araújo

Ponte de Lima, 2011



**Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima**

**(Avaliação da composição físico-química do músculo de vitelos da raça
Cachena em modo de produção biológico e convencional)**

Dissertação

Mestrado em Agricultura Biológica

Alexandra Falcão de Araújo

Orientador: Professor Doutor José Pedro Araújo

Co-orientadora: Doutora Preciosa Pires

Ponte de Lima, 2011

As doutrinas expressas neste
trabalho são da exclusiva
responsabilidade do autor

É a ti que eu dedico esta dissertação e estado de alma!

Fazes-me muita falta, Petruska!

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O sector da carne bovina	2
1.2. A raça Cachena	3
1.2.1. Carne Cachena da Peneda	4
1.2.2. Classificação de bovinos de raça Cachena abatidos por categoria	5
1.2.3. Área geográfica do estudo	6
1.2.3.1. Sistema de exploração em modo convencional	6
1.2.3.2. Sistema de exploração em modo biológico	8
1.3. Qualidade da carcaça	9
1.3.1. Composição da carcaça	9
1.3.2. Características da carcaça	10
1.3.2.1. Rendimento da carcaça	10
1.3.2.2. Conformação	10
1.4. Qualidade da carne bovina	12
1.4.1. Conceito de carne	12
1.4.2. Composição química da carne	12
1.4.3. Qualidade da carne	14
1.4.4. Atributos de qualidade da carne	14
1.4.4.1. pH	14
1.4.4.2. Cor	18
1.4.4.3. Capacidade de retenção de água (CRA) e perdas por gotejo (“drip loss”)	24
1.4.5. Lípidos	27
1.4.5.1. Mono, Di e Triacilglicerídeos	28
1.4.5.2. Efeitos dos ácidos gordos na saúde humana	34
1.4.5.3. Factores de variação da composição da gordura intramuscular	35
1. 5. Objectivos do trabalho	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1. Alimentos de origem vegetal fornecidos em MPB	43
2.1.1. Valor nutritivo da dieta alimentar	43
2.2. Material animal	44
2.2.1. Animais e manejo	44
2.2.2. Valorização objectiva da carcaça	44
2.2.3. Amostragem da carne	45

2.3. Métodos analíticos para a determinação dos atributos físico-químicos na carne	46
2.3.1. Perdas de água por descongelamento (perdas por gotejo)	46
2.3.2. pH	46
2.3.3. Cor	46
2.4. Composição química da carne	47
2.4.1. Determinação da humidade	47
2.4.2. Determinação da proteína	48
2.4.3. Determinação da matéria gorda total	48
2.4.4. Determinação das cinzas	48
2.4.5. Análise do perfil da gordura intramuscular	49
2.4.5.1. Preparação dos ésteres metílicos dos extractos de gordura	49
2.4.5.2. Análise do perfil de ácidos gordos	49
2.5. Análise estatística	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1. Dieta alimentar fornecida aos vitelos de raça <i>Cachena</i>	51
3.2. Valorização objectiva da carcaça de vitelos de raça <i>Cachena</i> em modo convencional (Vc) e biológico (Vb)	52
3.3. Determinação dos parâmetros físicos e químicos da carne de vitelos da raça <i>Cachena</i> em modo convencional e biológico	53
3.3.1. Efeito do modo de produção nos parâmetros físicos no músculo <i>L. thoracis</i>	53
3.3.2. Efeito do modo de produção na composição química no músculo <i>L. thoracis</i>	55
3.3.3. Efeito do modo de produção nos parâmetros físicos no músculo <i>L. thoracis</i> de vitelos abatidos no inverno	57
3.3.4. Efeito do modo de produção nos parâmetros químicos no músculo <i>L. thoracis</i> de vitelos abatidos no inverno	58
3.4. Determinação do perfil de ácidos gordos da carne de vitelos de raça <i>Cachena</i> em MPB	59
3.4.1. Ácidos gordos saturados	60
3.4.2. Ácidos gordos monoinsaturados	61
3.4.3. Ácidos gordos polinsaturados	62
3.4.4. Concentração dos ácidos gordos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA), no músculo <i>Longissimus thoracis</i> de vitelos em MPB	63
3.4.5. Rácios dos ácidos gordos	64
4. CONCLUSÃO	67
Bibliografia	69

AGRADECIMENTOS

Terminado este trabalho, venho exprimir o meu profundo agradecimento a todos aqueles que contribuíram de uma forma directa ou indirecta para a sua realização, estimulando ao mesmo tempo o meu interesse pelo conhecimento e pela ciência, o que se traduziu numa oportunidade ímpar de crescimento pessoal.

Ao criador Arnaldo Rouceiro pela disponibilidade, informações e colaboração prestada para a realização deste estudo.

Aos criadores Manuel Rouceiro e Esposa pela amizade, disponibilidade e ensinamentos.

Ao Professor José Pedro Araújo, orientador científico, por me ter deixado ir avante na teimosia do tema; pela colaboração directa que se traduziu na orientação e incentivo científico; pela revisão crítica do texto e por todos os conselhos, paciência e amizade manifestados durante todo o tempo que durou este trabalho e que o tornaram possível.

À Professora Preciosa, pela co-orientação científica deste trabalho, pela ajuda laboratorial prestada, pela leitura crítica e valiosas sugestões formuladas.

Ao Proprietário do Talho da Lapa Adriano Gonçalves Dias e funcionários pelo trabalho e paciência manifestada durante o estudo das carcaças e recolha de amostras de carne para posterior análise laboratorial.

À Associação de criadores da raça cachena, nas pessoas do Engenheiro Rui Dantas, das técnicas Cláudia Campos Vieira e Ana Chanla, pela ajuda prestada no fornecimento de dados e sua compreensão.

À Cooperativa de Arcos de Valdevez e Ponte da Barca, nas pessoas do Presidente José Carlos Ribas, da Engenheira Beatriz Cacho e Engenheiro Amândio Lago, pelos dados fornecidos e ajuda prestada.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que permaneceram junto de mim em especial, aos meus Pais e Família por “ainda” acreditarem no meu processo de vida; ao meu companheiro Tiago Stuart por todo o carinho e compreensão; ao João Bettencourt, Steve e Sónia Santos pela disponibilidade e ajuda prestada; à Sandra Costa e Anabela Antunes pela amizade e paciência; à Célia Pimentel, “minha rica amiga”, por nunca me ter abandonado e a todos os meus companheiros de Mestrado, por tudo mesmo!

RESUMO

A Cachena é uma raça bovina de alta montanha de reduzido porte e elevada rusticidade que se encontra em vias de extinção. A sua produção encontra-se associada a sistemas silvo-pastoris com utilização de brandas e inverneiras, indo de encontro aos princípios preconizados pela Agricultura Biológica. A avaliação da qualidade da carcaça e da carne e sua divulgação, contribuem para a valorização da raça em modo de produção biológico (MPB) e convencional (MC). O presente trabalho teve por objectivo o estudo de atributos da carcaça e da carne de vitelos da raça Cachena criados em MPB e em MC.

Neste estudo foram utilizados 10 vitelos machos de raça Cachena, 3 em biológico (Vb) e 7 em convencional (Vc), abatidos entre Março de 2010 e Janeiro de 2011, com idade compreendida entre os 7 e os 9 meses. Efectuaram-se medidas lineares na meia-carcaça esquerda, tendo-se determinado o pH, cor, capacidade de retenção de água (perda por gotejo), a composição química (humidade, proteína, lípidos totais e cinza) e o perfil dos ácidos gordos em amostras da 10^a costeleta do *Longissimus thoracis*.

As carcaças apresentaram pesos (Vc = 83.80 kg e Vb = 77.70 kg), com compacidade reduzida (ICCb=0.9 vs ICCb=0.8), e com pernas pouco espessas relativamente ao seu comprimento (ILTPc=3.7 vs ILTPb=3.9). Nos atributos físicos da carne não se detectaram diferenças significativas entre os dois modos de produção, salientando-se os elevados valores de luminosidade - L (40.46 Vc vs 42.2 Vb) e de índice de vermelho - a* (20.26Vc vs 22.07Vb). A carne dos vitelos Vb apresentou um teor em gordura superior ao Vc (2.65% vs 1.2%), não se tendo verificado diferenças no teor de proteína, humidade e cinzas. Resultados preliminares demonstraram que o efeito combinado entre a raça e o sistema de produção biológico, contribuíram para a produção de um padrão nutricional favorável à saúde humana, realçando-se os PUFA de cadeia longa, o conteúdo elevado de ácido oleico (35.67%) e CLA (0.62), e o rácio *n*-6:*n*-3 (3.96). No entanto o rácio de PUFA:SFA (0.11) foi inferior ao recomendado.

Os resultados relativos ao estudo do perfil dos ácidos gordos nesta raça terão que ser aferidos, prosseguindo a quantificação dos ácidos gordos num número superior de amostras ao que foi analisado neste trabalho.

Palavras-chave: Qualidade; vitelos; padrão nutricional; ácido gordo; PUFA de cadeia longa

ABSTRAT

The Cachena is a rustic breed of small cattle found high in the mountains which is near to extinction. They are raised in 'inverneiras' and 'brandas' fields according to the principles of organic agriculture. This evaluation of the quality of the carcass and the meat (and its promotion) demonstrates the value of the breed through both organic (MPB) and conventional (MC) means of production. The objective of this work was to study the attributes of the carcass and the meat of Cachena cattle raised through both organic and conventional methods.

Between March 2010 and January 2011, the carcasses of ten male Cachena cattle, aged between seven and nine months, were studied: three of which had been raised using organic methods (Vb) and seven using conventional methods (Vc). Detailed measurements were taken from the left side of the carcass, to determine pH, colour, water holding capacity (drip loss), the chemical composition (total moisture, protein, lipids and ash) and the fatty acid profile present in samples of 10^a of *Longissimus thoracis*.

The (average) weights of the carcasses were Vc = 83.8 kg and Vb = 77.7 kg, with reduced compactness (ICCc=0.9 vs ICCb=0.8), and with little thick legs relatively to its length (ILTPc=3.7 vs ILTPb=3.9). Although significant differences in the physical attributes of the meat between the two ways of production were not detected, there were notable differences in the values of luminosity (40.46 Vc vs 42.2 Vb) and of a* (20.26Vc vs 22.07Vb). The meat of the Vb carcass was more fatty than the Vc carcass (2.65% vs 1.2%), although differences in the moisture, protein and ash could not be verified. Preliminary results have demonstrated that the combined effect of the nature of the breed and the organic system of production, contributed to the production of a nutritional standard favourable to human health, having ascended the long PUFA of chain, the high content of oleic acid (35.67%) and CLA (0.62), and the ratio *n*-6:*n*-3 (3.96). However, the ratio of PUFA: SFA (0.11) was inferior to that recommended.

In order to reach meaningful comparative results in relation to the study of the profile of the acid fat present in this breed, a larger sample size is required of the one used in this study.

Key-words: Quality, calves; nutritional standard; fatty acids; long chain PUFA

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AA – ácido araquidónico

ACRC – Associação de criadores da raça cachena

AGs – Ácidos gordos

ALA – Ácido linolénico

CLA - Ácido gordo conjugado

CP - Comprimento da perna

CRA – Capacidade de Retenção de água

CTC - Comprimento total da carcaça

DFD – Escura, firme e seca

DHA - Ácido docosahexaenóico

DOP - Denominação de Origem Protegida

DPA - Ácido docosapentanoico

EDM – Entre Douro e Minho

EP - Espessura da perna

EPA – Ácido eicosapentaenóico

FAME – Ésteres Metílicos de Ácidos Gordos

GPPAA – Gabinete de Planeamento e Políticas Agro-Alimentar

HDL – Lipoproteína de alta densidade

ICCb – Índice de compacidade da carcaça produzida em modo biológico

ICCc – Índice de compacidade da carcaça produzida em modo convencional

ILTPb - Índice longitudinal transverso da perna da carcaça produzida em modo biológico

ILTPc - Índice longitudinal transverso da perna da carcaça produzida em modo convencional

LA – Ácido linoleico

LD – Longissimus dorsi

LDL – Lipoproteína de baixa densidade

L. thoracis – Longissimus thoracis

MPB – Modo de produção biológico

MC – Modo de produção convencional

MUFA – Ácido gordo monoinsaturado

n-3 – Ómega 3

n-6 – Ómega 6

n-9 – Ómega 9

pI - Ponto isoeléctrico
PIP - Profundidade interna do peito
PMP - Perímetro máximo da perna
PUFA - Ácido gordo polinsaturado
RZ - Registo zootécnico
SFA - Ácido gordo saturado
ST – semitendinosus
TAG - Triacilglicerideos
TFA – Ácido gordo trans
TVA - Ácido trans-vacénico
V - Vitela
Vb – Vitela biológica
Vc – Vitela convencional
Vs - Versus
Z – Vitelão
 α - Alfa
 α -**ALA** – Ácido alfa linolénico
 β - Beta
 γ - Gama
 ω 3 – Ómega 3
 ω 6 – Ómega 6
 ω 9 – Ómega 9

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Produção bovina nacional em MPB (Fonte: Gabinete de planeamento e políticas – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (2010)	2
Quadro 1.2 - Produção animal em MPB por regiões agrárias referentes ao ano 2008 Fonte: Gabinete de planeamento e políticas – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (2010)	3
Quadro 1.3 - Peso da carcaça e idade de abate da raça <i>Cachena</i> por categoria referentes aos anos 2008 e 2009, adaptado de Araújo et al. (2011)	5
Quadro 1.4 - Peso da carcaça e idade de abate por género das categorias “V” e “Z” na raça <i>Cachena</i> referentes aos anos 2008 e 2009, adaptado de Araújo et al. (2011)	6
Quadro 1.5 – Medidas lineares e nível de significância em carcaças de bovinos da raça <i>Rubia gallega</i> ; <i>Minhota</i> e <i>Parda Suíça</i>	11
Quadro 1.6 – Intervalo de variação da composição química da carne desde o estado embrionário até a idade adulta (Fonte: Pearson e Young, 1989)	12
Quadro 1.7 - Análise química (percentagem) do músculo <i>L. Thoracis</i> de novilhos de sete raças bovinas espanholas e uma portuguesa	13
Quadro 1.8 - pH do músculo <i>L. thoracis</i> da raça <i>Rubia gallega</i> , <i>Minhota</i> e <i>Parda suíça</i>	16
Quadro 1.9 - Intervalos de valores para os atributos de cor da carne bovina, adaptado de Muchenje et al. (2009)	20
Quadro 1.10 – Efeito do pH nos atributos de cor da carne, adaptado de Zang et al. (2005)	20
Quadro 1.11 - Cor da carne de bovinos de sete raças espanholas e uma portuguesa	21
Quadro 1.12 – Perdas por gotejo e por pressão na carne bovina, adaptado de Muchenje et al. (2009)	25
Quadro 1.13 – Valores de pH e de perdas por gotejo no músculo <i>L. thoracis</i>	26
Quadro 1.14 - Nomenclatura de alguns ácidos gordos (AGs) predominantes na carne dos ruminantes	29
Quadro 1.15 - Composição de ácidos gordos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de carne bovina convencional (n=6) e de carne bovina biológica (n=6) com idade entre 18 e 24 meses, adaptado de Walshe et al. (2006)	30
Quadro 1.16 – Valores dos ácidos gordos AA, EPA, DHA, DPA, do músculo <i>longissimus</i> de três raças portuguesas	32
Quadro 1.17 - Conteúdo de CLA na carne bovina, adaptado de Schmid et al. (2006)	33
Quadro 1.18 - Perfil dos ácidos gordos (percentagens do total dos ácidos gordos no músculo <i>Longissimus thoracis</i> e <i>lomborum</i>), adaptado de Muchenje et al. (2009)	37
Quadro 1.19 – Perfil dos ácidos gordos (g FA/100 g do total de ácidos gordos	38

identificados) no músculo *L. thoracis*

Quadro 2.20 - Número de amostras biológicas e convencionais utilizadas nas diferentes análises 46

Quadro 3.21 - Composição química da dieta em sistema MC e MPB (% RS) 51

Quadro 3.22 – Características da carcaça em função do modo de produção (Conv vs Bio) de vitelos de raça *Cachena* 52

Quadro 3.23 - Efeito do sistema de produção (Conv vs Bio) nos parâmetros físicos do músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena* 53

Quadro 3.24 - Efeito do modo de produção (Con vs Bio) na composição química do músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena* 56

Quadro 3.25 – Efeito do modo de produção nos parâmetros físicos no músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena* abatidos no inverno 57

Quadro 3.26 - Efeito do modo de produção nos parâmetros químicos no músculo *L. thoracis* de vitelos de raça *Cachena* abatidos no inverno 58

Quadro 3.27 – Perfil dos ácidos gordos (% m/m total AGs) do músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB 59

Quadro 3.28 - Ácidos gordos (% m/m total AGs) no músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB 63

Quadro 3.29 – Rácios dos ácidos gordos no músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB 64

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Amostras de espécies espontâneas consumidas pelo gado da raça <i>Cachena</i> (colheita em Julho de 2010)	43
Figura 2.2 - Medidas lineares da carcaça: CTC - comprimento total da carcaça; PEP - profundidade externa do peito; PIP - profundidade interna do peito; CP - comprimento da perna, EP - espessura da perna, PMP - Perímetro máximo da perna	45
Figura 3.3 – Efeito do sistema de produção (Conv vs Bio) na cor do músculo <i>L. Thoracis</i> de vitelos de raça <i>Cachena</i>	55
Figura 3.4 - Efeito do modo de produção (Con vs Bio) na composição química do músculo <i>L. Thoracis</i> de vitelos da raça <i>Cachena</i>	56
Figura 3.5 - Efeito do sistema de produção (Conv vs Bio) na cor do músculo <i>L. Thoracis</i> de vitelos de raça <i>Cachena</i> abatidos no inverno	58
Figura 3.6 - Efeito do modo de produção (Con vs Bio) na composição química do músculo <i>L. Thoracis</i> de vitelos da raça <i>Cachena</i> abatidos no inverno	59
Figura 3.7 - Rácios dos ácidos gordos no músculo <i>L. Thoracis</i> (n=3) em MPB	65

1. INTRODUÇÃO

A importância do sector agrícola está inteiramente associado à necessidade de produção e satisfação das populações, assim como, ao crescimento económico.

A desertificação humana das regiões desfavorecidas, o esgotamento e erosão dos solos, a poluição das terras e águas, a contaminação de produtos, entre outros, foram os principais motivos que levaram à procura de modelos de desenvolvimento sustentável. Neste contexto, o modo de produção biológico (MPB) está a ser reconhecido como um sistema de produção amigo do ambiente, porque se baseia em padrões de produção que têm por objectivo alcançar ecossistemas agrários que sejam social, ambiental e economicamente sustentáveis.

Diversas motivações estão por detrás deste crescimento da procura e oferta de produtos biológicos. Este crescente entusiasmo não está alheio aos problemas alimentares ocorridos na sociedade portuguesa, como por exemplo a “doença das vacas loucas”, a polémica em torno da comercialização de produtos geneticamente modificados, ou ainda a descoberta de nitrofuranos em aves (Trüniger, 2004).

A colocação no mercado de “Carne Biológica” satisfaz a procura acrescida de cada vez mais consumidores e, ao mesmo tempo, contribui para a preservação de importantes e limitados recursos. A certificação permite a comercialização dos produtos com indicações específicas na rotulagem quanto ao MPB. É uma forma de comunicação ao consumidor mais objectiva, que transmite o respeito por um conjunto de regras e ajuda a remeter um determinado valor ecológico desses produtos. Por sua vez, os consumidores têm a percepção que o bem-estar animal é um princípio essencial na pecuária biológica e, que muito valorizam, podendo esta característica fazer a diferença no momento da opção de compra (Napolitano, 2008).

Existem em Portugal condições muito favoráveis para a pecuária biológica, como as características naturais, o clima, os sistemas tradicionais extensivos baseados na utilização de pastagens e forragens, a disponibilidade de área, a existência de valiosos conhecimentos tradicionais e de sistemas de produção em que os animais estão bem adaptados (raças autóctones), retirando todo o potencial do animal, tanto a nível de sanidade como na qualidade física, química e organoléptica da carne.

O apoio aos produtos de qualidade baseados em modos de produção sustentável (caso do MPB) e nas produções regionais (caso dos produtos com indicação geográfica), torna-se essencial para preservar os recursos naturais, designadamente, os recursos genéticos, necessários à adaptação.

As raças de gado autóctones, criadas em sistemas tradicionais de produção de acordo com as regras de especificações de Denominação de Origem Protegida (DOP) aliado ao MPB encontram-se ainda muito limitadas. A composição de ácidos gordos nos triacilglicerídeos, com ênfase especial na contribuição dos ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa, *n*-3 e *n*-6, poderá servir como promotor qualitativo e económico para a viabilidade acrescida deste modo de promoção.

1.1. O sector da carne bovina

Na última década, tem havido um pequeno crescimento generalizado em quase todos os sectores da produção animal. No entanto, a produção nacional de carne de bovino em 2009 (103 mil toneladas), registou uma quebra de 5.1%, em relação a 2008. De facto, embora se tenha observado um aumento significativo da carne de vitelos (+10.1%), a produção de animais adultos decresceu 8.8%, devido, sobretudo, ao menor número de novilhos abatidos (INE, 2010). Esta situação, reflectiu a instabilidade do mercado aliada a uma quebra de consumo, agravada pelos efeitos da crise financeira e económica em 2009. A maior facilidade de importação de carne de bovino de países terceiros veio também criar dificuldades competitivas adicionais à produção nacional (INE 2010).

Em relação à produção bovina em modo biológico, Portugal tem ganho notoriedade nestes últimos anos. De acordo com os dados disponíveis até ao ano de 2008, o número de produtores aumentou consideravelmente no ano de 2007, assim como o seu efectivo animal. Em relação a 2008, o número de produtores decresceu em relação ao ano anterior, mas o efectivo total aumentou em 329 cabeças de gado bovino (Quadro 1.1).

Quadro 1.1 - Produção bovina nacional em MPB (Fonte: Gabinete de planeamento e políticas – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (2010).

	Efectivo			Produtores		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
			n.º			
Total	-	-	-	617	786	792
Bovinos	58968	68768	69097	366	494	476

Por região agrícola e no universo de 476 produtores nacionais de bovinos em MPB, Entre-Douro e Minho (EDM) apresentou 19 produtores com um total de 531 animais (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 - Produção animal em MPB por regiões agrícolas referentes ao ano 2008 (Fonte: Gabinete de planeamento e políticas – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (2010)).

	Total	Bovinos		Suínos		Caprinos	
	Produtores	Efectivos	Produtores	Efectivos	Produtores	Efectivos	Produtores
Continente	792	69097	476	9499	53	6525	85
EDM	38	531	19	0	0	2254	16

A pecuária biológica é uma forma de produção que permite a obtenção de produtos de qualidade, num sistema de produção, em que é privilegiado o bem-estar animal e o equilíbrio entre o animal e o meio ambiente em que está integrado. A escolha de raças autóctones no contexto de MPB é uma prática comum, devido a estas raças terem uma diversidade biológica muito maior do que as híbridas, serem tradicionalmente seleccionadas através das suas condições adaptativas e, num contexto produtivo bem estabelecido é esperado que criem menos problemas de saúde.

A produção da raça *Cachena* é efectuada em regime extensivo o que, segundo Rodrigues et al. (1998), é especialmente favorável para a diversidade das espécies, para a qualidade ambiental e para a própria paisagem. Dada a escassez de recursos económicos e tecnológicos a que os pequenos agricultores estão sujeitos, a diferenciação pela qualidade da carne surge como uma alternativa capaz de estimular as actividades rurais e promover o desenvolvimento rural, evitando o abandono das terras e a desertificação das zonas rurais (Cadavez et al., 2002).

1.2. A raça Cachena

O gado Cacheno existe desde sempre em quase todo o Parque Nacional da Peneda-Gerês, cuja área se estende desde Castro Laboreiro, a poente, até à serra Mourela no concelho de Montalegre. Esta é uma raça de alta montanha com características de rusticidade inultrapassáveis, chegando mesmo a passar os invernos rigorosíssimos ao ar livre, sendo a base da sua alimentação constituída por ervas raquílicas e mato menos endurecido que se

encontra em altitudes acima dos 1.000 metros. Os acidentes orográficos principais da dispersão do Cacheno são as serras da Peneda, Soajo, Amarela e Gerês (Garcia, 2000).

A raça *Cachena* é considerada, tendo por base o subprograma n.º 2 do Programa de Desenvolvimento Rural do Continente (PRODER) que integra a acção 2.2.2 – Protecção da Biodiversidade Doméstica, uma raça autóctone ameaçada de extinção. Os primeiros bovinos da raça foram inscritos em 1994, como subtipo da raça *Barrosã*, tendo em 1998 sido individualizado o registo zootécnico da raça que está dependente, sob o ponto de vista de funcionamento, da Associação de Criadores da raça *Cachena* (ACRC). Esta associação foi fundada em 1993 e conta, actualmente com 468 associados registados, dos quais 393 estão no activo e 12 são criadores em MPB (ACRC, comunic. pessoal, 4 de Novembro de 2010).

Morfologicamente, a raça *Cachena* é considerada por muitos investigadores como a raça mais rústica existente em Portugal. São bovinos de porte muito pequeno, não chegando atingir 1.15 metros ao garrote; apresentam uma elevada rusticidade exibindo um comportamento semi-selvagem, os quais chegam a andar todo o ano na serra e periodicamente recolhem às “cortes” aquando de maiores nevões. Distinguem-se das outras raças, sobretudo, por terem uma cabeça mais comprida, com a frente rectangular e plana, de perfil recto, com o conjunto ocular pouco saliente. A armação é muito desenvolvida, de secção circular e forma helicoidal (parafuso ou saca-rolhas) (Leite e Dantas, 2000).

1.2.1. Carne Cachena da Peneda

A produção de carne desta raça está protegida através de uma DOP, por Despacho n.º 3934/98, (D.R. II Série, n.º55 de 6 de Março de 1998), tendo sido reconhecida à Cooperativa Agrícola dos Arcos de Valdevez e Ponte da Barca, CRL, a detentora da marca “Carne Cachena da Peneda”. Define-se como a carne da desmancha de bovinos proveniente do abate de animais da raça *Cachena*, inscritos no registo zootécnico (RZ), da raça bovina *Cachena*, nascidos, criados e abatidos nas condições constantes no Caderno de Especificações. Podem beneficiar de tal denominação as carcaças ou hemicarcaças de vitela, novilho ou vaca, ou peças inteiras ou fatiadas delas provenientes nas seguintes condições:

Vitela: carcaças de animais abatidos entre os 4 e os 9 meses de idade com o peso vivo compreendido entre os 70 kg e os 120 kg. A carne tenra, com consistência firme e ligeiramente húmida, apresenta uma coloração rósea - pálida ou rósea - clara, com gordura de cor branca, distribuída homogeneamente e grão fino do músculo.

Novilho: carcaças de animais abatidos entre os 9 e os 24 meses de idade com o peso vivo compreendido entre os 120 kg e os 210 kg. A sua cor é variável entre o rosa e o vermelho claro, com gordura de cor branca a cremosa. A gordura intramuscular não é excessiva.

Vaca ou *boi*: carcaças de vacas, com ou sem parto, abatidas entre os 2 e os 4 anos de idade ou de machos castrados, abatidos entre os 2 e os 5 anos, com peso vivo superior a 210 kg. A cor do músculo apresenta um tom vermelho escuro e a gordura apresenta cor branco sujo

1.2.2. Classificação de bovinos de raça Cachena abatidos por categoria

Do total de bovinos de raça *Cachena* abatidos nos anos 2008 e 2009, os machos não castrados com menos de dois anos (A), os vitelos (V) e os vitelões (Z) foram os mais representativos (Araújo et al., 2011) (Quadro 1.3).

Quadro 1.3 - Peso da carcaça e idade de abate da raça *Cachena* por categoria referentes aos anos 2008 e 2009, adaptado de Araújo et al. (2011).

Categoria ¹	N.º	Peso carcaça (kg)			Idade de abate (meses)		
		Media ± Des. Típ.	Min	Max	Media ± Des. Típ.	Min	Max
A	201	129.3±28.54	67.2	196.8	16.9±2.82	12.0	23.0
B	35	192.9±5.77	29.8	285.0	38.3±18.53	24.0	91.0
C	20	170.2±44.84	125.0	29.0	23.2±9.23	15.0	46.0
D	26	173.1±37.29	130.0	254.0	119.8±86.26	24.0	311.0
E	13	138.5±44.73	89.0	203.0	19.5±5.06	12.0	29.0
LA	26	61.5±15.81	35.0	90.0	3.3±1.40	1.0	5.0
LO	364	122.3±25.16	58.0	195.0	14.2±3.30	6.0	23.0
V	173	75.2±16.15	38.0	139.0	5.4±1.40	3.0	8.0
Z	131	98.6±21.26	68.0	163.0	9.4±1.26	8.0	1.0
Total	989	118.4±45.55	29.8	294.0	16.2±23.10	1.0	311.0

¹**Categoria de carcaças.** A: Machos jovens sem castrar com menos de dois anos; B: Outros machos sem castrar; C: Machos castrados; D: Fêmeas que já pariram; E: Outras fêmeas; LA: Animais jovens menores de 6 meses; LO: Animais jovens com mais de 6 meses; V: Bovinos com idade igual ou inferior a oito meses; Z: Bovinos com idade superior a oito meses mas igual ou inferior a doze meses.

Foi igualmente observado um reduzido número de fêmeas abatidas, podendo evidenciar a longevidade produtiva desta raça (Quadro 1.3).

Relativamente ao abate de animais com menos de 12 meses, o maior valor correspondeu à vitela (V) com 75.2 kg/carcaça com diferenças entre os sexos ($P < 0.001$) e 5.4 meses de idade e vitelão (Z) com 98.6 kg e uma idade de 9.4 meses, com diferenças entre os sexos

no peso e idade (Quadro 1.4). Em relação ao género, verificou-se que os machos em ambas as categorias atingiram um peso superior às fêmeas, mas na categoria Z a diferença de idade foi maior ($P<0.05$) no sexo masculino. Comparando os pesos médios das carcaças ($V=Z=75$ kg e 99 kg) com o valor médio de animais na mesma categoria ($V=Z=113$ kg e 163 kg) em Portugal (GPPAA, 2007), os autores constataram que a raça *Cachena* atinge valores inferiores à média nacional.

Quadro 1.4 - Peso da carcaça e idade de abate por género das categorias “V” e “Z” na raça *Cachena* referentes aos anos 2008 e 2009, adaptado de Araújo et al. (2011).

Categoria	Género	Nº	Peso carcaça (kg)			Idade de abate (meses)		
			Media $\pm$ Des. Típ.	Min	Max	Media $\pm$ Des. Típ.	Min	Max
V	Machos	129	77.6 $\pm$ 16.22	41.0	139.0	5.43 $\pm$ 1.39	3.0	8.0
	Fêmeas	44	68.2 $\pm$ 13.92	38.0	100.0	5.14 $\pm$ 1.41	3.0	8.0
	Sig.		***			NS		
	Total	173	75.2 $\pm$ 16.15	38.00	139.0	5.35 $\pm$ 1.40	3.0	8.0
Z	Machos	116	100.5 $\pm$ 21.48	68.0	163.0	9.5 $\pm$ 1.27	8.0	12.0
	Fêmeas	15	8.5 $\pm$ 12.75	71.7	119.0	8.8 $\pm$ 1.01	8.0	11.0
	Sig.		**			*		
	Total	131	98.6 $\pm$ 21.26	68.0	163.0	9.4 $\pm$ 1.26	8.0	12.0

Sig: *** $P<0.001$; ** $P<0.01$; * $P<0.05$; NS Não significativo.

1.2.3. Área geográfica do estudo

1.2.3.1. Sistema de exploração em modo convencional

O regime de exploração da raça *Cachena* é caracterizado por ser extensivo, dado que este gado passa quase todo o ano na serra (serra da Peneda, com altitude de 1.416 m) descendo para as “cortes”, nas povoações somente quando as condições climáticas assim o justifiquem. O recurso ao baldio é frequente nesta raça para satisfazer as exigências alimentares dos animais (Gonçalves et al., 2009).

Existiam dois regimes comunitários característicos desta região do Alto Minho, de que fazia parte o gado Cacheno: as vezeiras e as brandas e inverneiras. Hoje em dia, na área de expansão do Cacheno, já não há vezeiras mas continua-se a utilizar as brandas e inverneiras.

As brandas caracterizam-se por locais para onde se deslocam os criadores e seus animais no Verão, com quotas de altitude acima dos 1.000 metros, tendo casas rudimentares para se abrigarem e lameiros de feno para suprimir a alimentação dos animais nos períodos de

maior déficit. Situam-se por vezes a alguns quilómetros de distância das inverneiras e sempre em território comunitário, também designado por Baldio. A casa, respectiva área agrícola e lameiro de feno é propriedade privada, onde vigora ainda hoje o sistema de entreaajuda. Contudo, os equipamentos como o forno ou a eira, são propriedade comunitária, bem como as pastagens ou o espaço florestal.

As inverneiras são a sede de habitação das populações, situadas a altitudes mais baixas, onde se desenvolvem as actividades agrícolas mais intensivas. É aí que se situam os campos de cultura arvense, nomeadamente os cereais, as batatas e os pequenos animais e é também aí que o gado Cacheno se abriga dos rigores de Outono – Inverno. Toda a propriedade é privada com excepção dos equipamentos como os espigueiros, a eira, o moinho (nalguns casos) ou o forno. Quer as brandas quer as inverneiras, proporcionam climas mais amenos, as brandas mais frescas no Verão e as inverneiras mais abrigadas dos ventos e mais quentes no inverno.

a) Maneio reprodutivo

O regime de exploração descrito anteriormente, torna inviável qualquer plano de melhoramento animal sem que haja uma colaboração total dos criadores. Nestas zonas, a inseminação artificial não é prática comum devido ao regime extensivo, ou seja, a dificuldade de observação diária/semanal ou mensal do estro.

Num inquérito efectuado por Gonçalves et al. (2009) a 48 produtores da raça *Cachena* com animais inscritos no Livro Genealógico, no período de Maio a Setembro de 2008, constataram que a idade em que ocorre a 1ª cobrição das fêmeas e o 1º parto situa-se entre os 12 a 24 meses (81%) e entre os 24 a 36 meses (77%) respectivamente, aproximando-se portanto dos 33 meses referidos por Brito (2002). Observou-se uma sazonalidade reprodutiva, registando-se maior percentagem de partos entre Setembro e Novembro (60%) e ainda uma percentagem de nascimentos no período entre Dezembro e Fevereiro (33%), diferindo do referido por Brito (2002), que menciona uma época de partos no período entre os meses de Dezembro e Maio.

A idade de desmame ocorre maioritariamente entre os 4 a 6 meses (58%), sendo também praticado até aos 4 meses (35%), correspondente a um peso vivo de 70 a 150 kg. Em 90 animais abatidos, maioritariamente do sexo masculino (73), com idade compreendida entre 49 e 270 dias, obtiveram-se pesos de carcaça entre 33 e 163 kg (Gonçalves et al., 2009).

O refúgio das vacas é efectuado entre os 10 a 15 anos de vida (70%). De salientar que o mesmo acontece nos machos Cachenos, situando-se o refúgio entre os 10 a 15 anos (95%) (Gonçalves et al., 2009).

b) Maneio alimentar

A dieta alimentar disponibilizada com maior frequência para o gado Cacheno é a palha e feno (47%), de acordo com Brito (2002), embora alguns produtores administrem “erva” (30%) e milho (14%) (Gonçalves et al., 2009). A suplementação com concentrado é usada apenas por 9% dos produtores, tendo referido alguns produtores que a utilização de concentrados implica um aumento significativo dos custos de produção (Gonçalves et al., 2009). Os vitelos são produzidos à base de leite materno até aos 4-6 meses, com administração de palha e/ou feno e suplemento de milho (farinha) nos últimos três meses de vida em acabamento (Gonçalves, 2002).

1.2.3.2. Sistema de exploração em modo biológico

O sistema de exploração desta raça em modo biológico é semelhante ao convencional, diferenciando-se do primeiro no maneio alimentar providenciado na fase de acabamento ou nas alturas de maior défice alimentar.

A exploração em estudo é certificada como sendo Biológica, cumprindo a legislação em vigor (Regulamento (CE) n.º 889/2008 do Conselho de 5 de Setembro), no que concerne às baixas densidades e encabeçamentos, às instalações e ao maneio alimentar.

A fase final de engorda dos vitelos é feita em sistema de semi-estabulação, com a possibilidade de acesso dos vitelos a áreas de exercício.

a) Maneio reprodutivo

O maneio reprodutivo utilizado na exploração em estudo é a monta natural, efectuado através de 4 reprodutores do criador para uma média de 70 vacas. Como se descreveu na alínea a) do ponto 1.2.3.1., a inseminação artificial também não é utilizada, sendo justificada pelo criador, por a manada apresentar maior fertilidade em cada ano e pela dificuldade de detecção do período fértil, visto que as visitas do criador ao baldio não acontecem frequentemente.

A média de parições anuais situa-se nas 60 crias mas devido à localização do baldio, são frequentes os ataques do lobo, decrescendo para 20 o número de vitelos finais para abate, venda ou substituição no rebanho (Rouceiro, comunic. pessoal, 8 de Julho de 2010).

b) Maneio alimentar

No sistema de exploração da raça *Cachena* em modo biológico, no mínimo 50% dos alimentos provêm da própria exploração ou, quando tal não é possível, são adquiridos forragens biológicas certificadas a partir da Galiza, estando de acordo com o n.º 1 do art.º 19 do Reg. 889/2008. As forragens grosseiras, frescas, secas ou ensiladas constituem pelo menos 60 % da matéria seca que compõe a ração diária desta raça bovina (n.º 2 do art.º 20 do Reg. 889/2008). Na alimentação dos vitelos é dada preferência ao leite materno por um período mínimo de 4 a 6 meses, superando os três meses referidos no n.º 1 do art.º 20 do Reg. 889/2008. O valor bromatológico dos alimentos utilizados (feno, ração e vegetação espontânea) será apresentado no Quadro 3.21.

1.3. Qualidade da carcaça

A qualidade é definida como "a totalidade das funcionalidades e características de um produto ou serviço que afectam a sua capacidade de satisfazer necessidades explícitas ou implícitas" (ISO 9000, 2005) e depende das características do produto e de como estas são percebidas e valorizadas por aqueles que o utilizam.

A carcaça constitui o objectivo final de todo o sistema produtivo e representa a parte comercial mais importante de um animal. A qualidade da carcaça foi definida por Colomer-Rocher (1973) como o “conjunto de características quantitativas e qualitativas, cuja importância relativa confere à carcaça uma aceitação máxima e um maior preço frente aos consumidores ou frente à procura de mercado”. Por outro lado para Delfa e Teixeira (1998 citados por Rodrigues, 2007), a qualidade da carcaça representa um conceito subjectivo, relativo e dinâmico, variando tanto no espaço como no tempo. A sua qualidade é determinada através da eficiência do sistema utilizado na sua produção e da metodologia de abate utilizada (Cabrero, 1991).

1.3.1. Composição da carcaça

Apesar da complexidade dos tecidos que compõem uma carcaça, a composição dos tecidos de acordo com o valor comercial, resumem-se ao osso, músculo e gordura, sendo estes que

influenciam a sua qualidade. De uma forma geral, num processo de crescimento contínuo, as variações da composição corporal com o aumento do peso vivo, traduzem-se num aumento da percentagem de gordura e de uma diminuição das percentagens de músculo e osso (Costa, 2008). As modificações nas relações entre estes tecidos são de grande importância na determinação da qualidade das carcaças.

1.3.2. Características da carcaça

1.3.2.1. Rendimento da carcaça

O rendimento de uma carcaça é a relação entre o peso da carcaça e o peso vivo final. O peso vivo do animal está sujeito a variações importantes, devido à ampla flutuação gastrointestinal consequência da velocidade do trânsito dos alimentos nos pré-estômagos, a sua digestibilidade, a sua apresentação, e a duração do período de jejum antes de abate (Araújo, 2005). O peso da carcaça poderá ser diferente dependendo da sua apresentação, variando de região para região e do registo de pesagem efectuado: geralmente o registo do peso de carcaça efectua-se a quente, no final da linha de abate e/ou o peso da carcaça fria, obtido após 24 a 48 horas após refrigeração no matadouro.

1.3.2.2. Conformação

Por conformação entende-se como a constituição global da carcaça, a sua morfologia ou forma dos seus perfis musculares. A sua classificação realiza-se mediante a observação geral da mesma, fazendo uma especial incidência na forma que se apresentam a coxa, o dorso e pá (Reg. 103/2006), aplicando-se esta somente a bovinos adultos.

As metodologias para avaliar a conformação da carcaça baseiam-se em subjectivas, referidas anteriormente, mediante a determinação de perfis e sua comparação com padrões fotográficos e outras de ordem objectiva através de medidas lineares obtidas directamente da carcaça.

a) Apreciação objectiva

A conformação pode ser avaliada através de uma serie de medidas da carcaça (Mónson et al., 2005). Actualmente, a metodologia utilizada para medir os parâmetros da qualidade da carcaça encontram-se reduzidos a cinco medidas (Espejo et al., 2000): comprimento total da carcaça (CTC), profundidade interna do peito (PIP); comprimento da perna (CP), espessura da perna (EP) e perímetro máximo da perna (PMP).

Estudos efectuados em bovinos das raças *Rubia Gallega*, *Minhota* e *Parda suíça* com idades compreendidas entre os 7 e os 10 meses estão referenciados no Quadro 1.5. As fêmeas proporcionaram carcaças mais leves, curtas, menos profundas, espessas e compactas do que os machos. Igualmente constatarem-se pesos e medidas de carcaça superiores nos *terneros pesados* e vitelões relativamente aos *terneros ligeros* e vitelos.

Quadro 1.5 - Medidas lineares e nível de significância em carcaças de bovinos da raça *Rubia gallega*; *Minhota* e *Parda Suíça*.

	Raça	Sexo	Peso de carcaça	CTC	PIP	CP	EP	PEP	PMP	ICC	ILTP	Autor
<i>Ternero</i> (10 meses)	<i>Rubia Gallega</i>	Machos	260	120.1	38.51	73.15	25.73	60.44	-	2.13	2.85	Dios, 2000
		Fêmeas	200	114.8	37.17	70.97	24.39	57.47	-	1.72	2.91	
		Sig.		*	NS	NS	*	**	-	***	NS	
<i>Ternero</i> (7 meses)		Machos	185	110.4	-	-	22.82	53.25	-	1.67	2.96	Calvo, 2001
		Fêmeas	141	105.5	-	-	19.33	50.29	-	1.34	3.58	
		Sig.		*			**	*	-	***	*	
<i>Ternero</i> (10 meses)	<i>Rubia Gallega</i>	Machos	255	119.4	-	76.89	25.82	58.20	-	2.13	-	
		Fêmeas	203	114.3	-	73.16	24.18	55.91	-	1.78	-	
		Sig.		**		***	**		-	***		
<i>Vitela</i> (6 meses)		Machos	158.1	106.5	32.35	69.20	22.65	50.35	95.15	1.48	3.09	Araújo, 2005
		Fêmeas	130.0	100.78	30.22	64.44	20.56	47.44	90.67	1.29	3.14	
		Sig.	**	*	*	**	*	**	***	*	NS	
<i>Vitelão</i> (9 meses)		Machos	223.2	115.14	37.21	75.50	24.43	55.93	104.2	1.93	3.10	
		Fêmeas	161.2	110.56	34.00	7.22	2.56	52.44	96.33	1.46	3.17	
		Sig.	***	*	*	**	**	*		***	NS	
<i>Vitela</i> (5.5meses)			127.0 ^a	100.8	-	.	18.9	-	90.5	1.26	3.7	Cerdeno et al. 2006
<i>Vitela</i> (6 meses)	<i>Parda Suíça</i>	Machos	150.5 ^a	97.8	-	7.1	20.8	-	93.3	1.55	3.4	
<i>Vitelão</i> (9 meses)			229.5 ^a	119.4	-	79.9	2.6	-	106.0	1.92	3.2	
		Sig.	***	***	-	**	***	-	***	***	*	

Sig: *** P<0.001; **P<0.01; *P<0.05; NS não significativo.

a – Peso de carcaça quente.

CTC - comprimento total da carcaça; PIP - profundidade interna do peito; CP - comprimento da perna; EP - espessura da perna; PEP – profundidade externo do peito; PMP - perímetro máximo da perna; ICC – índice de compacidade da carcaça; ILTP - índice longitudinal transversal da perna.

1.4. Qualidade da carne bovina

1.4.1. Conceito de carne

Desde os tempos antigos, a carne tem desempenhado um proeminente papel na dieta e na cultura das civilizações. A sua importância não deriva apenas das suas características organolépticas, mas também do seu alto valor nutritivo.

A "carne" pode ser definida como o produto das contínuas transformações evidenciadas pelos músculos após a morte (Sañudo, 1993). Mas na verdade, o conceito de equivalência entre a carne e o tecido muscular não é integral porque quando ingerimos carne ela contém tecido gordo e conjuntivo, que desempenham um papel fundamental nas características organolépticas da carne (Araújo, 2005).

1.4.2. Composição química da carne

A composição da massa muscular é relativamente constante no que diz respeito ao teor de água, gordura, proteína e minerais, independentemente da espécie animal em causa (Rice, 1976 citado por Araújo, 2005). O principal componente da carne é a água (70-78%), seguido por proteínas (15-22%), os lípidos (0.5-13%), compostos de azoto não proteico (1.5 a 1.8%), hidratos de carbono (1-2%) e minerais (1-2%) (Pearson e Young, 1989). No Quadro 1.6 está apresentado o intervalo de variação da composição química da carne desde o estado embrionário até a idade adulta.

Quadro 1.6 - Intervalo de variação da composição química da carne desde o estado embrionário até a idade adulta (Fonte: Pearson e Young, 1989).

Componentes	Intervalo (%)	Mudanças durante o desenvolvimento
Água	70-78	Máxima em embriões. Diminui com a idade e conteúdo de gordura.
Proteínas	15-22	Decresce até a idade adulta e com o conteúdo de gordura.
Lípidos totais	1-13	Inversamente proporcional ao conteúdo de água.
Lípidos intra-celulares	0.5-3	Aumento até a idade adulta; quantidade baixa e constante.
Hidratos de carbono	1-2	Aumento até a idade adulta; quantidade baixa e constante.
Minerais	1-2	Aumento até a idade adulta.
Vitaminas	Vestígios	Aumento até a idade adulta. Varia com a dieta.
Azoto não proteico	1.5-1.8	Aumento até a idade adulta devido a grande parte à diminuição do conteúdo aquoso.

Estudos sobre a composição química do músculo *L. thoracis* de sete raças espanholas e uma portuguesa, com idades médias de abate de 15 meses (Sañudo et al, 1999), 6 meses a 9 meses (Araújo, 2005) e 8 meses (Bispo et al., 2010) estão referenciados no Quadro 1.7. Sañudo et al. (1999) verificaram que as raças com maior conteúdo em água e proteína obtiveram menores valores de gordura intramuscular e vice-versa. Em relação ao peso animal, Araújo (2005) constatou que a humidade é ligeiramente superior para os vitelos comparativamente aos vitelões e estes apresentaram significativamente maior percentagem de gordura comparativamente aos mais jovens. Bispo et al. (2010), sobre o efeito do desmame na qualidade da carne de bezerros da raça *Rubia Gallega*, referiram que independentemente do tempo de desmame praticado, a composição química da carne não diferiu significativamente nas três experiências, embora nos animais que estiveram constantemente com as mães até ao abate (RG1), o valor da gordura fosse ligeiramente superior.

Quadro 1.7 - Análise química (percentagem) do músculo *L. Thoracis* de novilhos de sete raças bovinas espanholas e uma portuguesa.

Raça	Humidade	Proteína	Gordura	Cinzas	Autor
AS	75.5	22.6	1.32	0.27	Sañudo et al., 1999
AV	74.5	21.7	3.09	0.26	
MO	73.9	21.2	4.04	0.27	
PA	74.9	21.5	2.84	0.25	
PI	74.9	22.3	2.1	0.26	
RE	74.8	21.1	3.34	0.27	
RG	75.1	22.1	2.36	0.26	
Sig.	**	***	***	NS	
MIv	76.10	21.76	0.99	1.15	Araújo, 2005
MIvo	75.34	22.02	1.49	1.15	
Sig.	*	NS	**	NS	
RG1	77.2	21.26	1.62	1.17	Bispo et al., 2010
RG2	77.43	21.51	1.11	1.18	
RG3	77.52	21.62	1.17	1.18	
Sig.	NS	NS	NS	NS	

Sig: *** P<0.001; **P<0.01; *P<0.05; NS não significativo.

AS – asturiana de valles; AV – avileña negra-ibérica; MO – morucha; PA – parda alpina; PI – pirenaica; RE – retinta; RG – rubia gallega; Miv – vitela da raça minhota; MIvo – vitelão da raça minhota; RG1 – rubia gallega não desmamada; RG2 – rubia gallega desmamada aos 5.5 meses; RG3 – rubia gallega retirada da mãe aos 3 dias.

1.4.3. Qualidade da carne

O termo qualidade, no contexto da carne, engloba uma série de propriedades que a tornam, uma vez cozinhada, num produto não só comestível, mas apelativo e apetecível, para além das propriedades nutricionais, mas também funcionais, que são exigidas no processamento de produtos alimentares deles derivados (Klettner, 1995). Ainda que a componente sensorial possa ter uma importância acrescida na qualidade, factores como a tradição, os costumes alimentares, as crenças, a experiência prévia e a informação sobre o produto, têm uma influência considerável sobre como é percebida a dita qualidade (Soltner, 2001), podendo resumir-se como sendo a combinação de medidas objectivas e subjectivas, que pode variar entre os diversos mercados (Rosa et al., 2001).

1.4.4. Atributos de qualidade da carne

A qualidade da carne envolve vários atributos, tais como o pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), textura, firmeza, quantidade e distribuição de gordura, tenrura, sabor e suculência sendo características determinantes na decisão de compra da carne. Os atributos de qualidade da carne bovina, desde que satisfaçam as necessidades dos consumidores, podem tornar-se motivo de diferenciação de produtos.

De uma forma geral, os atributos da carne dependem de uma série de factores inerentes ao animal e sistema de produção, podendo ser classificados em:

- Factores *ante mortem*: os quais modificam especialmente a quantidade, distribuição e tipo de tecido. Estes incluem a espécie, raça, genótipo, sexo, idade, alimentação e exercício físico; as condições de abate, como o transporte para o matadouro, tempo de espera nas abegoarias ou metodologia de sangria, são factores que induzem “stress” nos animais, afectando fundamentalmente o valor do pH final e consecutivamente a qualidade da carne.
- Factores *post mortem*: como as condições de maturação da carne ou preparação dos alimentos.

1.4.4.1. pH

O pH influencia o processo de conservação da carne, as propriedades tecnológicas (Fuster, 2002) e a qualidade de muitos tipos de carne (Young et al., 2004). É a medida mais objectiva, de maior fiabilidade (Barriada, 1995) e a mais utilizada para estudar a qualidade da carne fresca, já que o valor do pH final (medido 24 horas após abate), a velocidade de

queda e sua duração vão determinar de uma forma directa o resto dos factores físicos da qualidade da carne (cor, capacidade de retenção de água, tenrura) (Page et al., 2001).

Os factores determinantes do pH final e sua evolução são: a quantidade de glicogénio muscular, que afectará a quantidade de ácido láctico formado; a temperatura do músculo, que se for elevada vai levar à activação do metabolismo muscular, provocando um consumo de glicogénio; a ausência de oxigénio e a consequente acidificação muscular antes de abate, produzidos por situações de excessiva actividade física e/ou stress; e a actividade enzimática que determinará a glicogenesis e a glicolise (Prates, 2000; Fúster, 2002).

A velocidade de queda do pH *post mortem* depende de factores intrínsecos (espécie animal, género, tipo de músculo e estado nutricional) e de factores extrínsecos (sistema de produção, manejo pré abate e temperatura ambiente).

a) Espécie

A evolução do pH e do valor de pH final pode variar, dependendo da espécie em causa, como resultado da diferença de sensibilidade ao “stress”, sendo a espécie mais sensível a suína (Brazal e Boccard, 1977) podendo originar carnes PSE (Pale, Soft and Exsudative), enquanto nos bovinos é mais frequente ocorrer carnes DFD (Dark, Firm and Dry) (Hunt e Hedrick, 1977). O pH final da carne de todos os animais deverá situar-se abaixo de 5.8, valor a partir do qual se alteram alguns parâmetros de cor (Monserrat et al., 1997), assim como outras propriedades físicas como a capacidade de retenção de água (CRA) e a tenrura. Este resultado pode ser consequência do intervalo de tempo reduzido entre o embarque e o abate dos animais, sendo uma das principais causas do aparecimento do stress pré abate e a possibilidade do aparecimento de carnes DFD (Oliete, 2003).

b) Raça

O possível efeito da raça sobre o valor de pH último parece não ser significativo. Muitos autores observaram em diferentes raças, valores diferentes no intervalo considerado normal entre 5.4 e 5.7 (Renner, 1986; Guhe et al, 1990).

No Quadro 1.8. estão referenciados três estudos de raças diferentes com idades ao abate entre os 6 e os 9 meses.

Quadro 1.8 - pH do músculo *L. thoracis* da raça *Rubia gallega*, *Minhota* e *Parda suíça*.

Raça	Género	pH	Autor
<i>Rubia gallega</i>	Machos (8 meses)	5.49±0.07	Oliete, 2003
	Fêmeas (8 meses)	5.44±0.08	
<i>Minhota</i>	Machos (6 meses)	5.41±0.02	Araújo, 2005
	Machos (9 meses)	5.42±0.02	
	Fêmeas (6 meses)	5.41±0.03	
	Fêmeas (8.7 meses)	5.41±0.02	
<i>Parda suíça</i>	Machos (6 meses)	5.66	Cerdeno et al., 2006
	Machos (9 meses)	5.65	

c) Género

Em bovinos, o género influencia a taxa de queda do pH no seu valor final. Note-se que a diminuição do pH é mais lenta no sexo masculino. Mas a velocidade não é tão importante quanto o valor do pH final. Jeremiah et al. (1991), indicaram diferenças significativas entre machos inteiros e machos castrados. Entre géneros também apresentaram diferenças significativas (Oliete, 2003), correspondendo o valor mais elevado a machos devido à sua maior mobilidade e hipersecreção de catecolaminas sob stress (Tarrant, 1981), aumentando a percentagem de carnes DFD nos machos.

d) Tipo de músculo

O tipo diferente de músculo, a quantidade de fibras (vermelhas-brancas, de contracção lenta ou contracção rápida) e a quantidade de glicogénio influenciam o valor e a velocidade de queda do pH (O'Halloran et al., 1997). O músculo vermelho (contracção lenta) tem um conteúdo de glicogénio menor e vai originar um pH mais alto devido à inactivação da ATPase que é responsável por essa acidificação (Monin, 1981).

De uma forma geral, pode dizer-se que existe uma certa correspondência entre o pH dos músculos de uma mesma carcaça. Se o pH é elevado, será elevado em todos os músculos dessa carcaça, especialmente os músculos do quarto posterior e o *Longissimus thoracis* (Sañudo et al., 1985).

e) Alimentação

A desnutrição é uma das principais causas do pH final elevado em carnes uma vez que os animais não têm a possibilidade de acumular reservas de glicogénio suficientes nos músculos. Uma forma de proteger os animais de factores potencialmente stressantes, que serão responsáveis por o desaparecimento do glicogénio, será providenciar dietas ricas em energia (Immonen et al., 2000).

Quanto à taxa de queda do pH, Espejo et al. (1998) encontraram diferenças significativas entre vitelos acabados com concentrado e em pastoreio, sendo mais rápida a queda do pH no primeiro caso, possivelmente influenciado pela maior cobertura de gordura que as carcaças terminadas à base de concentrado apresentavam, resultando num processo de arrefecimento mais lento (Monney et al., 1998). No entanto, French et al. (2000a) e Razminowicz et al. (2006) não relataram diferença do pH final de novilhos criados em diferentes sistemas alimentares, referindo que a natureza do alimento não tem excessiva importância sobre o valor final do pH.

f) Sistema de produção

Os animais criados em pastoreio, apresentavam uma cor da carne mais escura comparativamente à de animais estabulados (Muir et al., 1998), devido aos valores pH mais elevados, detectados na carne dos primeiros. Muir et al. (1998) referiram que bovinos em pastoreio não estavam habituados à presença humana e apresentaram-se mais susceptíveis ao “stress” pré-abate e abate, associado ao esgotamento glicolítico.

g) Maneio Pré abate

O “stress” antes do abate, é considerado um dos factores que mais influencia o pH e a tenrura final da carne e pode resultar das condições de transporte (duração, percurso), do incremento da temperatura corporal, ou qualquer coisa que faça o animal recorrer as reservas glicolíticas antes do abate e tem como consequência a baixa produção de ácido láctico após-abate, resultando em carne DFD (Muchenje et al., 2009). Este tipo de carnes é de qualidade inferior, apresentando uma cor escura menos aceitável para o consumidor. São favoráveis ao crescimento microbiológico, dado o seu alto pH final (≥ 6) e também devido à sua alta capacidade de retenção de água são sujeitas a uma rápida decomposição (Priolo et al., 2001).

h) Taxa de arrefecimento da carcaça

A taxa de arrefecimento da carcaça influencia a taxa de glicose *post mortem* e pode também afetar o pH final da carne. O arrefecimento muito rápido da carcaça dá origem a um pH superior em 0.1 a 0.3 unidade comparativamente ao processo de refrigeração convencional (Pösö e Puolanne, 2005). Ao mesmo tempo, se a temperatura muscular cair abaixo dos 7 °C quando o pH é superior a 5.7 (Hannula e Puolanne, 2004) e existe ATP disponível para contracção muscular, haverá um risco de “cold shortening” (encurtamento pelo frio). A carne resultante do fenómeno de contracção violenta apresenta-se com uma menor capacidade de retenção de água e tenrura.

1.4.4.2. Cor

A cor é um dos atributos mais valorizados para o consumidor no momento da compra, ao ponto de ser considerado um dos seus critérios preferenciais (Kramer, 1994). Geralmente o consumidor prefere carnes vermelhas brilhantes e rejeita as carnes pálidas ou escuras (Beriain e Lizaso, 1997). No entanto a aceitação da cor por parte dos consumidores é influenciada geográfica, social e culturalmente, tornando a generalização deste parâmetro complexa. Pode-se ainda referir que a apreciação da cor da carne é influenciada pelo grau de marmoreado da parte muscular, de forma que valores superiores a 2.5% de marmoreado, aumenta a reflexão da luz, proporcionando um aspecto mais claro à carne (Barton-Gade, 1981).

A cor da carne depende da concentração de pigmentos proteicos (mioglobina) presente no músculo (Muchenje et al., 2009), do estado químico da mioglobina na superfície do músculo, da estrutura e estado físico das proteicas musculares e da quantidade de gordura infiltrada (Warris et al., 1990).

Na carne fresca, a mioglobina poderá encontrar-se fixada de três formas diferentes ao ferro: a mioglobina reduzida (MbFe^{2+}), que confere a cor vermelho-púrpura à carne; a mioglobina oxigenada ou oximioglobina ($\text{MbO}_2\text{Fe}^{2+}$), que confere a cor vermelho vivo à carne; a metamioglobina (MMbFe^{3+}), onde a cor se torna castanho acinzentado, fenómeno originado pela oxidação do pigmento Fe II a Fe III.

A cor pode ser avaliada de diferentes formas, uma das mais utilizadas é a proposta pela *Comission International de L'Eclairage* (CIE). A CIE define a cor percebida como o

atributo visual que se compõe de uma combinação qualquer de conteúdos cromáticos e acromáticos (Albertí, 2000).

No sistema de representação da cor CIE, L^* a^* b^* , a coordenada L^* (Luminosidade) é a que está mais relacionada com a valorização visual do consumidor (Eikelenboom et al., 2000) e depende de vários factores como o pH, CRA, a humidade, a integridade da estrutura muscular e em menor grau a oxigenação dos hemopigmentos (Palombo e Wijngaards, 1990). A coordenada a^* (verde-vermelho) está relacionada com o conteúdo em mioglobina presente no músculo, sendo o seu valor mais elevado em carnes com maior conteúdo em mioglobina (Pérez Álvarez et al., 1998). A coordenada b^* (azul-amarelo) foi relacionada com os distintos estados da mioglobina por Pérez Álvarez et al. (1998). Esses mesmos autores indicaram que as "carnes gordas" apresentaram valores de b^* maiores do que os obtidos para "carnes magras." Esse comportamento pode ser devido à maior contribuição em carotenos a partir da gordura.

O Croma (C^*) é o atributo de sensação visual que permite valorizar a cor, dando a sensação de cores mais vivas ou apagadas (Albertí, 2000). O C^* é a coloração do estímulo subjugado à proporção da luminosidade de outro estímulo que aparece como branco ou transparente (CIE citado por Moreno, 2004). Por exemplo, o vermelho ou o rosa são dois tipos de saturações diferentes do mesmo tom de vermelho. A saturação é determinada por factores *ante mortem* como quantidade de pigmento do músculo, que é determinada pela raça, sexo, idade, alimento, manejo, etc. Na gordura, depende dos depósitos de pigmento procedentes da alimentação (carotenos, xantofilas, etc.) (Moreno, 2004).

O Tom (H^*) é o atributo de sensação visual segundo o qual o estímulo aparece similar a uma das cores percebidas vermelho, amarelo, verde ou azul (Rodrigues, 2007). O tom fica definido pela relação entre o índice de vermelho a^* e o de amarelo b^* (Rodrigues, 2007). O valor de H^* é determinado pelo estado químico do pigmento (estados da mioglobina) ligados a factores *post-mortem*, como o tempo decorrido após o corte, transformações tecnológicas, etc. (Renner, 1982).

No Quadro 1.9. estão referenciados os intervalos de valores para os atributos de cor encontrados em estudos de raças bovinas.

Quadro 1.9 - Intervalos de valores para os atributos de cor da carne bovina, adaptado de Muchenje et al. (2009).

Atributo de cor	Intervalo de valores	Autor
L*	33.2 - 41	Muir et al., 2000; Strydom et al., 2005; Zhang et al., 2005; Razminowicz et al., 2006; Muchenje et al., 2008
a*	11.1 - 23.6	Muir et al., 2000; Byrne et al., 2000; Strydom et al., 2005; Zhang et al., 2005; Razminowicz et al., 2006; Muchenje et al., 2008
b*	6.1 - 11.3	Muir et al., 2000; Strydom et al., 2005; Zhang et al., 2005; Razminowicz et al., 2006; Muchenje et al., 2008
C*	16.1 - 20.9	Strydom et al., 2005; Zhang et al., 2005

A taxa de pigmentação depende de factores zootécnicos, tais como a raça e a idade, podendo variar em função das condições de criação (como por exemplo a alimentação ministrada durante a vida do animal); do potencial glicolítico *post mortem* (decréscimo do pH); da percentagem de gordura intramuscular e estado de oxidação da mioglobina.

a) pH final

Quando a concentração de pigmentos não difere significativamente entre carcaças de diferentes vitelos, o pH muscular e o declínio da temperatura influenciam a cor da carne (Klont et al., 2000). Um pH baixo combinado com temperatura alta, leva ao aumento da desnaturação proteica. Como consequência, o valor de luminosidade (L*) aumenta (Offer, 1991). Por sua vez, Zhang et al. (2005), constataram em animais abatidos com 18-24 meses que a carne com pH elevado (6.10-6.79) apresentou menores valores de L*, a*, b*, H* (tom) e de C* (saturação) comparativamente à carne com pH normal (5.40-5.79), indicando que a carne de pH elevado a cor apresentava-se mais escura e menos acastanhada que a carne de pH normal (Quadro 1.10).

Quadro 1.10 - Efeito do pH nos atributos de cor da carne, adaptado de Zang et al. (2005).

Atributos de cor	pH		Significância
	Alto	Normal	
L*	36.7	39.3	***
a*	16.8	19.3	***
b*	6.1	8.0	***
H*	19.9	22.5	***
C*	17.9	20.9	***

Sig: *** P<0.001; **P<0.01; *P<0.05; NS não significativo.

b) Idade de abate e peso da carcaça

O aumento da percentagem de mioglobina está relacionado com o aumento da idade animal e seu impacto na pigmentação de carne (Renner, 1986).

Em relação ao peso de abate, na maioria dos estudos, os animais acabados à base de concentrado apresentaram maior peso ao abate e cor mais clara (Priolo et al., 2001).

No Quadro 1.11. estão referenciados valores para os índices de cor em machos de sete raças autóctones espanholas e uma portuguesa com diferentes idades e pesos ao abate.

Quadro 1.11 - Cor da carne de bovinos de sete raças espanholas e uma portuguesa.

Raça	Idade média (meses)	Peso vivo ao abate (kg)	L*	a*	b*	C*	H*	Autor
AS			39.9	16.9	9.7	19.5	29.9	
AV			39.0	17.4	9.5	19.9	28.7	
MO			38.5	17.8	9.8	20.3	28.9	
PA	15	461.1	39.3	15.9	8.8	18.2	29.1	Sañudo et al., 1998
PI			41.1	15.9	10.0	18.8	32.2	
RE			39.7	17.5	10.4	20.5	30.6	
RG			40.9	15.8	9.7	18.6	31.4	
RG	8	332	38.55	14.73	7.53	16.55	27.05	Moreno, 2004
MI	6	283.2	39.96	13.14	8.15	—	—	Araújo, 2005
	9	400.6	38.50	15.46	9.11	—	—	

AS – asturiana de valles; AV – avileña negra-ibérica; M – morucha; PA – parda alpina; PI – pirenaica; RE – retinta; RG – rubia gallega; MI - minhota

No estudo efectuado por Sañudo et al (1998), com diferentes raças e o mesmo acabamento intensivo, as raças rústicas *Avileña negra-ibérica*; *Morucha*, *Retinta* e a *Parda alpina* apresentaram a carne mais vermelha, estando directamente relacionado com o maior conteúdo de pigmento heme no músculo *Longissimus dorsi*. Na raça *Minhota*, os animais mais jovens e sem desmame, apresentaram uma carne mais clara, comparativamente a animais mais velhos (Araújo, 2005), podendo se dever ao baixo conteúdo de ferro presente no leite.

c) Tipo de músculo

Sabe-se que o tipo de metabolismo muscular, o conteúdo de pigmento e a velocidade de queda do pH afectam a cor da carne (Monin e Ouali, 1990). Um dos factores fundamentais de variação de cor é o tipo de metabolismo muscular. Assim, os músculos submetidos a grande actividade funcional (*Psoas major*, *Pectoral*) vão-se oxigenar mais, apresentando maior percentagem de fibras vermelhas, ricas em mioglobina e originar cores mais escuras que os músculos com reduzido consumo de oxigénio (*Longissimus thoracis*) (Guignot et al., 1992). Na experiência conduzida por Guignot et al. (1992), a cor do músculo *Psoas major* foi muito afectado pela queda do pH, enquanto no *Longissimus* foi o conteúdo de pigmento que a condicionou.

d) Actividade física

Vestergaard et al. (2000) e Nuernberg et al. (2005), consideram a actividade física como um possível factor que influencia a cor da carne. Vestergaard et al. (2000), verificaram que novilhos Frísios criados em pastoreio durante o verão e alojados no inverno com dietas à base de silagens, feno e palhas, apresentavam um tom mais escuro no músculo *longissimus dorsi* e *semitendinosus*, comparativamente a bovinos estabulados e alimentados com concentrado *al libitum*. Estas diferenças também poderiam ser justificadas por uma diferença no pH final que era pequena mas significativamente maior nas amostras de animais criados em sistema extensivo. Igualmente, Nuernberg et al. (2005) observaram que bovinos alimentados em pastoreio apresentavam uma cor de músculo mais escura do que a de bovinos estabulados e alimentados com concentrado, atribuindo estes resultados ao aumento da actividade física dos bovinos em pastoreio.

e) Alimentação

A dieta alimentar influencia a coloração da carne (López e Carballo, 1991). A cor da carne de vitelos em aleitamento apresenta-se mais clara, visto que o leite apresenta reduzidos teores de ferro. Igualmente foi constatado que em animais jovens a concentração de ferro na dieta intensifica a cor da carne (Lapierre et al., 1990).

Bidner et al. (1986) constaram que novilhos da raça *Angus-Hereford* e *Angus-Hereford-Brahman*, criados no pasto e abatidos aos 482 kg peso vivo, apresentavam uma cor mais escura (avaliação visual) e maior teor de mioglobina (*Longissimus dorsi*) do que os criados em confinamento. Não houve diferença no pH final da carne entre os grupos. No entanto, é

difícil determinar se houve um efeito específico dos componentes da dieta no teor de mioglobina, pois os animais foram abatidos a idades distintas (31 meses para bovinos criados à base de forragem e 21 meses para bovinos criados em confinamento).

Yang et al. (2002), verificaram que os animais em pastoreio ingeriram maiores quantidades de α -tocopherol, o que por ser um antioxidante natural, conferiria maior estabilidade da cor avermelhada ao músculo. Num outro estudo, os mesmos autores constataram que uma maior ingestão de β -caroteno interferiu na coloração da gordura subcutânea tornando-a mais amarelada (Yang et al. 1992).

f) Gordura intramuscular

O teor de gordura intramuscular, é responsável ainda por diferenças de luminosidade da carne detectadas entre os animais criados em diferentes sistemas de produção.

A gordura apresenta uma cor mais clara do que o músculo e, portanto, a sua presença poderá contribuir para o aumento do valor de luminosidade (Priolo et al., 2001). Por sua vez, o índice mais elevado a^* encontrado em carnes com maior percentagem de gordura poderá ser consequência de uma maior concentração de pigmentos *heme* necessários para assegurar um adequado transporte de oxigénio à fibra muscular (Renerre, 1986). Relativamente ao maior índice (b^*) encontrado na carne com maior percentagem de gordura poderá, provavelmente ser devido à presença de carotenóides vegetais.

g) A influência dos carotenóides na cor da carne

A cor do tecido adiposo subcutâneo dos bovinos é um importante componente da qualidade das carcaças bovinas (Wood e Fisher, 1997). Na maioria dos mercados a cor amarelo “forte” na gordura da carcaça é indesejável (Walker et al., 1990; Yang et al., 1992), podendo inibir a compra por parte do consumidor ao associar a cor ao estado débil do animal no momento de abate ou à crença generalizada de que as carcaças com gordura amarela são provenientes de animais mais velhos e, portanto, produzem carne menos macia (Dunne et al., 2009). No entanto, a gordura amarela está positivamente associada com a produção tradicional de carne em pastoreio (Wood e Fisher, 1997), sendo percebida como critério de qualidade positiva, que é mais "ecologicamente favorável", podendo influenciar nas decisões de compra dos consumidores (Schwarz et al., 1997).

Bovinos saudáveis que são criados em pastagem acumulam carotenóides (β -caroteno e luteína) no tecido adiposo, resultando na aquisição de um tecido de cor amarelada (Yang et al., 1992) e consecutivamente um índice amarelo (b^*) mais elevado na carne.

O β -caroteno é responsável por 85-90% da cor da gordura nos bovinos e, portanto, a intensidade da cor está correlacionada com o conteúdo de carotenóides ($r = 0.92$) (Reynoso et al., 2004). A luteína pode também ser detectada no tecido adiposo de bovinos, sendo responsável por 20-30% dos carotenóides na gordura (Yang et al., 1992).

Em conclusão, a alimentação à base de pastagem tem efeitos benéficos e positivos sobre a qualidade nutricional da carne, nomeadamente no que respeita ao perfil de ácidos gordos (French et al., 2000b). O conteúdo em antioxidantes também é um factor que melhora certos aspectos da qualidade da carne (Wood e Enser, 1997). Neste sentido, existe um potencial para utilizar a cor da gordura ou a concentração de carotenóides presente na gordura da carne como um indicador da dieta ministrada aos bovinos, podendo retirar dados sobre a qualidade nutricional da carne e posteriormente adquirir homologação ou certificação adequada para o efeito (Prache et al., 2002).

1.4.4.3. Capacidade de retenção de água (CRA) e perdas por gotejo (“drip loss”)

O teor de água contida na carne é um dos parâmetros essenciais de qualidade para os processadores, estando relacionada com o rendimento económico final (Bertram et al., 2003), sendo importante em termos de degustação. Obviamente, qualquer perda de água reduz o peso do produto, o que implica prejuízos financeiros.

A capacidade de retenção de água (CRA) é definida como a capacidade para reter a água durante a aplicação de forças externas na carne, tais como o corte, o aquecimento, a trituração e a prensagem (Zhang et al., 2005). A CRA apresenta um grande impacto sobre outros atributos de qualidade como tenrura e suculência (Oeckel et al., 1999). Por conseguinte, elevadas perdas de água, reduzirão a aceitabilidade da carne para os consumidores e consequentemente o seu valor económico (Cheng e Sun, 2008).

Durante o processamento da carne, ocorre um problema frequentemente expresso como perdas por gotejo ou “drip loss”, que consiste na perda de água na forma de gotas através da contracção das proteínas musculares (actina e miosina). As perdas por gotejo devem-se às variações do volume das miofibrilhas causados pelo *rigor mortis* e/ou à contração, quando as miofibrilhas se encolhem pela diminuição do pH ou pela contracção

subsequente à união das cabeças da miosina aos filamentos da actina. O fluido que sai acumula-se entre os feixes de fibras. Quando se corta um músculo, este fluido aquoso drena pela superfície a favor da gravidade; a sua viscosidade é bastante reduzida e as forças de capilaridade não o retêm.

No Quadro 1.12 estão referenciados o intervalo de valores de perdas por gotejo e perdas por pressão de alguns estudos efectuados em diversas raças bovinas.

Quadro 1.12 - Perdas por gotejo e por pressão na carne bovina, adaptado de Muchenje et al. (2009).

	Intervalo de valores	Autores
Perdas por gotejo (%)	0.14-3.89	Byrne et al., 2000; Strydom et al., 2005; Revila e Vivar-Qintana, 2006; Muchenje et al., 2008
Perdas por pressão (%)	37.0-72.7	Strydom et al., 2005; Zhang et al., 2005; Revila e Vivar-Qintana, 2006; Muchenje et al., 2009b

Um número de factores intrínsecos e extrínsecos afectam a CRA da carne e o conteúdo de água dos produtos finais, como o pH, o genótipo e alimentação de animais, sendo estes os mais importantes, pois afectam directamente as características musculares. Os tratamentos antes do abate como o jejum e o mau maneio, indutor de “stress”, podem também afectar a CRA.

a) pH

A capacidade de retenção de água da carne é afectada pelo pH (Offer e Knight, 1988), sendo um factor importante para o processamento de carne devido às proteínas musculares serem capazes de reter mais água, tornam-se mais solúveis (Muchenje et al., 2009). Ao diminuir o pH entre 5.0 e 5.4, devido à formação de ácido láctico, a CRA é mínima por coincidir com o ponto isoeléctrico (pI) das proteínas musculares (actina e miosina) (Hamm, 1986). Neste ponto, iguais cargas positivas e negativas do lado das redes dos aminoácidos resultam num número máximo de pontes salinas entre mudanças peptídicas e uma carga líquida igual a zero.

Dentro dos valores possíveis de pH da carne (5.2 - 6.8), aos valores mais altos está associado uma carga líquida maior das proteínas e portanto uma maior percentagem de água imobilizada (> CRA) (Moreno, 2004). Uma queda rápida do pH ou um pH mais

baixo tende a causar a desnaturação das proteínas o que provoca menor quantidade de água entre os filamentos de actina e miosina, aumentando assim a quantidade de água exsudada (perdas por gotejo) (Offer e Knight, 1988). Zhang et al. (2005) relataram maior CRA da carne com pH mais elevado (72.7%) relativamente a carnes com pH normal (48.7%).

No Quadro1.13, estão referenciados alguns estudos com machos de diferentes raças e idades próximas ao abate, criados em sistema semi-extensivo (acabamento de 2 a 3 meses com concentrado e feno) e em sistema intensivo (acabamento de 3 meses com concentrado).

Quadro1.13 - Valores de pH e de perdas por gotejo no músculo *L. thoracis*.

Raça	Idade (meses)	pH	Perdas por gotejo (%)	Autor
<i>Rubia gallega</i>	8.6	5.49	3.36	Oliete, 2003
	8.3	5.37	3.20	Moreno, 2004
<i>Minhota</i>	9	5.42	3.01	Araújo, 2005
<i>Parde suíça</i>	8.9	5.65	1.5	Cerdeno et al., 2006

b) Genótipo

Vários estudos demonstraram que o genótipo influencia a CRA da carne. Uytterhaegen et al. (1994) e Aldai et al. (2006), constataram efeitos da raça sobre as perdas por gotejo, mostrando maiores perdas em carnes provenientes de animais com dupla musculatura comparativamente com novilhos da mesma raça mas com conformação normal. Oliván et al. (2004), constataram que o músculo *longissimus thoracis* de novilhos de raça *Astúriana de los Valles* com dupla musculatura, apresentaram maiores perdas por gotejo e portanto, menor capacidade de retenção de água em relação a animais com conformação normal.

c) Alimentação

Quanto à alimentação, Albertí e Sañudo (1987) observaram que um acabamento prolongado à base de concentrado em bovinos jovens aumentou a CRA, enquanto o tipo de pastagem não teve qualquer influência sobre ela. Quanto ao uso de concentrados, num estudo efectuado por Hedrick et al. (1983) referiram que a suculência da carne bovina foi

afectada positivamente pelo teor de gordura e apresentou-se mais elevada com animais alimentados com dietas ricas em energia.

1.4.5. Lípidos

Os lípidos, são compostos orgânicos que constituem um grupo de biomoléculas extremamente heterogêneo onde se incluem as gorduras, as ceras, os fosfolípidos, os glicolípidos, os carotenos e os esteróides e dividem-se em simples e complexos, conforme são, ou não, constituídos apenas por carbono, oxigénio e hidrogénio ou contém outro tipo de átomos (Halpern, 1997). Nos lípidos simples as suas classes mais importantes são os glicéridos, em que o álcool é o glicerol, e esteróides, em que o álcool é um esteroide (Halpern, 1997). Os lípidos complexos para além de carbono, oxigénio e hidrogénio, podem conter azoto, enxofre, fósforo e açúcares (Halpern, 1997). Estas biomoléculas são constituintes essenciais da dieta alimentar porque para além do seu elevado valor energético (cerca de 9 kcal/g), são veículos de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e de ácidos gordos essenciais (ácido linoleico e linolénico) (Willis e Marangoni, 1999). De igual modo, funções tão diversas como a protecção térmica e física do músculo, dos órgãos corporais e o desenvolvimento do *flavour* característico da carne de cada espécie são características dos lípidos.

A quantidade e o local de deposição da gordura no corpo do animal influenciam a qualidade da carcaça. O tecido adiposo é o que apresenta maior variabilidade no animal, quer do ponto de vista qualitativo, quer pela sua distribuição e função biológica de armazenamento de energia para os períodos de escassez alimentar. O estudo do desenvolvimento da gordura é muito importante, já que as proporções de cada depósito de gordura afectam o valor comercial das carcaças e que os principais sistemas de classificação de carcaças utilizam medições do tecido adiposo (Costa, 2008).

A gordura distribui-se por todo o organismo, variando com a idade do animal. Ao nascimento, existe uma pequena proporção de gordura, que aumenta com o desenvolvimento do animal por hipertrofia e por hiperplasia. A deposição de gordura depende da espécie animal e da raça (Hammond, 1959 citado por Costa, 2008). As fêmeas iniciam a deposição de gordura a menor peso corporal do que os machos castrados e estes a peso inferior que os inteiros (Hafez, 1972 citado por Costa, 2008).

Os lípidos intramusculares são formados essencialmente pelos fosfolípidos membranares nos animais jovens. A deposição de triglicerídeos intramuscular ocorre, geralmente, depois do início da deposição de gordura em todos os outros adipósitos adiposos devido aos adipósitos intramusculares possuírem menor capacidade para a síntese de novo de ácidos gordos do que os adipósitos dos outros depósitos lipídicos (Mourot et al., 1995) e de menor tamanho que os outros tecidos adiposos (Hausser et al., 1997 citados por Costa, 2008).

1.4.5.1. Mono, Di e Triacilglicerídeos

As gorduras de origem animal são constituídas principalmente por triacilglicerídeos (TAG) (cerca de 97%). Os TAG são formados a partir da esterificação de uma molécula de glicerol com três moléculas de ácidos gordos (AG) (Chu et al., 2002), e são a primeira forma de ingestão dos lípidos.

O elevado número de ácidos gordos presentes em cada gordura, bem como as múltiplas combinações possíveis com as moléculas de glicerol, tornam os lípidos uma complexa mistura de compostos cuja estrutura e propriedades diferem ligeiramente.

Os triacilglicerídeos são a fracção maioritária lipídica na maioria dos bovinos e estão acompanhados por pequenas quantidades de monoacilglicerídeo, diacilglicerídeos, colesterol, ácidos gordos livres, ésteres de colesterol e fosfolípidos (Christie, 1978). A proporção de triacilglicerídeos, no peso total do tecido adiposo, varia com o crescimento e desenvolvimento do animal e difere entre depósitos (Fischer, 1990).

a) Os ácidos gordos (AG_s) dos glicerídeos

Os AG_s são os principais componentes dos lípidos simples. Consoante o número e tipo de AG_s que se ligam à molécula de glicerol, podem classificar-se em monoacilglicerídeo (um ácido gordo), diacilglicerídeo (dois) e triacilglicerídeo (três). Segundo o comprimento da cadeia hidrocarbonada, os ácidos gordos podem ser classificados em ácidos gordos de cadeia curta (4 a 6 átomos de carbono), de cadeia média (8 a 10 átomos de carbono) e de cadeia longa (12 ou mais átomos de carbono).

A dimensão da cadeia de átomos de carbono determina, em muitas instâncias, as propriedades químicas, físicas e metabólicas do ácido gordo (Breda, 2003) e podem-se apresentar como saturados e insaturados. São ditos saturados (SFA), quando apresentam ligações simples entre os carbonos e insaturados quando apresentam dupla(s) ligação(es)

entre os carbonos. Os ácidos gordos insaturados podem ser subdivididos em: monoinsaturados (MUFA), quando apresentam uma única dupla ligação; polinsaturados (PUFA) quando apresentam duas, três ou quatro ligações duplas e altamente insaturados, quando possuem cinco ou seis ligações duplas na estrutura carbónica (Godber, 1994).

De entre as várias carnes vermelhas disponíveis no mercado, a carne proveniente de ruminantes apresenta no seu perfil de ácidos gordos, uma predominância de ácidos gordos saturados (SFA) em detrimento dos ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA).

O predomínio dos SFA (até 50%), particularmente do ácido esteárico (C18:0) na carne dos ruminantes, advém da acção dos microrganismos do rúmen que promovem a biohidrogenação dos MUFA e PUFA provenientes da dieta (Kirsten, 1999).

b) Nomenclatura dos Ácidos Gordos

A nomenclatura dos ácidos gordos (AGs) apresenta-se no Quadro 1.14.

Quadro 1.14 - Nomenclatura de alguns ácidos gordos (AGs) predominantes na carne dos ruminantes.

Nome Sistemático (regra IUPAC)	Nome Comum	Tipo Ligação	Família- <i>n</i>
AGs Saturados			
Butanóico	Butírico	4:0	-
Hexanóico	Capróico	6:0	-
Octanóico	Caprílico	8:0	-
Decanóico	Capríco	10:0	-
Dodecanóico	Laurico	12:0	-
Tetradecanóico	Mirístico	14:0	-
Hexadecanóico	Palmítico	16:0	-
Octadecanóico	Esteárico	18:0	-
Eicosanóico	Araquídico	20:0	-
AGs Insaturados			
9-Octadecenóico	Oleico	18:1Δ9	<i>n</i> -9
9,12-Octadecadienóico	Linoleico	18:2 Δ 9,12	<i>n</i> -6
6,9,12-Octadecatrienóico	Gama Linolénico	18:3 Δ 6,9,12	<i>n</i> -6

(continua)

Quadro 1.14 (continuação) - Nomenclatura de alguns ácidos gordos (AGs) predominantes na carne dos ruminantes.

Nome Sistemático (regra IUPAC)	Nome Comum	Tipo Ligação	Família- <i>n</i>
9,12,15- Octadecatrienóico	Alfa Linolénico	18:3 Δ 9,12,15	<i>n</i> -3
Eicosatetranóico	Araquidónico	20:4 Δ 5,8,11,14	<i>n</i> -6
Eicosapentanoíco	EPA	20:5 Δ 5,8,11,14,17	<i>n</i> -3
Docosahexanoíco	DHA	22:6 Δ 4,7,10,13,16,19	<i>n</i> -3

Num estudo sobre o perfil dos ácidos gordos em amostras de carne em modo convencional e em modo biológico, Walshe et al. (2006) obtiveram os seguintes resultados:

Quadro 1.15 - Composição de ácidos gordos do músculo *Longissimus dorsi* de carne bovina convencional (*n*=6) e de carne bovina biológica (*n*=6) com idade entre 18 e 24 meses, adaptado de Walshe et al. (2006).

Ácido gordo (mg/g de gordura)	Amostras convencionais	Amostras biológicas
C14:0	4.40±2.22 ^a	4.35±1.35 ^a
C16:0	49.13±15.92 ^a	51.08±19.64 ^a
C16:1	5.06±2.24 ^a	5.11±1.42 ^a
C18:0	73.63±14.68 ^a	44.46±13.63 ^a
C18:1	61.39±23.73 ^a	65.56±26.01 ^a
C18:2 _{<i>n</i>-6}	4.15±2.28 ^a	5.05±2.02 ^a
C18:3 _{<i>n</i>-3}	1.97±0.96 ^a	2.60±1.09 ^a
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	2.31±0.90 ^a	1.96±0.19 ^a
P:S	0.064±0.029 ^a	0.071±0.018 ^a

Valores nas linhas com letras diferentes diferem significativamente (*P*>0.05).

De acordo com o Quadro 1.15, os autores referiram que embora não houvesse diferença significativa no perfil dos ácidos gordos entre as amostras dos diferentes modos de produção, o conteúdo do ácido esteárico (C18:0) das amostras convencionais era maior, enquanto que o conteúdo de ácido α -linolénico (C18:3_{*n*-3}) era maior nas amostras biológicas. Estas diferenças observadas causam um ligeiro aumento do rácio entre PUFA:SFA e uma ligeira diminuição do rácio de *n*-6:*n*-3 nas amostras biológicas.

c) Ácidos gordos essenciais

Os ácidos gordos essenciais polinsaturados só podem proceder da dieta, uma vez que os tecidos dos mamíferos carecem das enzimas necessárias para a sua síntese.

Em função dos ácidos gordos precursores existem três séries de ácidos gordos polinsaturados:

- $\omega 3$ ($n-3$), cujo precursor é o ácido α -linolénico;
- $\omega 6$ ($n-6$), seu precursor é o ácido linoleico;
- $\omega 9$ ($n-9$), formado a partir do ácido oleico.

Os ácidos gordos da serie $\omega 6$ são ácidos gordos essenciais e a sua ausência na dieta do homem, provoca disfunções celulares (Holman, 1986 citado por Moreno, 2004). O ácido linoleico ($C_{18:2n-6c}$) é um exemplo de ácido gordo essencial, embora do ponto de vista fisiológico, o araquidónico ($C_{20:4n-6}$) formado a partir do anterior é mais importante dando origem a compostos de grande actividade biológica (Brenner, 1981 e Holman, 1986 citados por Moreno, 2004). O organismo humano é incapaz de sintetizar os ácidos gordos $\omega 6$ e $\omega 3$ pelo que devem ser administrados na dieta.

O ácido gordo α -linolénico, que pertence à família dos ácidos $\omega 3$ é sintetizado somente pelas plantas. Existe uma interacção competitiva entre os ácidos gordos, de modo que, os da família $\omega 3$ suprimem o metabolismo dos da família $\omega 6$ e vice-versa (embora em menor intensidade). Ambas as famílias suprimem o metabolismo da família $\omega 9$ (Moreno, 2004). O consumo muito elevado de ácido linoleico (LA) poderá reduzir a quantidade de $\Delta 6$ -desaturase disponível para o metabolismo do ácido linolénico (ALA), podendo aumentar o risco de doenças cardíacas.

Os ácidos gordos de cadeia longa como o araquidónico ($C_{20:4n-6}$), eicosapentanóico ($C_{20:5n-3}$) e docohexanóico ($C_{22:6n-3}$), são derivados de forma mais eficiente a partir dos PUFA da dieta (Moreno, 2004). O ácido eicosapentanóico (EPA) e o ácido docosahexanóico (DHA) da série $n-3$, têm um papel preponderante em diversos processos metabólicos no organismo humano, tendo origem directa na dieta ou por síntese corporal utilizando como precursor o ácido linolénico (Nettleton, 1991). Dietas com maiores concentrações em ácido linoleico (LA) e pobres em ácido linolénico (ALA) resultam num excesso de ácido araquidónico e uma deficiência bem relativa em EPA e DHA, pois no organismo dos seres humanos a conversão de ácido linoleico em araquidónico e de ácido linolénico em EPA e DHA competem entre si, porque utilizam o mesmo sistema enzimático (Nettleton, 1991). No quadro 1.16 estão referenciados os valores de ácidos

gordos de cadeia longa de estudos com raças autóctones portuguesas criadas em sistema tradicional e/ou tradicional intensivo.

Quadro 1.16 - Valores dos ácidos gordos AA, EPA, DHA, DPA, do músculo *longissimus* de três raças portuguesas.

Raça	Acabamento	C20:4n-6, AA	C20:5n-3, EPA	C22:6n-3, DHA	C22:5n-3, DPA	Autor
Bar	pastoreio	0.31	0.14	0.01	—	Costa et al., 2006
	concentrado	0.07	0.02	0.02	—	
Arou	pastoreio	2.01	0.48	0.38	1.21	Alfaia et al., 2007
	concentrado	1.53	0.28	0.12	0.87	
Min	concentrado	0.93	0.49	0.85	—	Araújo et al., 2011

Bar - barrosã; Arou - arouquesa; Min - minhota; AA - ácido araquidónico; EPA - ácido eicosapentanoico; DHA - ácido docosahexanoico; DPA - ácido docosapentanoico

O C18:1 *trans*-11 (transvacênico - TVA) é o produto intermédio do processo de biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolénico e, acumula-se no rúmen em quantidades consideráveis, já que a sua hidrogenação a ácido esteárico (C18:0) é limitada (Griinari e Bauman, 1999). A sequência da biohidrogenação do ácido linoleico até ácido esteárico envolve pelo menos dois passos e duas populações distintas de bactérias (Harfoot e Hazelwood, 1988). Inicia-se com a isomerização do ácido linoleico com formação de *cis*-9, *trans*-11 (ruménico), sendo este de seguida hidrogenado na dupla ligação *cis*, com formação do ácido *trans*-11 C18:1 (TVA).

d) CLA

A terminologia “conjugated linoleic acid” ou ácido gordo conjugado (CLA) refere-se a um conjunto de isómeros, posicionais e geométricos do ácido linoleico (C18:2n-6), contendo ligações insaturadas, que se encontra presente nas forragens verdes, alguns grãos, frutos secos e produtos de origem animal, como o leite e a carne. A sua formação deve-se a uma biohidrogenação microbiana incompleta no rúmen, pelo que é um constituinte natural dos produtos lácteos e da gordura dos ruminantes (González e Vásquez, 2006).

A elevada concentração de gordura saturada na carne dos ruminantes, ocorre em função do processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos gordos insaturados oriundos da dieta que são transformados em ácidos gordos saturados no rúmen (French et al., 2000b). É durante o processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos gordos insaturados (linoleico 18:2n-6,

LA e linolénico 18:3 n -3, ALA), juntamente com a enzima Δ^9 dessaturase que vai haver formação de ácido linoleico conjugado (18:2 n -6 t11-CLA) (Griinari e Bauman, 1999). As formas mais comuns de CLA na carne dos ruminantes são os isómeros *c9t11* e *c10t12* (Costa, 2008).

No Quadro 1.17, estão sumariados os valores médios para as concentrações em CLA (mg/g de gordura) na carne bovina.

Quadro 1.17 - Conteúdo de CLA na carne bovina, adaptado de Schmid et al. (2006).

Bovinos adultos (mg/g de gordura)	Vitelos (mg/g de gordura)	Autores
2.9-4.3 ^b	2.7	Chin et al., 1992
5.8-6.8 ^b	—	Shantha et al., 1994
3.6-6.2 ^{a,c}	—	Dufey, 1999
1.2-3.0 ^{b,c}	—	Ma et al., 1999
4.0-10.0 ^{a,c}	—	Raes et al., 2003
6.5 ^c	—	Fritsche e Steinhardt, 1998
2.7-5.6 ^{a,b,c}	—	Rule et al., 2002

^a Carne proveniente de diferentes métodos de produção/Países

^b Diferentes peças da carcaça (e eventualmente diferentes animais)

^c Somente foi medido *c9, t11-18:2*

De acordo com o quadro anterior, Ma et al. (1999), justificaram o baixo conteúdo de CLA da carne bovina encontrados no estudo (1.2-3.0 mg/g gordura) através de vários factores como: variações sazonais, genética animal e as práticas de produção. Concentrações de CLA na carne bovina de diferentes países foi referido por Dufey (1999 citado por Schmid et al., 2006) variando de 70% (3.6-6.2 mg/g gordura) na carne bovina proveniente do Brasil e Argentina exibindo níveis mais elevados e os EUA exibindo os níveis mais baixos. Estes resultados foram atribuídos aos diferentes regimes alimentares entre os países (Schmid et al., 2006).

Como descrito anteriormente, vários factores influenciam o conteúdo de CLA na carne bovina, mas a dieta animal apresenta-se como o factor mais relevante, porque vai providenciar o substrato para a formação de CLA (Schmid et al., 2006). French et al. (2000b) determinou na gordura intramuscular de novilhos (músculo *longissimus dorsi*) o aumento dos teores de CLA correspondente ao aumento da ingestão de erva. Níveis de 5.4, 6.6 e 10.8 mg de CLA FAME/g de gordura foram detectados nos novilhos em pastoreio e

no acréscimo da ingestão de gramíneas em comparação com animais alimentados com concentrado (3.7 mg/g FAME) (Schmid et al., 2006). No entanto, dietas à base de feno e silagem de erva diferem na magnitude da produção de CLA em relação à pastagem. Isso pode estar relacionado com a redução de açúcar e fibra solúvel através do processo de ensilagem que pode influenciar o ambiente ruminal dos animais que consomem silagem (French et al., 2000b).

e) Ácidos gordos *trans* (TFA)

A generalidade dos ácidos gordos que integram a dieta, possuem na sua estrutura molecular pelo menos uma dupla ligação, sendo a forma habitual destas ligações (C=C) a configuração *cis*, estando tipicamente posicionadas nos carbonos 3, 6 e 9 do grupo metilo terminal como por exemplo o ácido oleico (18:2c9) ou o ácido linoleico (18:2c9c12). Contudo alguns ácidos gordos têm uma ou mais duplas ligações na configuração *trans*, sendo assim designados ácidos gordos *trans* (TFA) (Fritsche e Steinhart, 1998).

Os TFA à semelhança do ácido linoleico conjugado, apresentam-se como intermediários dos processos de biohidrogenação que ocorrem no rúmen dos ruminantes, sendo resultantes da fermentação bacteriana dos ácidos gordos insaturados, veiculados pela dieta (Fritsche e Steinhart, 1997). Como resultado deste processo de biohidrogenação, a gordura dos ruminantes, nomeadamente, manteiga, queijo, leite e carne contém aproximadamente 2 a 8% de TFA (Pfalzgraf et al., 1994 citados por Assunção, 2007). A concentração de TFA na gordura dos ruminantes apresenta variação sazonal, verificando-se as concentrações mais elevadas durante a época das pastagens e níveis mais baixos durante o período de estabulação (Precht, 1995; Precht e Molkentin, 1995 citados por Aro et al., 1998).

1.4.5.2. Efeitos dos ácidos gordos na saúde humana

A composição em ácidos gordos e o ácido linoleico conjugado (CLA) são temas actuais de grande interesse, com particular relevância para a qualidade da carne e saúde humana. As carnes de ruminantes têm sido consideradas alimentos pouco saudáveis, principalmente devido à sua fracção lipídica com elevada concentração em ácidos gordos saturados. Contudo, as gorduras edíveis dos ruminantes são a principal fonte natural de isómeros CLA, sendo os isómeros bioactivos (*c9,t11* e *t10,c12*) associados a propriedades potencialmente benéficas para a saúde humana, como propriedades anticancerígenas, imunimodulação, redução de gordura corporal e prevenção de diabetes (Mulvenill, 2001).

A importância da composição dos ácidos gordos na salubridade e qualidade da carne, especialmente de ruminantes, contribuiu para o desenvolvimento de directrizes específicas da Organização Mundial de Saúde em relação à percentagem de gordura na dieta. Neste sentido a proporção de gordura total, ácidos gordos saturados (SFA), ácidos gordos *trans* (TFA, *trans fatty acids*) e colesterol têm sido consideradas metas nutricionais fundamentais para a saúde humana (Kraft et al., 2008).

Estudos clínicos confirmaram que a ingestão elevada de TFA aumenta a nível plasmático o colesterol total e as LDL e diminuem as HDL, contribuindo para o aumento do risco das doenças coronárias (Troisi et al., 1992). Mais concretamente, é recomendado uma menor ingestão de SFA e TFA em prole de uma maior ingestão de PUFA (especialmente da família *n*-3 PUFA para permitir um balanço *n*-6/*n*-3 apropriado), com o objectivo de evitar doenças cardiovasculares (Sierra et al., 2008).

O rácio *n*-6:*n*-3 é um índice importante na avaliação da qualidade nutricional das gorduras alimentares. A base da genética do ser humano foi programada para uma dieta com uma relação *n*-6/*n*-3 entre 1 e 2 e para um teor muito mais baixo de ácidos gordos *trans* do que a dieta actual (Simopoulos, 1995). Hoje em dia, nos países ocidentais, a ingestão de ácidos gordos *n*-6 e *n*-3 é desequilibrada, apresentando 10 -20 vezes mais ácidos gordos *n*-6 do que *n*-3 (Gregory et al., 1990 citados por Costa, 2008).

Os ácidos *n*-6 têm um efeito pro-inflamatório e aumentam o risco de trombooses (Cunnane, 2003). Ao contrário, os ácidos gordos *n*-3 possuem propriedades anti-inflamatórias, anti-trombogénicas e anti-tumorigénicas (Simopoulos, 2000). Apesar de terem funções biológicas muitas vezes opostas, ambas as séries de ácidos são necessárias para a manutenção de uma dieta equilibrada e saudável (Claudinin, 2000 citado por Costa, 2008).

A relação *n*-6/*n*-3 das gorduras de ruminantes, particularmente os bovinos criados em sistemas extensivos (Enser et al., 1998), é usualmente inferior a 4-5, revelando uma boa característica nutricional para este tipo de alimento e as recomendações dietéticas são de uma relação *n*-6/*n*-3 de 4 ou inferior (British Department of Health, 1994)

1.4.5.3. Factores de variação da composição da gordura intramuscular

O conhecimento da composição dos ácidos gordos da gordura intramuscular da carne bovina e a compreensão dos factores de variação da sua composição tornam-se importantes face aos problemas de saúde humana. Tanto a sua qualidade como a sua composição

podem variar em função da espécie animal; da idade e condição corporal; do género, da localização anatômica e do regime alimentar, (Kempster, 1980 e 1981 citado por Moreno, 2004).

a) Espécie

A espécie animal constitui o principal factor de variação da composição de ácidos gordos, especialmente de PUFA, com quantidades de 2-4 % em bovino, 7-15% em suínos, 20-25% em frangos e mais de 30% em coelhos (Gandemer, 1998). A gordura de bovino é constituída por cerca de 48% de SFA, 48% de MUFA e 4% de PUFA (Anderson et al., 1986). A relação PUFA/SFA é desfavorável do ponto de vista dietético quando se compara com os ovinos ou suínos, mas se considerar a relação $n-6/n-3$ resultante da carne de bovino, a relação torna-se favorável, já que as recomendações dietéticas são de uma relação PUFA/SFA de 0.45 e uma relação $n-6/n-3$ de 4 ou inferior (British Department of Health, 1994).

b) Raça

Tanto o teor como a composição dos lípidos intramusculares dependem do património genético dos animais (Yang et al., 1999). Os animais com menores exigências de manutenção, terão maior disponibilidade energética para a deposição de gordura subcutânea, enquanto que os animais com maiores exigências terão maior tendência a formar depósitos internos de gordura que são mais fáceis de mobilização (Sprinkle et al., 1998 citados por Costa, 2008). Num estudo efectuado por Warren et al. (2008) sobre a composição de ácidos gordos de duas raças, uma de carne (*Aberdeen Angus*) e uma de leite (*Holstein-friesian*), envolvendo duas dietas diferentes (concentrado x silagem de erva) e abatidos aos 14, 19 e 24 meses, referiram que a raça leiteira tem uma diferente repartição da gordura corporal em relação à raça de carne, ou seja, depositam relativamente mais gordura nos depósitos internos, incluindo gordura intramuscular e menos gordura “externa” subcutânea.

No Quadro 1.18. estão referenciados estudos efectuados no *Longissimus thoracis e lumborum* de acordo com o perfil de ácidos gordos em raças de bovinos.

Quadro 1.18 - Perfil dos ácidos gordos (percentagens do total dos ácidos gordos no músculo *Longissimus thoracis e lumborum*), adaptado de Muchenje et al. (2009).

Ácido gordo	Intervalo de valores	Raça bovina	Fonte
C14:0	1.54 - 4.64	AV, AM; Ar; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Alfaia et al., 2007; Muchenje et al., 2007
C14:1c9	0.16 - 0.45	AV, AM; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Muchenje et al., 2007
C15:0	0.30 - 0.67	AV, AM; Ar; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006 ; Alfaia et al., 2007; Muchenje et al., 2007
C16:0	21.8 - 30.9	AV, AM; Ar; English beef; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Alfaia et al., 2007; Enser et al., 1996; Muchenje et al., 2007
C16:1c9	1.51 - 3.76	AV, AM; Ar; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Alfaia et al., 2007; Muchenje et al., 2007
C17:0	0.85 - 1.12	AV, AM; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Muchenje et al., 2007
C17:1c10	0.37 - 0.65	AV, AM; Ng, Bo, An	
C18:0	13.4 - 18.5	AV, AM; Ar; English beef; Ng, Bo, Na	Aldai et al., 2006; Alfaia et al., 2007; Enser et al., 1996; Muchenje et al., 2007
C18:1t9	1.40 - 5.66	AV, AM; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Muchenje et al., 2007
C18:1c9	6.34 - 35.2	AV, AM; Ar; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006 ; Alfaia et al. 2007; Muchenje et al., 2007
C18:2c9,12 (n-6)	9.86 - 23.7	AV, AM; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Muchenje et al., 2007
C18:2c9t11 (n-6)	0.28 - 0.37	AV, AM; Ng, Bo, An	
C20:0	0.17 - 9.68	AV, AM; Ng, Bo, An	
C18:3c9,12,15 (n-3)	0.14 - 2.34	AV, AM; Ng, Bo, An	
C22:0	0.40 - 1.85	AV, AM; Ng; Bo; An	
C20:3c11,14,17	0.40 - 1.16	AV; AM; Ng, Bo; An	
C22:2c13,16 (n-6)	0.22 - 0.49	AV; AM; Ng, Bo; An	
PUFA	13.6 - 32.2	AV, AM; Ng, Bo, An	
MUFA	26.4 - 36.5	AV, AM; Ng, Bo, An	
SFA	40.8 - 49.8	AV, AM; Ng, Bo, An	
n-6	5.23 - 29.5	AV, AM; Ar; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006 ; Alfaia et al., 2007; Muchenje et al., 2007
n-3	1.18 - 8.46	AV, AM; Ar; Ng, Bo, An	

(continua)

Quadro 1.18 (continuação) - Perfil dos ácidos gordos (percentagens do total dos ácidos gordos no músculo *Longissimus thoracis e lumborum*), adaptado de Muchenje et al. (2009).

Ácido gordo	Intervalo de valores	Raça bovina	Fonte
PUFA:SFA	0.11 - 0.81	AV, AM; Ar; English beef ; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006 ; Alfaia et al., 2007; Enser et al., 1996; Muchenje et al., 2007
<i>n-6:n-3</i>	1.32 - 1.8	AV, AM; Ar; English beef; UK beef; Ng, Bo, An	Aldai et al., 2006; Alfaia et al., 2007; Enser et al., 1996; Enser et al., 1998; Muchenje et al., 2007

Nota: AV - *asturiana de los valles*; AM - *asturiana de la montaña*; Ar – *arouquesa*; Ng - *nguni*; Bo – *bonsmara*; An- *angus*

c) Género

O género é um factor de variação da composição lipídica. Num estudo efectuado por Costa et al. (2006) com vitelos da raça *Barrosã* e abatidos no Outono (Quadro 1.19), chegaram à conclusão que o género é um importante factor de variação das proporções de SFA e MUFA em todos os músculos estudados (*bíceps femoris*, *Longissimus dorsi* e *supraspinatus*) nos quais, os machos apresentam um maior conteúdo total de SFA e menor conteúdo de MUFA e MUFA/SFA comparativamente às fêmeas. Araújo et al. (2011) ao estudarem o perfil dos ácidos gordos da raça *Minhota* de acordo com género e idade (Quadro 1.19), constataram que os vitelos machos (6 meses) apresentam uma melhor qualidade nutricional quando comparada aos vitelões (9 meses) devido principalmente aos níveis altos de *n-3* PUFA na gordura total. O mesmo se poderá dizer das diferenças entre géneros nos vitelos, onde os machos apresentam um rácio *n-6:n-3* mais favorável do ponto de vista dietético do que as fêmeas e continham menor percentagem de ácido palmítico (C16:0) do que as vitelas.

Quadro 1.19 - Perfil dos ácidos gordos (g FA/100 g do total de ácidos gordos identificados) no músculo *L. thoracis*.

Género	Idade	Raça	SFA	MUFA	PUFA	PUFA:SFA	<i>n-6</i> PUFA	<i>n-3</i> PUFA	<i>n-6:n-3</i>	Autor
Macho	6-9 meses	<i>Barrosã</i>	43.23	51.64	6.43	0.15	4.34	1.22	4.03	Costa et al., 2006
Fêmea			39.90	49.47	7.10	0.18	4.75	1.49	3.96	
Macho	6 meses	<i>Minhota</i>	52	37	11	0.202	6.32	4.02	1.57	Araújo et al., 2011
Fêmea			56	38	7	0.121	4.47	2.11	2.12	
Macho	9 meses		56	36	8	0.134	5.08	2.27	2.24	
Fêmea			55	40	5	0.092	3.28	1.60	2.05	

d) Idade e peso-vivo

A idade é outro factor que influencia o tecido adiposo da carne de bovino ao incrementar a quantidade de gordura dos depósitos intramusculares e subcutâneo (Morris et al., 1995). Esse incremento vai-se traduzir numa mudança no perfil de ácidos gordos que o compõem (Webb et al., 1998) e à medida que os bovinos atingem a maturidade, a proporção de ácidos gordos insaturados na gordura intramuscular e subcutânea aumenta (Hecker et al., 1975 citados por Moreno, 2004).

Malau-Aduli et al. (1998) encontraram diferenças significativas para a idade em relação às percentagens dos ácidos gordos 16:0, 18:0, 18:1, 18:3, 20:0, 20:1, 20:5, 22:0, 24:0 e 24:1. Com a idade, as percentagens de 16:0, 18:0 e 18:1 diminuem, ao contrário da percentagem total de polinsaturados que aumenta com a idade. Num estudo anterior realizado por Malau-Aduli et al. (1997), o ácido gordo palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0) diminuíram com a idade, sugerindo que estes ácidos saturados são progressivamente diluídos com os ácidos gordos de maior insaturação, aumentando os ácidos gordos monoinsaturados com a idade.

O peso vivo é o principal factor a considerar quando se estuda as modificações da composição corporal (Castrillo, 1975 citado por Costa, 2008). De uma forma geral, para o mesmo grau de maturidade, quanto maior o peso de abate, maior o nível de gordura da carcaça (Valls, 1979 citado por Costa, 2008).

Moloney et al. (2004) num estudo efectuado com animais da raça Holstein-Frísia, abatidos com diferentes pesos, constataram que o teor de ácido linolénico (C18:3 n -3), considerado o precursor dos ácidos gordos n -3, aumentou com a idade do animal. Para Waldam et al. (1968 citados por Costa, 2008) à medida que o animal se aproxima da maturidade, a maior parte da energia ingerida é depositada como gordura e a concentração de ácido oleico (C18:1 n -9c) aumenta.

e) Tipo de músculo

As diferenças percentuais na composição em ácidos gordos entre músculos são relativamente pequenas, reflectindo diferenças na concentração em fosfolípidos, a qual é superior em músculos vermelhos e onde predominam fibras oxidativas. Assim o *Longissimus thoracis*, com predomínio de fibras brancas glicolíticas, apresenta

percentagens inferiores de ácidos gordos polinsaturados, comparativamente ao *gluteobíceps* onde predominam fibras vermelhas oxidativas (Enser et al., 1998).

Interacções significativas entre a época de abate e o tipo de músculo foram obtidos para os ácidos gordos e isómeros de CLA, lípidos totais e CLA e o rácio entre PUFA/SFA em vitelos DOP da raça *Arouquesa* (Alfaia et al., 2007). Nutricionalmente a carne apresentou-se favorável, em ambas as estações do ano (Primavera e Outono), ou seja, conteúdo relativamente alto de CLA e do isómero c9, t11, e um rácio *n-6:n-3* inferior ao recomendado para a dieta humana. Os rácios apresentaram valores mais favoráveis no *semitendinosus* (ST) na Primavera tardia (Junho) em relação ao início de Outono (Outubro) e no *Longissimus dorsi* (LD) em ambas as estações.

f) Alimentação

A dieta administrada aos bovinos e os seus efeitos nutricionais influenciam a composição química da gordura e os atributos da qualidade da carne.

Durante a fase pré-ruminante, os vitelos alimentam-se quase exclusivamente de leite estando a composição da fracção lipídica da carne relacionada com a composição de leite ingerido. A fracção lipídica do leite é maioritariamente composta por triacilgliceróis (95-96%), incluindo também, pequenas quantidades de vitaminas lipossolúveis, fosfolípidos (0.2-1%) e colesterol (0.25-0.45%) (German e Dillard, 2006). Os principais ácidos gordos distribuem-se pelas várias famílias, sendo característico o elevado teor em ácidos gordos saturados, nomeadamente o ácido palmítico (16:0), esteárico (18:0), mirístico (14:0) e butírico (4:0) (German e Dillard, 2006). Relativamente ao teor em ácidos gordos insaturados, destacam-se o ácido oleico (18:1c9), linoleico (18:2*n-6*) e α -linolénico (18:3*n-3*) (Belitz e Grosch, 1999). Para além destes ácidos gordos, apresenta ainda, os isómeros conjugados do ácido linoleico (CLA) (Parodi, 1977).

As variações sazonais da composição das pastagens, poderão influenciar a composição da carne e do leite dos animais produzidos em regime extensivo (Costa et al., 2006).

Num estudo efectuado em explorações de leite em MPB no Reino Unido, Butler et al. (2008) obtiveram maiores concentrações de ácidos gordos insaturados e de CLA e menores concentrações de ácidos gordos saturados no leite nos meses de Março e Maio do que em Agosto e Outubro. Resultados semelhantes foram também obtidos por Rego et al. (2008) referindo que a variação no perfil de ácidos gordos no leite estava significativamente

relacionada com o tipo de dieta fornecida ao longo do ano. Nesse estudo os autores constataram que na Primavera, quando a disponibilidade de pasto é maior comparativamente ao Inverno, onde as vacas têm que ser suplementadas com silagem de milho, o leite apresenta um aumento de ácido ruménico e linolénico e uma diminuição do ácido palmítico, que poderá ter potenciais benefícios para os consumidores.

Num estudo com vitelos da raça *Rubia Gallega*, Moreno et al. (2006) concluíram que os vitelos desmamados e acabados com concentrado em estábulo apresentavam um menor conteúdo total de MUFA (49.08 vs 51.00) e PUFA (6.52 vs 8.21), uma concentração alta de SFA (44.30 vs 40.77) e um baixo rácio de PUFA:SFA (0.15 vs 0.20) no *Longissimus thoracis*, comparativamente ao grupo que permanecia junto às mães a pastar embora também lhes fosse administrado concentrado em períodos de maior défice.

Em relação ao tipo de dieta administrada, a carne de bovinos criados em pastoreio é mais rica em *n*-3 PUFA comparativamente a bovinos alimentados com dietas à base de grão (Yang et al., 2002).

Os lípidos da pastagem contêm altas proporções de α -linolénico (C18:3*n*-3) (percursor dos *n*-3), já os lípidos dos grãos são ricos em linoleico C18:2*n*-6 (percursor dos *n*-6) (Marmer et al., 1984) e uma percentagem elevada destes ácidos sofre biohidrogenação no rúmen a C18:0 (SFA) e uma outra parte escapa sendo absorvida intacta. Também já foi demonstrado que dieta à base de grão aumenta os níveis de CLA (Dannenberger et al., 2005) particularmente do isómero *cis*9, *trans*11 (Steen e Porter, 2003). Num estudo efectuado por Enser et al. (1998) ao comparar a composição de lípidos da carne de animais em pastoreio e outro grupo de animais criados intensivamente à base de concentrado, chegaram à conclusão que o rácio *n*-6/*n*-3 de animais em pastoreio andava no intervalo de 2.0-2.3, enquanto que os animais à base de concentrado continham um intervalo de 15.6-20.1, em quatro músculos estudados. French et al. (2000b) relataram que o aumento da proporção de forragem verde na dieta aumentou a concentração de *n*-3 PUFA (predominantemente de ácido linolénico) e do rácio PUFA:SFA e diminuiu a concentração de SFA e do rácio *n*-6:*n*-3 PUFA.

Como já foi referido anteriormente, os lípidos da pastagem contêm elevadas proporções de ácidos α -linolénico (ALA). Este ácido gordo *n*-3 (ómega 3) pode ser endogenamente desnaturado e alongado e formar ácidos gordos de cadeia longa *n*-3 (*n*-3 LC-PUFA) (Sprecher, 2000), ou seja, ácido eicosapentaenóico (EPA), ácido docosapentanoico (DPA)

e ácido docosahexaenóico (DHA) (Razminowicz et al., 2006). De acordo com Realini et al. (2004), bovinos alimentados à base de pastagem tem uma maior concentração de ácido linoleico (18:3 n -3) (1.34 vs 0.35), esteárico (18:0) (17.74 vs 15.77), araquidónico (20:4 n -6) (1.28 vs 0.95), eicopentanoico (20:5 n -3, EPA) (0.69 vs 0.30) e docasapentanoico (22:5 n -3, DPA) (1.04 vs 0.56) na carne do que bovinos alimentados à base de concentrado.

Concluindo, a carne de bovinos alimentados à base de pasto ou forragens, apresenta um maior teor de ácido linoleico conjugado (CLA), concentrações superiores de n -3 PUFA e inferiores de n -6 PUFA, originando um maior rácio de PUFA:SFA (Nuernberg et al., 2002; Nuernberg et al., 2005). No entanto, uma maior quantidade de ácidos gordos polinsaturados nos músculos pode contribuir para que as carnes sejam mais susceptíveis à oxidação lipídica. A oxidação lipídica prejudica significativamente a qualidade da carne, contribuindo para a perda do seu valor nutricional e alteração dos seus atributos, tais como a cor, o odor e o *flavour* (Gray et al., 1996), mas a pastagem é uma fonte razoável de vitamina E (α -tocoferol) para o gado e posteriormente para o produto de carne (Wood e Enser, 1997), pois melhora a sua qualidade ao inibir a oxidação de ácidos gordos e a perda de cor e sabor desejável durante o processo de refrigeração (Morrissey et al., 1994).

1.5. OBJETIVOS DO TRABALHO

São objectivos deste trabalho, contribuir para o estudo de atributos da carcaça e da carne de vitelos da raça *Cachena*, criados em modo de produção biológico (MPB) e em modo convencional (MC), destacando-se os seguintes:

- Valorização objectiva da carcaça;
- Determinação dos parâmetros físico-químicos da carne de vitelos produzidos em MPB e MC;
- Determinação do perfil de ácidos gordos da carne de vitelos produzidos em MPB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Alimentos de origem vegetal fornecidos em MPB

Como descrito no primeiro capítulo, os vitelos passam a maior parte do ciclo de vida no baldio, alimentando-se de leite materno e de vegetação espontânea (herbácea e arbustiva). Entre os 4 e os 6 meses de vida, em função da época do ano, os animais são estabulados, entrando na fase de acabamento com alimentação à base de ração biológica e feno biológico produzido na própria exploração. De referir que no sistema convencional o manejo é similar, com excepção no tipo de feno e de concentrado que são administrados.

2.1.1. Valor nutritivo da dieta alimentar

As amostras da vegetação foram colhidas no baldio na primeira semana de Julho de 2010 (figura 2.1) a uma altitude superior aos 1000 metros.

Em laboratório as amostras foram pesadas e moídas para analisar o valor bromatológico nutritivo das espécies espontâneas que os animais tinham à sua disposição.



Figura 2.1 - Amostras de espécies espontâneas consumidas pelo gado da raça *Cachena* (colheita em Julho de 2010).

O feno biológico produzido pela exploração em estudo é de duas zonas de altitude distintas: altitude acima e inferior aos 1000 metros. A composição química e a composição de ácidos gordos da dieta alimentar administrada aos vitelos em MPB na fase de acabamento está apresentada no Quadro 3.21.

2.2. Material animal

2.2.1. Animais e manejo

Dez machos da raça *Cachena* pertencentes a dois criadores da freguesia de Gavieira (Arcos de Valdevez), classificados na categoria de Vitela (V) pelo caderno de especificações da DOP Cachena da Peneda, sendo considerada até à idade de abate de 9 meses.

Os animais foram abatidos entre Março de 2010 e Janeiro de 2011, com uma idade compreendida entre os 7 e os 9 meses. O abate foi efectuado em dois matadouros. O grupo de animais convencionais ($n = 7$) foi abatido no matadouro de Monção, localizado a menos de 40 km da exploração, e o segundo de animais biológicos ($n = 3$) foi efectuado no matadouro de Penafiel (distanciado 130 km da exploração).

2.2.2. Valorização objectiva da carcaça

Às 48h *post mortem* foram realizadas as medidas lineares das carcaças convencionais no Talho da Lapa (Arcos de Valdevez) e no Matadouro Pec Nordeste SA (Penafiel). Segundo a metodologia De Boer et al. (1974), foram efectuadas seis medidas na meia carcaça esquerda (Figura 2.2), sendo as seguintes:

CTC (Comprimento total da carcaça): a distância entre a borda acima da sínfisis pubiana e o meio da borda frontal da primeira costela;

PEP (profundidade externa do peito): a distância entre as extremidades distais da meia carcaça, medido em linha recta paralela ao solo, ao nível da borda posterior da oitava vértebra do externo.

PIP (profundidade interna do peito): a distancia entre a parte interior do bordo posterior da oitava vértebra do externo e o bordo externo do corpo da vértebra por onde passa a linha imaginária sobre a qual se mede, paralelamente ao solo, o nível do bordo posterior da oitava vértebra do externo.

CP (comprimentos da perna): é a distância existente entre o bordo anterior da sínfisis pubiana e o bordo inferior da superfície articular do pequeno cuneiforme.

EP (espessura da perna): é a espessura dos planos musculares da perna entre o plano da sínfisis pubiana e da face exterior da perna.

PMP (perímetro máximo da perna): é o perímetro máximo que a perna traseira tem ao nível dos músculos *semitendinosus* e *semimembranosus*.

Todas as medidas referenciadas efectuaram-se mediante a utilização de uma fita métrica flexível.

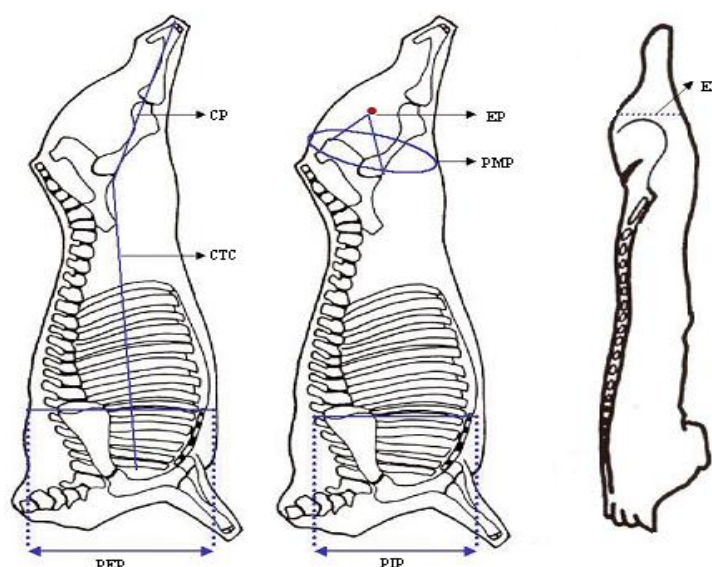


Figura 2.2 - Medidas lineares da carcaça: CTC - comprimento total da carcaça; PEP - profundidade externa do peito; PIP - profundidade interna do peito; CP - comprimento da perna, EP - espessura da perna, PMP - Perímetro máximo da perna.

Foram empregues os seguintes índices que relacionam as medidas lineares da carcaça:

ICC (*índice de compactidade da carcaça*): é o quociente entre o peso da carcaça e o comprimento da carcaça;

ILTP (*índice longitudinal transverso da perna*): quociente entre o comprimento da perna e a sua espessura.

2.2.3. Amostragem da carne

Utilizaram-se amostras convencionais e biológicas do *Longissimus thoracis* (LT), retiradas da metade esquerda da carcaça (10^a costela), 72 horas *post mortem*. Cada costeleta foi identificada e congelada para análise a -18°/-16° C.

No laboratório procedeu-se à descongelação lenta, durante 24 horas e a uma temperatura de 4° C, para determinação:

- De pH, cor e capacidade de retenção de água (perda por gotejo);

- Composição química e perfil dos ácidos gordos.

O número de amostras por tipologia de análise (Quadro 2.20), é a seguinte:

Quadro 2.20 - Número de amostras biológicas e convencionais utilizadas nas diferentes análises.

Determinação	Amostras Biológicas		Amostras Convencionais	
	Primavera	Inverno	Primavera	Inverno
Física	1	2	5	2
Composição química	1	2	5	2
Perfil de ácidos gordos	1	2	-	-

2.3. Métodos analíticos para a determinação dos atributos físico-químicos na carne

2.3.1. Perdas de água por descongelamento (perdas por gotejo)

Depois de descongeladas, as amostras foram colocadas em recipientes planos de plástico de fecho hermético nos quais se introduziu o suporte de malha para impedir que a amostra de carne ficasse em contacto com a superfície e com a água libertada. De seguida foi refrigerada a uma temperatura de 4°C durante 24 horas. As perdas por gotejo (%), determinam-se pela seguinte equação:

$$\% \text{ Perdas por gotejo} = \frac{(\text{peso inicial da carne congelada} - \text{peso da carne após 24 horas})}{\text{peso inicial da carne congelada}} \times 100$$

2.3.2. pH

A medição do pH realizou-se depois da carne descongelar e foi efectuada através de um aparelho medidor de pH (Hanna Instrumento HI-9024, 186 Portugal) equipado um eléctrodo de penetração de 6 mm de diâmetro e uma sonda de temperatura. Para a calibração utilizaram-se duas soluções buffer de pH 4 e 7.

2.3.3. Cor

Para a medição objectiva da cor do músculo *Longissimus Thoracis* foi utilizado um colorímetro (Minolta CR300). As medições foram efectuadas segundo as coordenadas tricromáticas que definem a luminosidade (L^*), o índice vermelho (a^*) e o índice amarelo (b^*) (CIE 1976).

Foram realizadas três leituras em zonas homogêneas e representativas, livres de gordura intermuscular e manchas de sangue para evitar problemas e heterogeneidade não imputáveis à massa muscular. Também se calculou os atributos de Tom e Croma, utilizando as seguintes equações:

Tom (H^*) – é o atributo da sensação visual segundo o qual o estímulo aparece similar a uma das cores perceptíveis como vermelho, amarelo, verde e azul. Calcula-se através de:

$$H^* = \arctg (b^*/a^*) \times 57.29$$

Croma (Chroma) – é a cor do estímulo subjugado em proporção da luminosidade de outro estímulo como branco ou transparente. Calcula-se através de:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$$

2.4. Composição química da carne

As amostras de carne foram analisadas em triplicado para determinar o teor de humidade, proteína, gordura e cinzas de acordo com as Normas Portuguesas.

2.4.1. Determinação da humidade

A determinação da humidade foi efectuada de acordo com o método descrito na NP 1614/1979 que consiste na mistura homogênea da amostra com areia e álcool etílico, pré-secagem em banho de água e secagem a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até massa constante. Realizou-se a desidratação de aproximadamente 10 g de cada amostra, acondicionada em cápsulas previamente pesadas. Estes recipientes foram dispostos em estufa à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, onde permaneceram até atingir o peso constante. Antes de serem pesadas, as amostras foram arrefecidas no exsiccador a fim de se evitar oscilações de peso decorrentes de variações de temperatura. O teor de humidade foi determinado através da seguinte relação:

$$\% \text{ de Humidade} = \frac{m(\text{areia} + \text{cápsula} + \text{vareta} + \text{amostra}) - m(\text{cápsula} + \text{vareta} + \text{areia}) \text{ após secagem}}{m(\text{areia} + \text{cápsula} + \text{vareta} + \text{amostra}) \text{ inicial} - m(\text{cápsula} + \text{careta} + \text{areia}) \text{ inicial}} \times 100$$

2.4.2. Determinação da proteína

A proteína foi quantificada através do método descrito na Norma Portuguesa NP-1612 (1979), que consiste na determinação do azoto total presente nas amostras, dividido em três etapas:

A primeira etapa consistiu num ataque por ácido sulfúrico concentrado, que transforma o azoto orgânico em iões de amónio, em presença do selénio como catalisador. Numa segunda etapa efectuou-se a adição de hidróxido de sódio que provoca a libertação do amoníaco, sendo este destilado e recebido num excesso de solução de ácido bórico. A terceira etapa consistiu na titulação do amoníaco combinado com o ácido bórico pelo ácido clorídrico padronizado. A concentração de azoto Kjeldahl foi calculada a partir da concentração do ácido clorídrico e usando-se um factor de conversão específico para cada tipo de alimento, que no caso da carne é de 6.25, obtendo-se o valor das proteínas.

$$\% \text{ de nitrogénio Kjeldahl} = \frac{V \times N \times f \times 14.007}{P} \times 100$$

$$\% \text{ de proteina} = \% \text{ de nitrogénio Kjeldahl} \times F$$

V = volume de solução ácido clorídrico 0,1 N gastos na titulação, após a correcção do branco, em litros;

N = normalidade teórica da solução ácido clorídrico 0.1 N;

f = 1.15 - factor de correcção da solução de ácido clorídrico 0.1 N;

p = massa da amostra em gramas;

F = 6.25 - factor de conversão da relação nitrogénio/proteína.

2.4.3. Determinação da matéria gorda total

A determinação da matéria gorda total foi efectuada de acordo com o método descrito na NP 1613/1979 que consiste no tratamento da amostra com ácido clorídrico fervente para libertar as fracções lipídicas. Depois efectuou-se a filtração da massa resultante, secagem e extracção da matéria gorda retida no filtro por meio de éter de petróleo em soxhlet.

2.4.4. Determinação das cinzas

As cinzas totais da carne foram quantificadas, através do método descrito na Norma Portuguesa NP-1615 (1979), que consiste na oxidação da amostra numa mufla. Para

determinar as cinzas utilizou-se aproximadamente 5 g das amostras, que foram acondicionadas em recipientes (cápsula) de porcelana e dispostas em mufla a 550° C - 600° C onde as amostras foram incineradas até atingir peso constante e determinou-se a massa do resíduo expressadas em % da amostra.

$$\text{Teor de cinza (m/m)} = \frac{m(\text{cinza})}{m(\text{amostra})} \times 100$$

2.4.5. Análise do perfil da gordura intramuscular

2.4.5.1. Preparação dos ésteres metílicos dos extractos de gordura

O teor de ácidos gordos presente nas amostras foi determinado através da transesterificação dos lípidos extraídos utilizando BF₃/metanol, de acordo com o método oficial da AOAC (969.33, method 41.1.28), com as devidas alterações efectuadas pelos laboratórios de Química da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo (IPVC).

2.4.5.2. Análise do perfil de ácidos gordos

Os valores dos ácidos gordos foram determinados através de cromatografia por gás líquido (Chrompack, CP 9001) equipado por uma detector de chama ionizante (FID) e uma coluna capilar de sílica (Supelco SP2560, 100m x 0.25 mm, 0.25 µm).

Para a análise dos ácidos gordos e isómeros *cis* e *trans*, a temperatura do forno foi programada de 70° C durante 4 minutos. De seguida, a temperatura subiu a uma taxa de 8° C/minuto de 70 até 110° C e a uma taxa de 5° C/minuto de 110° até 170° C, sendo mantida esta temperatura durante 10 min. De seguida subiu-se de 170° até 230° C a uma taxa de 3° C/minuto. Posteriormente subiu até 230° C e foi mantida a esta temperatura durante 15 min. O injectore e o detetore foram regulados para 240° C e 250° C, respectivamente.

A identificação individual dos ácidos gordos teve por base a comparação dos seus tempos de retenção com os de mistura padrão (FAME Mix C4-C24, Supelco; methyl oleate 99%, Sigma) e comparados com publicações de resultados de cromatografias anteriores (Dionisi, Golay e Fay, 2002). Os ácidos gordos foram expressos em % (w/w).

2.5. Análise estatística

Calcularam-se as estatísticas descritivas, de tendência central (médias), e de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação) através do programa SPSS versão 15.0. para Windows.

Com o objectivo de determinar o efeito do modo de produção nas características física e químicas (excepto perfil de ácidos gordos) da carne, realizaram-se análises de variância (ANOVA), baseada na soma dos quadrados tipo III, através do seguinte modelo linear geral (PROC GLM):

$$Y_{ij} = MP_i + \varepsilon_{ij}.$$

onde:

Y_{ij} = variáveis dependentes (pH; L^* , a^* , b^* , H^* , C^* ; perdas de água por gotejo; conteúdo de humidade, proteína, gordura e cinzas do *L. thoracis*).

MP_i = efeito devido ao Modo de Produção (biológico vs convencional).

ε_{ij} = efeito residual aleatório.

Este modelo foi utilizado para:

1º - Totalidade dos dados;

2 - Animais abatidos no inverno.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dieta alimentar fornecida aos vitelos de raça *Cachena*

A composição química de alguns dos alimentos administrados aos vitelos em MC e em MPB na fase de acabamento e da vegetação espontânea disponível no baldio, encontra-se no Quadro 3.21. a título indicativo.

Quadro 3.21 - Composição química da dieta em sistema MC e MPB (% RS).

	RS	Humidade	PB	GB	FB	Cinzas	Ca	P	Mg
Ração convencional	88.38	11.62	18.13	3.00	----	7.35	----	----	----
Ração biológica	88.10	11.90	14.38	----	----	5.89	----	----	----
Feno Bio (< 1000m)	90.39	9.61	7.59	----	----	3.23	----	----	----
Feno Bio (> 1000m)	89.42	10.58	8.27	----	----	3.01	----	----	----
Chupa-mel (CM)	21.80	78.20	11.88	3.6*	12.1*	2.58	1.35*	0.25*	0.16*
Carqueja (CA)	35.83	64.17	11.80	3.9*	22.2*	0.83	0.25*	0.14*	0.16*
Agostinha (AG)	40.58	59.42	7.72	6.3*	17.7*	0.98	0.45*	0.18*	0.20*
Urze roxa (UR)	44.12	55.88	8.11	5.6*	17.6*	1.02	0.29*	0.12*	0.16*
Erva brava (EB)	33.62	66.38	11.72	2.2*	24.6*	2.41	0.28*	0.20*	0.14*

RS- resíduo seco; PB – proteína bruta; GB – gordura bruta; FB – fibra bruta; Ca – teor em cálcio; P – teor em fósforo; Mg – teor em magnésio; CM – *Lithodora prostrata* (loisel.) Griseb; CA – *chamaespartium tridentatum* (L.) P. Gibbs; AG – *Calluna vulgaris* (L.) Salisb.; UR – *Erica australis* L.; EB – *Pseudorrenatherum longifolium* (thore) Rouy.

* Valores médios da composição química das mesmas espécies da região do Alto Minho (adaptado de Pacheco e Xavier, 1999).

Resumidamente, salienta-se a percentagem inferior de proteína bruta na ração biológica e os valores reduzidos de proteína e elevados de fibra bruta das espécies que compõem a vegetação espontânea.

O valor bromatológico da vegetação varia em função do seu desenvolvimento vegetativo, disponível em determinadas fases do ano, sendo o seu impacto na produtividade animal condicionado pelas quantidades ingeridas, pelo estado fisiológico do animal e pela suplementação com concentrado. Nos sistemas pastoris, é inevitável que os animais sofram fortes restrições alimentares ao longo do ano. A mobilização e reconstituição de reservas alimentares (musculo, gordura, água) são acompanhadas pela transição entre períodos de

abundância e de escassez alimentar. As raças rústicas têm a capacidade que permite atenuar os efeitos de escassez alimentar (Pacheco e Xavier, 1999). Por isso é fundamental, aos criadores saberem aproveitar essa capacidade, sem pôr em risco a saúde e a produção animal.

Ao nível do conteúdo em gordura bruta, quase todas as espécies espontâneas apresentam valores superiores ao da ração convencional (3.0), salientando a Agostinha (6.3) e a urze roxa (5.6). Em proteína bruta, destaca-se a chupa-mel (11.88), a carqueja (11.80) e a erva brava (11.72) aproximando-se dos valores de proteína bruta da ração biológica.

3.2. Valorização objectiva da carcaça de vitelos de raça Cachena em modo convencional (Vc) e biológico (Vb)

No Quadro 3.22 apresentam-se os resultados das características da carcaça em função do modo de produção, não se tendo verificado diferenças significativas ($P>0.05$) no peso, nas medidas lineares e índices.

Quadro 3.22 - Características da carcaça em função do modo de produção (Conv vs Bio) de vitelos de raça *Cachena*.

	Convencional (n=5)				Biológico (n=2)				Sig
	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	
Peso carcaça	83.80±11.18	64	91	13.35	77.70±6.36	73.2	82.2	8.19	NS
Medidas lineares da carcaça (cm)									
CTC	96.8±4.09	90.0	100.	4.22	96.5±3.54	94.0	99.0	3.66	NS
PEP	48±2.55	44.0	51.0	5.31	49.5±0.71	49.0	50.0	1.43	NS
PIP	32.4±1.82	30.0	35.0	5.61	34.0±1.41	33.0	35.0	4.16	NS
CP	61.4±2.30	59.0	64.	3.75	62.0±2.83	60.0	64.0	4.56	NS
EP	16.8±1.04	15.5	18.0	6.17	16.0±0.00	16.0	16.0	0.00	NS
PMP	73.8±2.49	70.0	77.0	3.37	75.5±3.54	73.0	78.0	4.68	NS
Índices									
ICC	0.9±0.09	0.71	0.92	10.06	0.8±0.04	0.78	0.83	4.53	NS
ILTP	3.7±0.27	3.28	4.00	7.45	3.9±0.18	3.75	4.00	4.56	NS

NS: Não Significativo

Relativamente aos índices ICC e ILTP, verifica-se que as carcaças, nos dois modos de produção, apresentaram-se pouco compactas ($ICC_c=0.9$ vs $ICC_b=0.8$), com pernas pouco espessas relativamente ao seu comprimento ($ILTP_c=3.7$ vs $ILTP_b=3.9$). As carcaças

tinham reduzidas dimensões comparativamente a estudos com outras raças mas a idades similares, nomeadamente a *Rubia Gallega* (Dios, 2000) (ICC=2.13 e ILTP=2.85), a *Minhota* (Araújo, 2005) (ICC=1.93 e ILTP=3.10) e a *Parda suíça* (Cerdeno et al., 2006) com ICC=2.13 e ILTP=3.2.

Os pesos médios das carcaças de *Cachena* ($V_c = 83.80$ kg e $V_b = 77.70$ kg) são inferiores aos 113 kg (valor médio de animais na mesma categoria em Portugal) (GPPAA, 2007).

3.3. Determinação dos parâmetros físicos e químicos da carne de vitelos de raça *Cachena* em modo convencional e biológico

3.3.1. Efeito do modo de produção nos parâmetros físicos no músculo *L. thoracis*

Nas variáveis de pH, perdas por gotejo, L^* , a^* , b^* , C^* e H^* não se verifica o efeito do modo de produção ($P > 0.05$) (Quadro 3.23 e Figura 3.3).

Quadro 3.23 - Efeito do sistema de produção (Conv vs Bio) nos parâmetros físicos do músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena*.

	Convencional (n=7)				Biológico (n=3)				Sig
	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	
pH	5.66±0.09	5.53	5.77	1.58	5.70±0.03	5.66	5.72	0.56	NS
P. gotejo	1.56±1.08	0.57	3.79	69.19	0.22±0.06	0.15	0.26	26.05	NS
L*	40.46±2.26	37.44	44.03	5.59	42.21±2.11	40.35	44.50	5.00	NS
a*	20.26±2.77	16.08	25.14	13.69	22.07±0.29	21.865	22.40	1.30	NS
b*	5.62±2.39	3.48	9.55	42.54	6.78±1.02	5.85	7.87	15.04	NS
C*	21.12±3.02	16.68	26.43	14.30	23.11±0.42	22.62	23.36	1.81	NS
H*	15.31±5.56	9.64	25.37	36.30	17.06±2.42	14.98	19.71	14.17	NS

NS: Não Significativo

Os valores de pH encontram-se dentro do intervalo normal de pH final 5.4 – 5.7, estabelecido para a carne bovina (Renner, 1986; Guhe et al, 1990). No entanto, os valores médios em ambos os modos de produção são superiores aos referidos por Oliete (2003) na raça *Rubia Gallega* (5.49) e Araújo (2005) na *Minhota* (5.42) para machos com o mesmo intervalo de idade e em modo convencional. O “Stress” antes do abate é considerado um dos factores que mais influencia o pH, podendo o seu valor ser condicionado pelas condições de transporte (duração, percurso) levando os vitelos a recorrer a reservas

glicolíticas, resultando em carne com pH mais elevado (Muchenje et al., 2009). O trajecto sinuoso em montanha (20 km) efectuado nos dois modos de produção, acrescido do realizado em estrada, que no caso dos MPB é 100 km até ao matadouro de Penafiel, poderá explicar o valor médio pH 5.7, superior nas amostras biológicas.

Relativamente às perdas por gotejo é de salientar os elevados valores dos coeficientes de variação, com particular destaque para as amostras convencionais. Apesar da ausência de diferenças significativas, as amostras convencionais apresentaram um valor médio de 1.56 vs 0.22 nas biológicas. O facto das amostras biológicas apresentarem valores superiores de gordura (ver Quadro 3.25), pode justificar as menores perdas por exsudação (Jeremiah et al., 2003). De referir a ausência de diferenças no pH dos diferentes modos de produção.

As amostras convencionais apresentaram valores de L* (40.46), a* (20.26) e b* (5.62) e as biológicas L* (42.2), a* (22.07) e b* (6.78).

A luminosidade da carne nos vitelos aproxima-se dos resultados obtidos por Sañudo (1998) com as raças *Rubia gallega* com L* (39.7); *Asturiana de valles* com L* (39.9) e *Pirenaica* com L* (41.1), para animais abatidos aos 15 meses e criados em modo intensivo (utilização de grão) que vai incrementar o valor de luminosidade. Já com vitelos de outras raças com a mesma idade ao abate que foram sujeitos a sistemas de pastoreio, seguidos de acabamento em estabulação (utilização de grão), como a *Rubia gallega* (Moreno, 2004) com L* (38.55) e a *Minhota* (Araújo, 2005) com L* (38.50), os nossos resultados apresentam um valor de L* superior.

Relativamente ao índice de vermelho (a*) os valores obtidos são superiores aos da raça *Rubia gallega* (14.73) (Moreno, 2004) e *Minhota* (15.46) (Araújo, 2005) com animais do mesmo género e idade ao abate. As amostras biológicas, apresentaram um valor de a* mais elevado, apesar da ausência de diferenças significativas. O maior conteúdo de gordura intramuscular presente na carne em MPB (Quadro 3.25) pode justificar uma maior concentração de mioglobina, que é necessária para assegurar o adequado transporte de oxigénio à fibra muscular (Renner, 1986).

O valor de b* das amostras biológicas encontra-se ligeiramente superior às amostras convencionais, mas sem diferenças ($P>0.05$). Pérez Álvarez et al. (1998) indicaram que as "carnes gordas" apresentaram valores de b* superiores, ou seja, uma dieta baseada em forragem vai contribuir para o aumento índice b* pela presença de carotenóides que conferem a cor amarelada à carne (Oliete, 2003)

O valor de C* não foi afectado pelo modo de produção visto o sistema de exploração desta raça variar somente na dieta e tempo de acabamento entre o MC vs MPB, embora o valor de C* em MPB (23.11) seja mais elevado do que em MC (21.12). Segundo Murrey (1992), poderá estar relacionado com o aumento do a* e b*, verificado nas amostras MPB que implica cores mais saturadas (> C*).

O tom (H*) não foi afectado pelo modo de produção, mas este parâmetro é condicionado principalmente pelo estado químico do pigmento (estados da mioglobina) ligados a factores *post mortem* e transformações tecnológicas (Albertí, 2001).

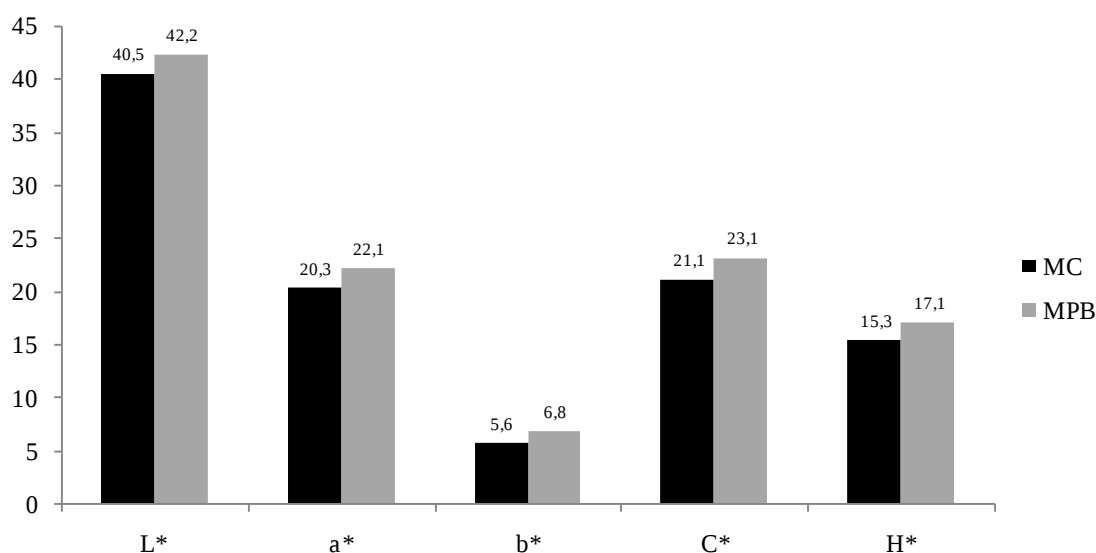


Figura 3.3 - Efeito do sistema de produção (Conv vs Bio) na cor do músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena*.

3.3.2. Efeito do modo de produção na composição química no músculo *L. thoracis*

Os resultados para a composição química (Quadro 3.24 e Figura 3.4), indiciam a ausência do efeito do modo de produção para todos os constituintes ($P > 0.05$), com excepção da gordura total ($P < 0.01$), com diferenças entre o MPB (2.75) e o MC (1.45).

Quadro 3.24 - Efeito do modo de produção (Con vs Bio) na composição química do músculo *L. Thoracis* de vitelos da raça *Cachena*.

	Convencional (n=7)				Biológico (n=3)				Sig
	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	
Humidade	76.22±0.81	75.18	77.43	1.06	77.02±0.82	76.55	77.97	1.07	NS
Proteína	21.82±0.39	2.25	22.56	1.81	21.77±0.50	21.26	22.26	2.30	NS
Gord. total	1.45±0.48	0.74	2.05	32.84	2.75±0.42	2.45	3.23	15.27	**
Cinzas	1.11±0.02	1.06	1.13	2.15	1.09±0.04	1.07	1.13	3.31	NS

SIG.: *** P<0.001; ** P<0.01; * P<0.05; NS: Não Significativo

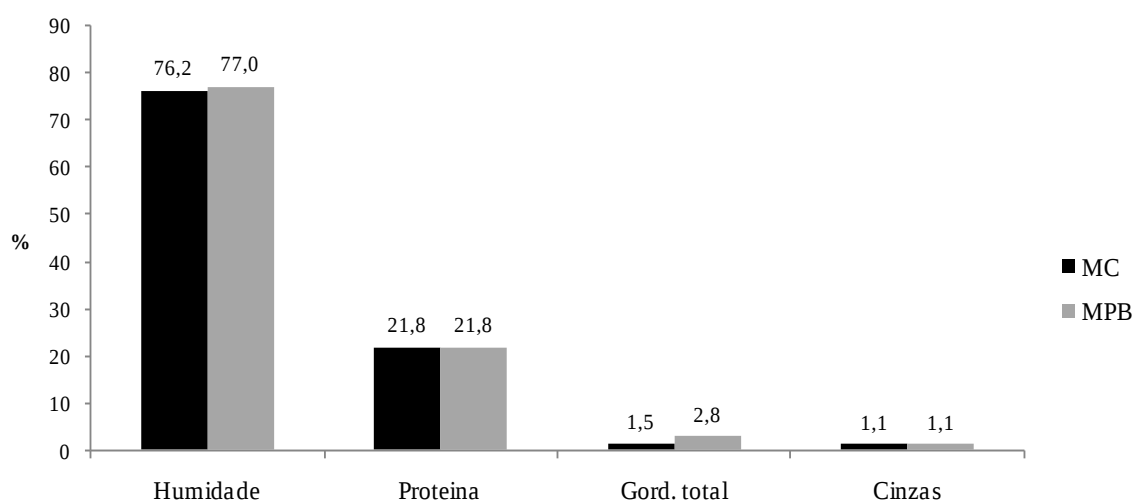


Figura 3.4 - Efeito do modo de produção (Con vs Bio) na composição química do músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena*.

As amostras convencionais apresentam uma percentagem de gordura significativamente inferior às biológicas, podendo-se explicar pela maior permanência dos vitelos no baldio e pelo inferior valor nutritivo das espécies espontâneas, acrescido da dieta em acabamento ser possivelmente de menor qualidade.

Jones e Tatum (1994) demonstraram a correlação positiva entre a gordura e a tenrura, havendo um amplo consenso que valores entre 2.5% a 3% são suficientes para garantir tenrura e sapidez à carne, o que poderá indiciar uma maior tenrura e sapidez da carne Cachena em MPB.

3.3.3. Efeito do modo de produção nos parâmetros físicos no músculo *L. thoracis* de vitelos abatidos no inverno

Nos vitelos abatidos no inverno, verifica-se a ausência de efeito do modo de produção ($P>0.05$), em todos os parâmetros (Quadro 3.25 e Figura 3.5).

Quadro 3.25 - Efeito do modo de produção nos parâmetros físicos no músculo *L. Thoracis* de vitelos da raça *Cachena* abatidos no inverno.

	Convencional (n=2)				Biológico (n=2)				Sig
	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	
pH	5.69±0,08	5.63	5.75	1.49	5.69±0.04	5.66	5.72	0.75	NS
P. gotejo	2.24±2.19	0.69	3.79	97.86	0.21±0.08	0.15	0.26	36.59	NS
L*	43.03±1.41	42.03	44.03	3.29	43.15±1.92	41.79	44.50	4.44	NS
a*	22.65±3.53	20.15	25.14	15.58	21.91±0.08	21.86	21.96	0.37	NS
b*	8.86±0.98	8.16	9.55	11.10	6.86±1.43	5.85	7.87	20.85	NS
C*	24.37±2.92	22.3	26.43	11.99	22.98±0.50	22.62	23.33	2.19	NS
H*	21.68±5.23	17.98	25.37	24.11	17.35±3.35	14.98	19.71	19.29	NS

NS: Não Significativo

Apesar da ausência de diferenças significativas, as amostras convencionais apresentam um índice b^* superior, podendo estar associado à presença de carotenóides nas espécies espontâneas no baldio (Priolo et al., 2001). O valor de a^* encontra-se ligeiramente superior ao biológico e poderá ser explicado pela estadia mais prolongada em baldio dos vitelos convencionais, resultando num aumento da actividade física, o que já foi provado que apresentam uma cor mais escura no músculo (Vestergaard et al., 2000; Nuernberg et al., 2005). Em relação ao C^* , as amostras convencionais apresentam um valor de 24.37, comparativamente com o 22.98 das amostras biológicas. Como já foi referido anteriormente, o aumento do valor de C^* poderá estar relacionado com o incremento de a^* e b^* (Murrey, 1992), verificado nas amostras convencionais.

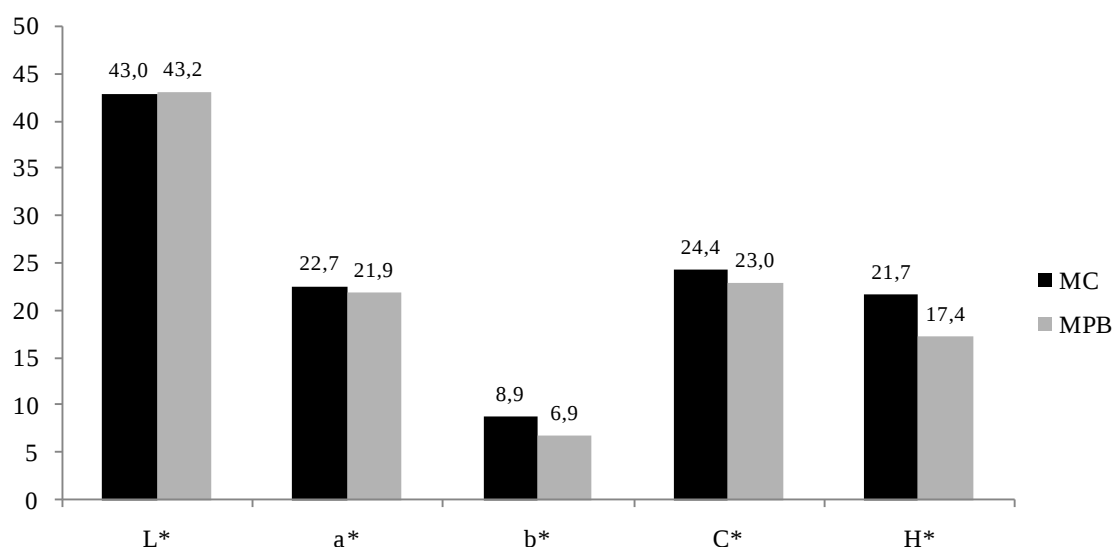


Figura 3.5 - Efeito do sistema de produção (Conv vs Bio) na cor do músculo *L. Thoracis* de vitelos de raça *Cachena* abatidos no inverno.

O valor de H* nas amostras convencionais apresenta-se mais elevado comparativamente às amostras biológicas, e como referido anteriormente, está relacionado ao estado químico do pigmento (estados da mioglobina) ligados a factores *post mortem* principalmente como o tempo decorrido após a corte da carne e transformações tecnológicas (Albertí, 2001), que não foram objecto do presente estudo.

3.3.4. Efeito do modo de produção nos parâmetros químicos no músculo *L. thoracis* de vitelos abatidos no inverno

Nos vitelos abatidos no inverno, os resultados para a composição química (Quadro 3.26 e Figura 3.6), indicam, com excepção da gordura total ($P < 0.001$), a ausência do modo de produção ($P > 0.05$).

Quadro 3.26 - Efeito do modo de produção nos parâmetros químicos no músculo *L. thoracis* de vitelos de raça *Cachena* abatidos no inverno.

	Convencional (n=2)				Biológico (n=2)				Sig
	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)	
Humidade	76.14±1.10	75.36	76.91	1.44	76.55±0.00	76.54	76.54	0.00	NS
Proteína	21.91±0.93	21.25	22.56	4.23	21.52±0.37	21.26	21.78	1.74	NS
Gord. total	0.87±0.18	0.74	1.00	21.13	2.51±0.08	2.45	2.57	3.38	**
Cinzas	1.09±0.04	1.06	1.11	3.57	1.07±0.00	1.07	1.07	0.09	NS

SIG.: *** $P < 0.001$; ** $P < 0.01$; * $P < 0.05$; NS Não Significativo

Em relação ao conteúdo de gordura, as amostras convencionais apresentam uma percentagem significativamente inferior às biológicas, possivelmente explicada pela permanência temporal superior no baldio e pela dieta de qualidade inferior à base de espécies espontâneas. De referir ainda que tempo de acabamento superior dos vitelos biológicos pode contribuir igualmente para aumentar a gordura total do músculo.

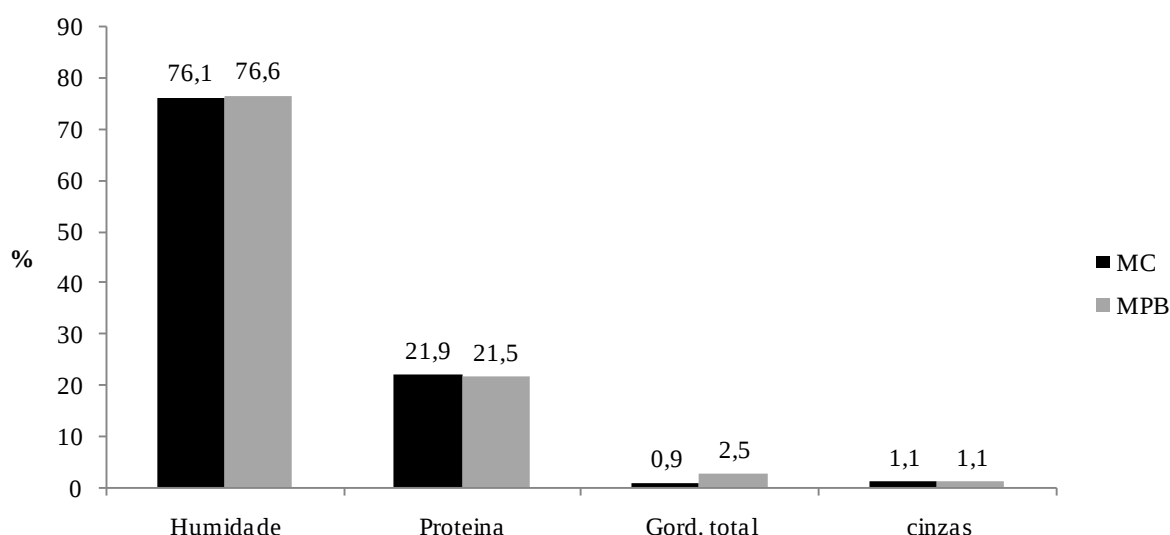


Figura 3.6 - Efeito do modo de produção (Con vs Bio) na composição química do músculo *L. Thoracis* de vitelos da raça *Cachena* abatidos no inverno.

3.4. Determinação do perfil de ácidos gordos da carne de vitelos de raça *Cachena* em MPB

O perfil de ácidos gordos da carne em MPB está apresentado no Quadro 3.27, denotando-se nalguns deles elevados valores do coeficiente de variação.

Quadro 3.27 - Perfil dos ácidos gordos (% m/m total AGs) do músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB.

	Nome comum	Média±D. Pad	Mínimo	Máximo	C. Var
< C14:0		3.42±0.87	2.69	4.38	25.41
C14:0	Mirístico	4.19±2.25	2.84	6.78	53.70
C14:1c9	Miristoleico	0.59±0.39	0.34	1.04	66.59
C15:0	Pentadecanóico	0.49±0.23	0.33	0.76	46.62
C16:0	Palmítico	24.24±1.93	22.93	26.55	7.95
C16:1t9	Palmitelaidico	0.25±0.11	0.18	0.37	43.51
C16:1c9	Palmitoleico	4.60±0.51	4.23	5.19	11.19

(continua)

Quadro 3.27 (continuação) - Perfil dos ácidos gordos (% m/m total AGs) do músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB.

	Nome comum	Média±D. Pad	Mínimo	Máximo	C. Var
C17:1t10	Heptadecanóico	0.27±0.18	0.14	0.48	67.00
C17:1c10	Margaroleico	0.76±0.02	0.74	0.78	2.31
C18:0	Estearico	14.74±3.65	10.60	17.49	24.74
C18:1t9	Elaidico	2.37±1.08	1.28	3.43	45.43
C18:1c9	Oleico	35.67±2.55	33.14	38.14	7.14
C18:1t11, TVA	Vacénico	0.26±0.17	0.16	0.46	66.18
C18:1c11	Cis-vacénico	0.25±0.15	0.13	0.42	60.68
C18:2t9 n-6		0.11±0.14	0.00	0.26	127.31
C18:2c9 n-6	Linoleico	2.45±0.78	1.87	3.35	31.97
C18:3n-6	γ-Linolénico	0.15±0.01	0.14	0.16	5.72
C20:1c11	Cetoleico	0.04±0.07	0.00	0.12	173.31
C18:3n-3	α-Linolénico	0.15±0.03	0.13	0.18	20.96
C18:2c9t11,	Ruménico	0.34±0.23	0.18	0.61	68.44
	CLA	0.28±0.26	0.11	0.58	94.90
C20:2n-6	eicosadienoico	0.29±0.16	0.16	0.46	52.77
C22:0	Beénico	0.21±0.14	0.06	0.34	67.48
C20:3n-6	Dihomo -γ-linolénico	0.07±0.02	0.05	0.09	30.64
C20:3n-3	eicosatrienoico	0.20±0.13	0.06	0.31	63.55
C20:4n-6	Araquidónico	0.28±0.02	0.25	0.30	8.72
C22:2n-6		0.12±0.15	0.00	0.29	123.18
C20:5n-3	EPA	0.05±0.06	0.00	0.12	111.13
C22:5n-3	DPA	0.38±0.11	0.27	0.47	27.53
C22:6n-3	DHA	0.10±0.09	0.00	0.18	90.10
	Outros	2.56±0.88	1.66	3.42	34.39

3.4.1. Ácidos gordos saturados

Nas amostras de músculo analisadas, o ácido gordo saturado mais abundante é o C16:0 (palmítico), seguido por C18:0 (estearico) e C14:0 (mirístico), (24.24%, 14.74% e 4.19% respectivamente) que conjuntamente perfazem quase 90% do total dos ácidos gordos saturados. Resultados semelhantes foram observados, no mesmo músculo, em vitelos criados em pastoreio da raça *Barrosã* (25.03%, 14.59% e 5.86%) (Costa et al., 2006); da raça *Arouquesa* (23.7%, 15.3% e 4.42%) (Alfaia et al., 2007) criados em pastoreio e de vitelões criados em dois tipos de regimes alimentares: pastoreio (24.3%, 15.8% e 2.31%) e a concentrado (23.2%, 13.7% e 2.49) (Enser et al., 1998). Como se pode observar, os

resultados obtidos vão ao encontro de animais criados à base de pasto, o que se poderá evidenciar o método de criação em MPB.

3.4.2. Ácidos gordos monoinsaturados

O C18:1*cis*9 (35.67) (ácido oleico) e C16:1*cis*9 (4.60) (palmitoleico) são os ácidos gordos monoinsaturados de maior concentração na carne em MPB, contribuindo com mais de 74 % e 9 % do total da fracção de MUFA presente na carne em MPB. Comparativamente com resultados de vitelos machos em idades semelhantes e diferentes raças, como a *Barrosã* com C18:1*cis*9 (37.89), C16:1*cis*9 (3.53) criados em pastoreio e não desmamados (Costa et al., 2006); *Arouquesa* com C18:1*cis*9 (34.0), C16:1*cis*9 (3.11), desmamados e criados à base de pasto (Alfaia et al., 2007); a *Minhota* com C18:1*cis*9 (28.0), C16:1*cis*9 (0.41) (Araújo et al., 2011), podemos afirmar que a raça *Cachena* em MPB tem um elevado conteúdo de ácido oleico que, por sua vez, pode contribuir para aumentar o HDL e diminuir a concentração de LDL no sangue (Katan et al., 1994), reduzindo o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Kwiterovich, 1997). A produção de carne rica em ácido oleico, como a carne *Cachena* em MPB poderá resultar num positivo impacto na saúde humana.

Por sua vez o conteúdo de 18:1*t*11 (TVA) das amostras em MPB foi de 0.26%, comparativamente a outras raças, das quais salientamos, a *Minhota* (0.64%) (Araújo et al., 2011), a *Barrosã* (0.33% vs 0.55%) (Costa et al., 2006) e a *Arouquesa* (2.44% vs 1.63%) (Alfaia et al., 2007) em ambas as estações (Outono vs Primavera), o valor encontra-se inferior. Este ácido gordo é um intermediário muito importante produzido por microrganismos do rúmen a partir do C:18 PUFA (ácido linoleico e ácido linolénico) (Bessa et al., 2000) e antes da sua absorção, este ácido poderá ser transformado em CLA (18:2*c*9*t*11- ácido ruménico) nos tecidos dos ruminantes (Bauman et al., 1999). Geralmente carnes que apresentam um elevado conteúdo deste ácido, estão associadas a animais produzidos em pastoreio que contribui para a disponibilização do substrato de PUFA para a biohidrogenação no rúmen (Costa et al., 2006). No caso das amostras biológicas, isso não acontece, porque embora os vitelos tivessem acesso restrito ao pastoreio durante a fase de acabamento (3 meses), a dieta baseava-se em ração e feno.

3.4.3. Ácidos gordos polinsaturados

A pastagem é uma boa fonte de ácido linolénico (ALA) para os bovinos. Com efeito, este ácido gordo é o mais representativo na composição dos lípidos das pastagens (Palmquist, 1988). O ácido linoleico (LA) é encontrado em concentrações mais elevadas em alimentos concentrados (grãos e oleaginosas) (Wood et al. 2008).

O ácido linoleico (C18:2 n -6, LA) e o ácido α -linolénico (C18:3 n -3, ALA) obtidos foram 2.45% e 0.15% respectivamente. Noutras raças e para os mesmos AGs os valores foram 4.95% e 1.01% na raça *Minhota* (Araújo et al., 2011), 3.89 e 1.04% na *Arouquesa* (Alfaia et al., 2007) e 3.94 e 0.72% na *Barrosã* (Costa et al., 2006). Comparativamente a outras raças, a carne Cachena em MPB apresenta valores inferiores, principalmente do ácido α -linolénico. Isto poderá dever-se à dieta fornecida em acabamento na qual é fornecido concentrado e feno. Dietas à base de forragem ou pastagem leva a um aumento da concentração de n -3PUFA nos tecidos, enquanto que uma dieta à base de concentrado (grão) eleva a concentração de n -6 PUFA (Enser, 1998). Por outro lado, o processo de conservação de forragens conduz a decréscimos que podem ser muito significativos na concentração em ácidos gordos polinsaturados, nomeadamente no ácido linolénico (18:3 n -3) mais nos fenos do que nas silagens, devido a perdas por oxidação e mecânicas (Bessa, 2001).

O conteúdo de CLA total nas amostras em MPB foi de 0.62%, valor superior ao obtido na raça *Minhota* (0.18%) com vitelos alimentados com feno, concentrado e aleitamento natural (Araujo et al., 2011) e inferior à *Barrosã* com manejo alimentar “tradicional” (silagem de milho, feno e palha de azevém) e em pastoreio, respectivamente 0.85% e 0.75% (Costa et al., 2006). Como referem Madron et al. (2002), a dieta afecta o conteúdo de CLA depositado na gordura intramuscular, sendo a sua percentagem superior nos animais em pastoreio comparativamente a animais com dietas à base de grão (Realini et al., 2004).

Em relação aos ácidos de cadeia longa, temos a referir o valor de C20:4 n -6, AA (0.28%); C20:5 n -3, EPA (0.05%); C22:5 n -3, DPA (0.38%) e C22:6 n -3, DHA (0.10%) obtidos para a raça *Cachena* em MPB. Comparativamente a outras raças, das quais salientamos, a *Barrosã* (Costa et al., 2006) com C20:4 n -6, AA (0.31%); C20:5 n -3, EPA (0.14%) e C22:6 n -3, DHA (0.01%) de vitelos criados em pastoreio e sem estarem desmamados; já com vitelos desmamados e com dieta à base de concentrado e feno, os resultados obtidos

para o mesmo estudo foram C20:4n-6, AA (0.07%); C20:5n-3, EPA (0.02%) e C22:6n-3, DHA (0.02%). De acordo com os resultados obtidos, a carne Cachena é nutricionalmente mais favorável no que se refere aos ácidos da série *n*-3, o docosahexanóico (DHA) e docosapentaenóico, DPA. Este último não foi detectado nas carnes de vitelos da raça *Barrosã* (Costa et al., 2006), e vitelos e vitelões da raça *Minhota* (Araújo et al., 2011). Dietas com maiores concentrações em ácido linoleico (LA) e pobres em ácido linolénico (ALA) resultam num excesso de ácido araquidónico e uma deficiência bem relativa em EPA e DHA, pois no organismo dos animais a conversão de ácido linoleico em araquidónico e de ácido linolénico em EPA e DHA, competem entre si porque utilizam o mesmo sistema enzimático (Nettleton, 1991). Os PUFA *n*-3 de cadeia longa têm um papel preponderante em diversos processos metabólicos no organismo humano, ainda no nosso estudo, foi obtido um valor elevado de PUFA de cadeia longa não identificáveis (2.56%), mas que poderão ser de extrema importância para benefícios nutricionais, para a saúde humana e melhor quantificar a importância do consumo da carne desta raça.

3.4.4. Concentração dos ácidos gordos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA) no músculo *longissimus thoracis* de vitelos em MPB

As percentagens dos ácidos gordos saturados, monoinsaturados e polinsaturados encontrados no músculo *longissimus thoracis* nos vitelos cachenos em MPB indicam-se no Quadro 3.28.

Quadro 3.28 - Ácidos gordos (% m/m total AGs) no músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB.

	Média±D. Pad	Mín	Máx	CV (%)
SFA	47.40±0.36	47.01	47.72	0.77
MUFA	45.06±0.70	44.26	45.52	1.55
TFA	3.25±1.28	1.78	4.03	39.37
PUFA	4.99±0.70	4.18	5.42	14.02
<i>n</i> -6	3.48±0.59	3.05	4.14	16.88
<i>n</i> -3	0.89±0.10	0.83	1.00	10.72

Os valores de SFA, MUFA e PUFA na carne Cachena são semelhantes aos 47.41%, 47.09 e 4.43%, respetivamente, obtidos na raça *Barrosã*, com vitelos acabados à base de concentrado e forragem (Costa et al., 2006) e, aos 46.7%, 41.9 e 7.91% na *Arouquesa*

(Alfaia et al., 2007). Já com vitelos criados à base de pasto foram obtidos 49.78%, 43.91 e 5.19% na raça *Barrosã* (Costa et al., 2006) e 46.7% de SFA, 39.4% MUFA e 9.61% PUFA na *Arouquesa* (Alfaia et al., 2007). Como se pode constatar a alimentação influencia nas percentagens de MUFA e PUFA, ou seja, durante os períodos de pastoreio os níveis de PUFA e MUFA aumentam e levam ao incremento das percentagens de ácido oleico e ácidos gordos *trans* (TFA) correspondendo a uma diminuição de SFA (Precht, 1995). Já Raes et al. (2004) observaram que, independentemente da dieta animal, os animais com maior conteúdo de gordura intramuscular, apresentavam concentrações superiores de SFA e MUFA e inferiores de PUFA. No nosso estudo, o conteúdo superior de gordura intramuscular obtido nos vitelos em MPB poderá explicar os valores obtidos.

Em relação à concentração de TFA obtida para a carne *Cachena*, o valor foi 3.25% sendo semelhante ao 3.32% para vitelos Arouqueses em pastoreio e acima dos 2.65% e 0.51% para vitelos estabulados da raça *Arouquesa* (Costa et al., 2006) e *Minhota* (Araújo et al., 2011) De acordo com Aro et al. (1998), observaram concentrações mais elevadas de TFA durante a fase de pastoreio e níveis mais baixos durante o período de estabulação. Em relação à raça *Cachena* em MPB, o estudo efectuou-se com vitelos em acabamento semi-intensivo, e por falta de amostras, não se pode comparar em regime extensivo (pastoreio).

3.4.5. Rácios dos ácidos gordos

Os rácios PUFA/SFA e n-6/n-3 são parâmetros importantes no que diz respeito ao valor nutricional da dieta (British Department of Health, 1994). As recomendações nutricionais actuais para a dieta humana apontam para um ratio PUFA/SFA que deveria estar acima de 0.45, e dentro dos ácidos gordos PUFA, o rácio n-6/n-3 não deve exceder 4.0 (British Department of Health, 1994).

Os rácios referentes aos ácidos gordos de vitelos de raça *Cachena* em MPB estão referidos no Quadro 3.29 e Figura 3.7.

Quadro 3.29 - Rácios dos ácidos gordos no músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB.

Rácios	Média±D. Pad.	Mín	Máx	CV (%)
n-6:n-3	3.96±0.94	3.23	5.02	23.82
PUFA:SFA	0.11±0.02	0.09	0.12	14.76
CLA:SFA	0.01±0.01	0.01	0.02	79.67
TVA:CLA	0.46±0.09	0.39	0.55	19.21

De acordo com os resultados obtidos, o rácio PUFA/SFA observado na carne de vitelos *Cachenos* em MPB foi de 0.11, sendo semelhante aos 0.12 dos vitelos de raça *Barrosã* (Costa et al., 2006); 0.13 para novilhos acabados em pastoreio (French et al., 2000b) e os 0.13 para a raça *Minhota* (Araújo et al., 2011). Já a raça *Arouquesa*, com 0.21 (Alfaia et al., 2007) para animais abatidos com 9 meses e acabados em pastoreio, apresenta um valor nutricionalmente superior aproximando-se mais do valor recomendado (0.45). No caso dos vitelos em MPB, o valor do rácio PUFA/SFA apresenta-se com um valor inferior ao recomendado, podendo dever-se à dieta administrada em fase de acabamento (concentrado e feno) que muda a composição de ácidos gordos diminuindo o rácio PUFA:SFA e aumenta o rácio *n*-6:*n*-3 quando comparada com animais em pastoreio (rico em *n*-3 PUFA) (Nuernberg et al., 2002).

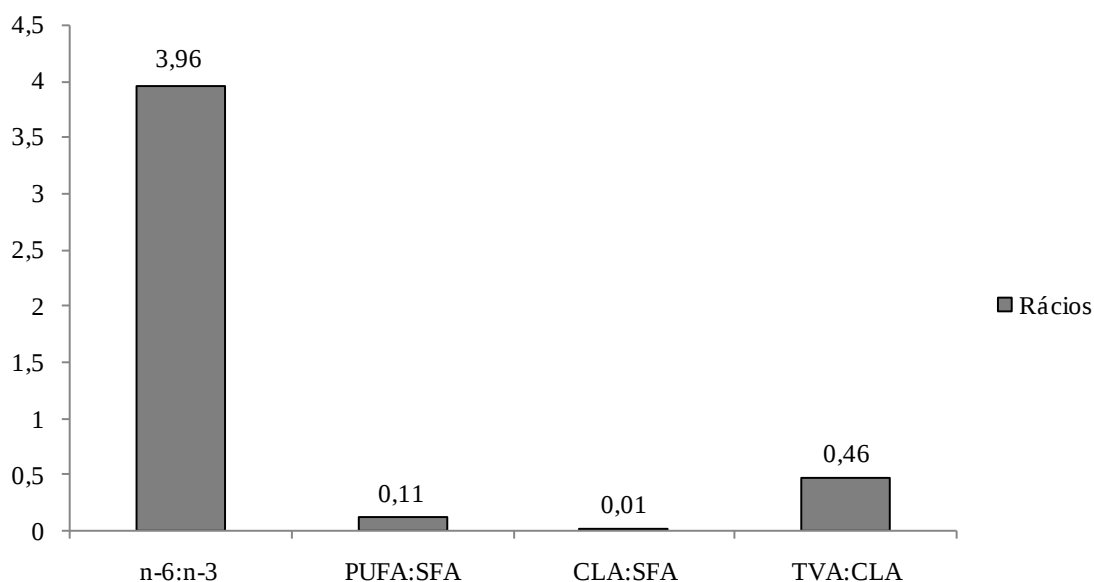


Figura 3.7 - Rácios dos ácidos gordos no músculo *L. Thoracis* (n=3) de vitelos de raça *Cachena* em MPB.

Para os humanos o rácio *n*-6/*n*-3 é assumido como o parâmetro mais relevante comparativamente ao PUFA/SFA (Enser et al., 1996) e o seu balanço permite a prevenção de várias doenças crónicas e desordens auto-imunes. No nosso estudo o rácio *n*-6/*n*-3 observado foi de 3.96 estando em consonância com o British Department of Health, (1994) que refere que o valor não deverá exceder 4.0. Comparativamente a outras raças, este rácio é superior aos 2.24 na *Minhota* (Araújo et al., 2011) e 2.28 na *Arouquesa* (Alfaia et al., 2007). Já na raça *Barrosã*, com o valor de 4.08 (Costa et al., 2006) apresenta um rácio

ligeiramente superior a 4. Estas variações podem ser atribuídas às diferentes dietas administradas.

O rácio CLA:SFA (0.013) e TVA:CLA (0.48) da carne Cachena em MPB apresenta-se com valores semelhantes com animais da mesma idade mas em pastoreio, dos quais, a raça *Barrosã* (0.017 e 0.39) e estabulados (0.015 e 0.70) (Costa et al., 2006). Já a raça *Minhota* apresenta um valor inferior do rácio CLA:SFA (0.003) e mais elevado de TVA:CLA (3.65) (Araújo et al., 2011). Este último rácio dá uma indicação importante de formação de CLA, já que o TVA antes da sua absorção, poderá ser transformado em CLA (18:2c9t11 - ácido ruménico) nos tecidos dos ruminantes (Bauman et al., 1999).

4. CONCLUSÃO

Do presente trabalho podem apresentar-se as seguintes conclusões:

As carcaças de vitelos apresentam valores de pesos e compacidade reduzidos, e com pernas pouco espessas relativamente ao seu comprimento, sem diferenças entre os modos de produção.

A carne, em ambos os modos de produção, apresentou valores elevados de luminosidade, de índice de vermelho e de saturação, sem diferenças entre os referidos modos. A mesma conclusão aplica-se aos animais abatidos no inverno.

A carne em MPB apresentou composição em gordura superior ao modo convencional, não se tendo verificado diferenças no teor de proteína, humidade e cinzas.

Embora o estudo do perfil dos ácidos gordos tenha incidido num reduzido número de amostras analisadas, a carne de vitelos em MPB apresentou elevado valor de ácido oleico e a presença de ácidos gordos *n*-3 PUFA de cadeia longa, principalmente do C22:5*n*-3, DPA. O rácio de PUFA:SFA na gordura intramuscular da carne Cachena em MPB foi inferior ao recomendado. Quanto ao rácio *n*-6:*n*-3, o valor obtido foi nutricionalmente favorável. Um ácido gordo que merece maior atenção na continuação do estudo desta raça é o CLA, uma vez que parece haver uma tendência para o seu aumento nos animais abatidos no final da primavera comparativamente aos abatidos no inverno.

Futuramente, mais estudos são necessários no sentido de se dar continuidade à avaliação e valorização desta raça que, pelo seu perfil adaptativo raro de alta montanha, de integração em sistemas silvo-pastoris em MPB, de utilização dos recursos endógenos vegetais, possibilita a obtenção de carne de qualidade.

BIBLIOGRAFIA

- Albertí, P., 2000. Medición del color. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA: Ganadera, 1, 157-166.
- Albertí, P., 2001. Determinación instrumental de la calidad de la carne: Medición del color. In V. Cañeque, & C. Sañudo, Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes, 157-166.
- Albertí, P., Sañudo, C., 1987. Efecto del pastoreo y del acabado a pienso en la producción de terneros Frisones nacidos en otoño. Evaluación de las canales y de la cantidad de carne. ITEA, 72, 57-64.
- Aldai, N., Murray, B. E., Martinez, A., Oliván, M., Troy, D. J., Osoro, K., et al., 2006. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. Meat Science, 72, 486-495.
- Alfaia, C. M. M., Castro, M. L. F., Martins, S. I. V., Portugal, A. P. V., Alves, S. P. A., Fontes, C. M. G. A., Bessa, R. J. B., Prates, J. A. M., 2007. Influence of slaughter season and muscle type on fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomeric distribution and nutritional quality of intramuscular fat in Arouquesa - PDO veal. Meat Science, 76, 787-795.
- Anderson, B. A., Lauderdale, J. L. e Hike, Y. M., 1986. Compositions of foods: Beef products raw, processed and prepared. USDA Agriculture Handbook, 8-13.
- Araújo, A., Cerqueira, J. O. L., Dantas, R., Pires, P., e Araújo, J. P., 2011. Análisis de la producción de carne con la raza cachena. AIDA, XIV Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 673-675.
- Araújo, J. P., 2005. Caracterización etnológica, genética y productiva de la raza bovina Minhota, PhD Thesis, Universidad de Santiago de Compostela (USC).
- Araújo, J.P., Barros, M., Moreno, T., Pires, P., 2011 submetido. Effects of gender on fatty acid composition of *Longissimus thoracis* muscle of veal and beef from Minhota breed. International Journal of Food Science and technology.
- Aro, A., Antoine, J.M., Pizzoferrato, L., Reykdal, O. e Poppel, G. V., 1998. Trans fatty acids in Dairy and Meat Products from 14 European Countries: The transfair study. Journal of Food Composition and Analysis, 11, 150-160
- Assunção, J. P., 2007. Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos açores. Tese de Mestrado. Faculdade de Farmacia, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Barton-Gade, P. A., 1981. The measurement of meat quality in pigs post mortem. In Porcine stress and meat quality-causes and possible solutions to the problems. (eds T.Froystein, E. Slinde y N. Standal). Agricultural Food Research Society, 205 pp.
- Barriada, M. M., 1995. Variables que determinan la calidad de la canal y de la carne en vacuno. Bovis, 66, 95-115.
- Bauman, D. E., Baumgard, L. H., Corl, B. A., Griinari, J. M., 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. Proc. Cornell Nutr. Conf., 95-103.
- Belitz, H. D. e Grosch, W., 1999. Chapter 10: Milk and dairy products. In: Food Chemistry. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 484-486.

- Beriain, M.Z., Lizaso, G., 1997. Calidad de la carne de vacuno. In “Vacuno de carne: aspectos claves”. Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 493-510.
- Bertram, H. C., Karlsson, A. H., e Andersen, H. J., 2003. The significance of cooling rate on water dynamics in porcine muscle from heterozygote carriers and non-carriers of the halothane gene—a low-field NMR relaxation study. *Meat Science*, 65, 4, 1281–1291.
- Bessa, R. J. B., 2001. Utilização de Óleo de Soja como Suplemento de Luzerna Desidratada na Alimentação de Ovinos. Efeito Sobre o Ecossistema e Metabolismo Retículo-Ruminal. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, Portugal.
- Bessa, R. J. B., Santos-Silva, J., Ribeiro, J. M. R., Portugal, A. V., 2000. Retículo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers, *Livestock Production Science*, 63, 1-11.
- Bidner T. D., Schupp A. R., Mohamad A. B., Rumore N. C., Montgomery R. E., Bagley C. P., McMillin K. W., 1986. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or high-energy diet, *Journal of Animal Science*, 62, 381–387.
- Bispo, E., Monserrat, L., González, L., Herradón, P. G., Franco, D., Moreno, T., 2010. Effect of weaning status on animal performance and meat quality of Galician Blond calves. to submit for publication to the official Journal of the American Meat Science Association.
- Brazal, T. e Bocard, R., 1977. Efectos de dos tratamientos antemortem sobre la calidad de la canal y la carne de cordero. *Prod. anim. INIA*, 8, 97-125.
- Breda, J., 2003. Fundamentos de Alimentação, Nutrição e Dietética. Coimbra Mar da Palavra. Edições Lda., 21-25.
- British Department of Health, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects. London: HMSO, 46.
- Brito, A. N., 2002. Contribuição para o estudo de algumas raças bovinas autóctones do Noroeste de Portugal: análise do sistema produtivo e caracterização biométrica, produtiva, genética das raças bovinas Arouquesa, Barrosã e Cachena: perspectivas e evolução. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- Butler, G., Nielsen, J. H., Slots, T., Seal, C. H., Eyre, M. D., Sanderson, R., Leifert, C., 2008. Fatty acid and fat soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1431-1441.
- Cabrero, M., 1991. La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. La calidad de las canales vacunas. *Bovis*, 38, 1, 9-37.
- Cadavez, V., Rodrigues, S., Pereira, E., Delfa, R., e Teixeira, A., 2002. Predicción de la composición de la canal de cabritos por Ultrasonografía in vivo. Información técnica Económica Agraria, Revista de la Asociación interprofesional para el desarrollo Agrario, 98A, 1, 39-50.

- Calvo, 2001. Estudio del crecimiento y de las características de la canal y de la carne del ternero Rubio Gallego acogible a las primas de la P.A.C. en rebaños de vacas nodrizas. Tesis doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela.
- Cerdeno, A., Vieira, C., Serrano, E., Mantecon, A. R., 2006. Effect of production system on performance traits, carcass and meat quality in Brown Swiss young cattle. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 15, 17–24.
- Cheng, Q. F. e Sun, D.-W., 2008. Factors Affecting the Water Holding Capacity of Red Meat Products: A Review of Recent Research Advances *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 137–159.
- CIE, 1976. Recommendations on uniform color spaces-color difference equations. *Psychometric Color terms. Supplement N° 2. Commission Internationale de l'Éclairage. París.*
- Colomer-Rocher, F., 1973. Exigencias de calidad en la canal. *An INIA/Ser Prod Animal*, 4, 117-132.
- Costa, P. J., 2008. Estudo da fracção lipídica das carnes Mertolenga – DOP e Barrosã – DOP. Tese de doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 358 pp.
- Costa, P., Roseiro, L. C., Partidário, A., Alves, V., Bessa, M. J. B., Calkins, C. E., Santos, C., 2006. Influence of slaughter season and sex on fatty acid composition, cholesterol and α -tocopherol contents on different muscles of Barrosã – PDO veal. *Meat Science*, 72, 130-139.
- Christie, W. W., 1978. The composition, structure and function of lipids in the tissues of ruminant animals. *Proy. Lipid. Res.*, 17, 111-137.
- Chu, Yan-Haw., Hwang, L. S., 2002. Food Lipids, cap.6 In: *Chemical and Functional Properties of Food Components*, 2nd Ed., (Zdzislaw E.S., ed.), CRC Press, New York, 115-132.
- Cunnane, S. C., 2003. Problems with essential fatty acids: Time for a new paradigm? *Progress in Lipid Research*, 42, 544-568.
- Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G., Scollan, N., Steinhart, H., e Ender, K., 2005. Effect of pasture vs concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids*, 40, 589–598.
- De Boer, H.; Dumont, B. L.; Pomeroy, R. W.; Weniger, J. H., 1974. Manual on E.A.A.P. reference methods for assessment of carcass characteristics in cattle. *Livestock. Production. Science*, 1, 151-154.
- Dios, A., 2000. Parámetros de calidad del ternero de raza Rubia Gallega pura y cruzada con Holstein. Tesis Doctoral. Univ. Santiago de Compostela.
- Dunne. P. G., Monahan, F. J., O'Mara F. P., Moloney, A. P., 2009. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Science*, 81, 28-45.

- Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H., Kluitman, I., Houben, J. H., e Klont, R. E., 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. *Meat Science*, 54, 1, 17–22.
- Enser, M., Hallett, K., Hewett, B., Fursey, G. A. J., e Wood, J. D., 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science*, 42, 4, 443–456.
- Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D. e Harrington, G., 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49, 3, 329 - 341.
- Espejo, M., García, S., López, M. M., Izquierdo, M., Costela, A., 1998. The influence of genotype and feeding system in meat quality parameters of pure Tetinto, Charolais x Retinto and Limusin x Retinto male calves. *Proc. 44th ICOMST*, 302-303.
- Espejo, M., García, S., López, M. M., Izquierdo, M., Robles, A., Costela, A., 2000. Morfología de la canal bovina. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Monografía INIA. Ganadera nº 1. Coordinadores: Cañeque, V. Sañudo, C., 69-80.
- Fischer, A. V., 1990. New approaches to measuring fat in the carcasses of meat animals. *Reducing fat in Meat Animals*. Edit.: Wood, J.D. y Fisher, A.V. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London, 225-343
- French, P., O’Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., Vidal, M., Mooney, M. T., Troy, D. J., e Moloney, A. P., 2000a. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Science*, 56, 173–180.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., e Moloney, A. P., 2000b. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, 78, 2849–2855.
- Fritsche, J. e Steinhart, H., 1997. *Trans* fatty acid content in German margarines *Lipid-Fett*, 99, 214-217.
- Fritsche, J., Steinhart, H., 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *Food Research Technology*, 206, 77–82.
- Fúster, F. L., 2002. Calidad tecnológica de la carne. *Bovis*, 105, 21-32.
- Gandemer, G., 1998. Lipids and meat quality, lipolysis, oxidation and flavour. 44th ICoMST, Barcelona, 106-119.
- Garcia, J. E., 2000. Catálogo de raças autóctones de Castela e leão (Espanha) – Região Norte de Portugal. 1 Espécies bovinas e equina. Gráfica Varona, 99 pp.
- German, B. J. e Dillard, J. C., 2006. Composition, structure and absorption of milk lipids: A source of energy, fat-soluble nutrients and bioactive molecules. *Critical Reviews in: Food Science and Nutrition*, 46, 57-92.
- Godber, J., M. 1994. Nutritional Value of Muscle Food.. In: Kinsman, D. M., Kotula, A. W. E Breidenstein, B. C. muscle foods. champman & hall. new york, 568.
- Gonçalves, A. L., 2002. Caracterização dos sistemas produtivos da raça bovina Cachena. Relatório de estágio. Instituto Superior de Viana do Castelo. 2002.

- Gonçalves, F. S. R., Dantas, R., Leite, J., Araújo, J. P., Brito, N. V., Cerqueira, J. O. L., 2009. Contribuição para o estudo de sistemas de produção da raça bovina autóctone Cachena. In: Livro de Comunicações do XVIII Congresso de Zootecnia, II Congresso Ibero-Americano de Zootecnia, UTAD, Vila Real, 6 a 9 de Maio; ISBN: 978-989-96219-1-6. CD-ROM, 399-402.pdf.
- González-Rodríguez, A., Vázquez-Yáñez, O., 2006. Cómo conseguir unha composición do leite de maior calidade e san: o ácido linoleico conxugado (CLA). Revista Cooperación 79. Ed. AGACA. Cadernillo divulgación técnica, 16 pp.
- GPPAA, 2007. Anuário Pecuário 2006/2007. Ed. GPP (Gabinete de Planeamento e Políticas) MAPF/GPP, Lisboa, 12-70.
- Gray, J. I., Goma, E. A., Buckley, D. J., 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 1, 111-123.
- Griinari, J. M., Bauman, D. E., 1999. Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acids and Incorporation into Meat and Milk in Ruminants. In: *Avances in Conjugated Linoleic Acid Research*. AOCS Press, Champaign, 1, 180-200.
- Guhe, M., Preisinger, R., Kalm, E., Menning, M., Augustini, C., 1990. Differences in meat quality of bulls of various genetic groups. 41th Annual meeting of the EAAP, Toulouse, Francia.
- Guignot, F., Quilichini, Y., Renner, M., Lacourt, A. e Monin, G. 1992. Relationship between muscle type and some traits influencing veal colour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58, 523-529.
- Halpern, J. M., 1997. Lípidos: Definição, classificação e constituintes. In: *Bioquímica*. Lidel Edições Técnicas, 212- 217.
- Hamm, R., 1986. Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. in: *Muscle as food*. Bechtel, P.J. (Ed.). Orlando: Academic Press, 135-199.
- Hannula, T., e Puolanne, E., 2004. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7° C. *Meat Science*, 67, 3, 403–408.
- Harfoot, G. G., Hazlewood, G. P., 1988. Lipid Metabolism in the Rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*, editado por Hobson, P.N Elsevier, London, 1ª edição, 285-426.
- Hedrick, H. B., Paterson J. A., Matches A. G., Thomas J. D., Morrow R. E., Stringer W. C., Lipsey R. J., 1983. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain, *Journal of Animal Science*, 57, 791–801.
- Hunt, M. C. e Hedrick, H. B., 1977. Chemical, physical and sensory characteristics of bovine muscle from four quality groups. *Journal of Food Science*, 42, 716-720.
- Immonen, K., Rossunen, M., Hissa, K., Poulanne, E., 2000. Ovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*, 55, 25-31.
- INE, 2010. Índices de Produção de carne de Bovino. Instituto Nacional de Estatística. Acedido em 24 de Setembro de 2010, em: <http://www.ine.pt>.
- ISO 9000, 2005. Quality management systems—fundamentals and vocabulary. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. www.iso.org.

- Jeremiah, L. E.; Tong A. K.; Gibson L. L., 1991. The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. *Meat Science*, 30, 97-114.
- Jeremiah, L. E., Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L. e Gibson, L. L., 2003. Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscle and muscle groups. *Meat Science*, 65, 985-992.
- Jones, B. K., e Tatum J. D., 1994. Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. *Journal of Animal Science*, 72, 1492.
- Katan, M. B., Zock, P. L., Mensink, R. P., 1994. Effects of fats and fatty acid on blood lipids in humans: an overview. *American Journal of Clinical Nutrition*, 60, 1017-1022.
- Klettner, P. G., 1995. Cooling, freezing and thawing processes for meat. *Die Fleischerei*, 7-8.
- Klont, R. E., Barnier, V. M., Van Dijk, A., Smulders, F. J. M., Hoving-Bolink, A. H., Hulsegge, B., e Eikelenboom, G., 2000. Effects of rate of pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. *Journal of Animal Science*. 78, 1845-1851.
- Kraft, J., Kramer, J. K. G., Schoene, F., Chambers, J. R., e Jahreis, G., 2008. Extensive Analysis of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids, CLA, trans-18:1 Isomers, and Plasmalogenic Lipids in Different Retail Beef types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 4775-4782.
- Kramer, A., 1994. Use of color measurements in quality control of food. *Food Technology*, 48, 10, 63-71.
- Kirsten, J., 1999. Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Lipid - Fett*, 101, 12, 475-483.
- Kwiterovich, P. O., 1997. The effect of dietary fat, antioxidants, and prooxidants on blood lipids, lipoproteins, and atherosclerosis. *Journal of the American Dietetic Association*, 97 (Suppl.), 31-41.
- Lapierre, H., Lachance, B.; Rolland, J. R., St. Laurent, G. J., 1990. Effects of dietary iron concentration on the performance and meat color of grain fed calves. *Canadian Journal of Animal Science*, 70, 1053-1061.
- Leite, J., e Dantas, R., 2000. Cachena. In: Catálogo de raças autóctones de Castela e Leão (Espanha) – Região Norte de Portugal I. Espécies bovina e equina, (ed. J. E. Y. García). Fundación Rei Afonso Henriques, Gráficas Varona, Salamanca, 91-102.
- López, G., Carballo, B. M., 1991. Manual de Bioquímica y tecnología de la carne. Ed. A. Madrid Vicente, Madrid, 32-69.
- Madron, M. S., Peterson, D. G., Dwyer, D. A., Corl, B. A., Baumgard, L. H., Beerman, D. H., et al., 2002. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular and subcutaneous fat in beef steers. *Journal of Animal Science*, 80, 1135-1143.
- Malau-Aduli, A. E. O.; Siebert, B. D.; Bottema, C. D. K. e Pitchford, W. S., 1997. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Austr. J. Agric. Res.*, 48, 715-722.

- Malau-Aduli, A. E. O.; Siebert, B. D.; Bottema, C. D. K. e Pitchford, W.S., 1998. Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in Jersey and Limousin cattle. *J. Anim. Sci.*, 76, 766-773.
- Ma, D. W. L., Wierzbicki, A. A., Field, C. J., e Clandinin, M. T., 1999. Conjugated linoleic acid in Canadian dairy and beef products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1956-1960.
- Marmer, W. N., Maxwell, R. J., e Williams, J. E., 1984. Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *Journal of Animal Science*, 59, 109-121.
- Moloney, A. P.; Moreno, T.; Noci, F.; Keane, M., 2004. Fatty acid composition of muscle from Holstein-Friesian steers of New Zealand or European- American descent or from Belgian Blue x Holstein-Friesian steers. *Agricultural Research Forum*. Tullamore, Co. Offaly, Ireland.
- Monin, G., 1981. Muscle metabolic type and the DFD condition. A: The problem of Dark-cutting in beef, D.E. Hood & P.V. Tarrant (eds.) Martinus Nijhoff, The Hague, The Netherlands, 63-85.
- Monin, G e Ouali, A., 1990. Muscle differentiation and meat quality. In: developments in Meat Science-5, Ed. Lawrie R. Elsevier, London, 89-157.
- Monney, M. T., French, P., Moloney, A. P., O’Riordan, E., Troy, D. J., 1998. Quality differences between herbage and concentrate-fed beef animals. *Proc 44th ICOMST*, 298-299.
- Monserrat, L.; Sánchez, L.; Carballo, J. A.; Calvo, C.; Brea, T.; Suarez, M. L. 1997. Influencia del manejo pre sacrificio sobre la incidencia de carnes DFD en los terneros acogibles a la Denominación Específica “Ternera Gallega”. *Buiatría Española*, 7, 1, 35-45.
- Monsón, F.; Campo, M.M.; Panea, B.; Sañudo, C.; Olleta, J.L.; Albertí, P.; Ertbjerg, P.; Nute, G.R.; Williams, J.L. 2005. Relación entre medidas objetivas y subjetivas de la conformación en 15 razas bovinas europeas de vacuno. *ITEA*, 26, 723-725.
- Moreno, T., 2004. Efecto de la extensificación en la calidad de la carne y de la grasa de animales acogibles a la I.G.P. Ternera Gallega. Thesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela.
- Moreno, T. A., Varela, B., Oliete, J. A., Carballo, L., Sanchez, L. Montserrat., 2006. Nutritional characteristics of veal from, weaned and unweaned calves: Discriminatory ability of fat profile. *Meat Science*, 73, 209-217.
- Morris, C. A., Kirton, A. H., Hogg, B. W., Brown, J. M., e Mortier, B. J., 1995. Meat composition in genetically selected and control cattle from serial slaughter experiment. *Meat Science*, 39, 427-435.
- Morrissey, P. A., Buckley, D. J., Sheehy, P. J. A., e Monahan, F. J., 1994. Vitamin E and meat quality. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53, 289-295.
- Mourot, S., Kouba, M. e Peiniau, P., 1995. Comparative study of vitro lipogenesis in various adipose tissues in the growing domestic pigs (*Sus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 111 B, 379-385.

- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., e Raats, J. G., 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry*, 112, 2, 279-289.
- Muir P. D., Smith N. B., Wallace G. J., Cruickshank G. J., Smith D. R., 1998. The effect of short-term grain feeding on live weight gain and beef quality. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41, 517-526.
- Mulvenill, B., 2001. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA) – a review. *Nutrition Bulletin*, 26, 295-299.
- Murray, A. C., 1992. Measurement of Pork Colour. *Lacombe Research Highlights*, Canadá. p. 33-35.
- Napolitano, F., Pacelli, C., Girolami, A., e Braghieri, A., 2008. Effect of information about animal welfare on consumer willingness to pay for yogurt. *Journal of Dairy Science*, 91, 910-917.
- Nettleton, L. A., 1991. ω 3 Fatty Acids: Comparison of Plant Seafood Sources in Human Nutrition. *Journal of the American Dietetic Association*, 91, 331-337.
- NP 1612 (1979). Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação do teor de azoto total. Método de referência.
- NP 1613 (1979). Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da matéria gorda total. Método de referência.
- NP 1614 (1979) Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da humidade. Processo de referência.
- NP 1615 (1979). Carnes, derivados e produtos cárneos. Determinação da cinza total. Método de referência.
- Nuernberg, K., Nuernberg, G., Ender, K., Lorenz, S., Winkler, K., Rickert, R., e Steinhart, H., 2002. n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 463-471.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., Wood, J. D., Nute, G. R., e Richardson, R. I., 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 94, 137-147.
- O'Halloran, G. R.; Troy, D. J.; Buckley, D. J., 1997. The relationship between early post-mortem pH and the tenderization of beef muscles. *Meat science*, 45, 2, 239-251.
- Oeckel, M. J., Warnants, N., e Boucque, C. V., 1999. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Science*, 51, 313-320.
- Oliete, B., 2003. Maduración de la carne de vacuno joven en Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Oliván, M., Martínez, A., Osoro, K., Sañudo, C., Panea, B., e Olleta, J. L., 2004. Effect of muscular hypertrophy on physico-chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls. *Meat Science*, 68, 567-575.

- Offer, G., 1991. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science* 30, 157-184.
- Offer, G., e Knight, P., 1988. The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 2: Drip losses. In: Lawrie, R. A. (ed.), *Developments in Meat Science*. Elsevier Science Publishers, London, 4, 63–171.
- Pacheco, L. F., Xavier, D., 1999. Práticas de pastoreio: imaginar, observar e aprender. Coleção estudos, nº 15. Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho, Braga.
- Page, J. K., Wulf, D. M. e Schwotzer, T. R., 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, 79, 678-687.
- Palmquist, D.L., 1998. The Feeding Value of Fats. In: “Feed Science – World Animal Science”. E. R. Elsevier Sci. Publ., 293-311.
- Palombo, R., Wijngaards, G., 1990. Characterization of changes in psychometric colour attributes of comminuted porcine lean meat during processing. *Meat Science*, 28, 1, 61-76.
- Parodi, P. W., 1977. Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. *Journal of Dairy Science*. 60, 1550-1553.
- Paulino, J. A. N., 2009. Agricultura e Alterações Climáticas. Estratégias de mitigação e adaptação para Portugal no contexto comunitário e no âmbito das negociações para o acordo global pós-2012. Trabalho final realizado para obtenção do Diploma de Especialização em Políticas do Ambiente (DEPA), INA, 37 pp.
- Pearson, M. e Young, R. B., 1989. Muscle and meat biochemistry. Food Science and Technology. A series monographs Edit. Academic Press, Inc.
- Perez-Alvarez, J. A., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barberá, M. E., Cartagenagracia, R., 1998. Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne*, 63, 115-122.
- Pérez-Álvarez, J. A., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barberá, M. E., Cartagenagracia, R., 1998. Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne*, 63, 115-122.
- Pösö, A. R., e Puolanne, E., 2005. Carbohydrate metabolism in meat animals. *Meat Science*, 70, 3, 423-434.
- Prache, S., Priolo, A., Tournadre, H., Jailler, R., Dubroeucq, H., Micol, D., Martin, B., 2002. Traceability of grass-feeding by quantifying the signature of carotenoid pigments in herbivores meat, milk and cheese. In: J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe, G. Lemaire (Eds.), *European Grassland Federation – Multi-function Grasslands: Quality Forages, Animal Products and Landscapes*, 27–30 May, La Rochelle, France, 592.
- Prates, J. A., 2000. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral e modificações físicas. *Rev. Portuguesa Ciências Veterinárias*, 533, 34-41.
- Precht, D., 1995. Variation of *trans* fatty acids in milk fats. *Z. Ernährungswiss*, 34, 27-29.
- Priolo, A., Micol, D., e Agabriel, J., 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50, 185-200.

- Raes, K., De Smet, S., e Demeyer, D., 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 199–221.
- Razminowicz, R. H., Kreuzer, M., e Scheeder, M. R. L., 2006. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Science*, 73, 351–361.
- Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., e De Mattos, D., 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567-577.
- Renner, M., 1982. La couleur de la viande et sa mesure. *Bull Techn. CRZV Theix.*, 47, 47-54.
- Renner M., 1986. Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine, *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 65, 41-45.
- Rego, O. A., Rosa, H. J. D., Regalo, S. M., Alves, S. P., Alfaia, C. M. M., Prates, J. A. M., Vouzela, C. M., Bessa, R. J. B., 2008. Seasonal changes of CLA isomers and other fatty acids of milk fat from grazing dairy herds in the Azores. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1855-1859.
- Regulamento do Conselho nº 2078/92/CEE, de 30 de Junho, relativo a métodos de produção agrícola compatíveis com as exigências da protecção do ambiente e à preservação do espaço rural.
- Regulamento (CE) nº 103/2006 da Comissão de 20 de Janeiro de 2006, que estabelece disposições complementares para a aplicação da grelha comunitária de classificação das carcaças de bovinos adultos.
- Regulamento (CE) nº 889/2008 da Comissão de 5 de Setembro de 2008, que estabelece normas de execução do Regulamento (CE) nº 834/2007 do Conselho relativo à produção biológica e à rotulagem dos produtos biológicos, no que respeita à produção biológica, à rotulagem e ao controlo;
- Reynoso, C. R., Mora, O., Nieves, V., Shimada, A., González de Mejía, E., 2004. β -Carotene and lutein in forage and bovine adipose tissue in two tropical regions of Mexico *Animal Feed Science and Technology*, 113, 183-190.
- Rodrigues, A. M., Pinto de Andrade, L., e Várzea Rodrigues, J., 1998. Extensive beef cattle production in Portugal: the added value of indigenous breeds in the beef market. In J. P. Laker & J. A. Milne (Eds.) *Livestock Production in the European LFAs – Meeting future economic, environmental and policy objectives through integrated research. Proceedings of the 2nd International Conference of the LSIRD Network*, Bray, Dublin, 61-69.
- Rodrigues, S. S. Q., 2007. Estudo e caracterização da qualidade da carcaça e da carne de cabrito serrano (Denominação de origem protegida). Tese de Doutoramento. Vila Real.
- Rosa, A. F., Sobral, P. J. A., Lima, C. G., Gomes, J. D. F., 2001. Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento, *Revista Técnica de Carnes*, 3, 1, 13-18.

- Sañudo, C., 1993. Calidad organoléptica de la carne. Tecnología y calidad de los productos cárnicos. Ponencias del curso celebrado en Pamplona, 8-12 de junio de 1992. Gobierno de Navarra. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.
- Sañudo, C.; Cepero R. e Sierra I., 1985. Variación en la calidad de la carne porcina desde el sacrificio hasta la venta al consumidor. ANAPORC, 32: 9-33.
- Sañudo C., Alberti, P., Campo M. M., Olieta, J. L., Panea, B., 1998. Instrumental quality of beef meat from seven spanish breeds. Archivos de Zootecnia, 48, 397-402.
- Sañudo, C., Albertí, P., Franco, J., Olleta, J. L., Campo, M. M., Panea, B., Lahoz, F., Jaime, J., Pardos, J. J., Tena, R., 1999. Calidad instrumental de la carne de siete razas bovinas españolas. Eurocarne, 73, 37-54.
- Schwarz, F. J., Augustini, C., Kirchgessner, M., 1997. Effect of grazing or indoor feeding on animal performance and carcass and meat quality of Simmental or Angus x Simmental heifers. In: Effects of Extensification on Animal Performance, Carcass Composition and Product Quality. Occasional Publication N°.4 of Concerted Action AIR3-CT93-0947, Melle-Gontrode, Belgium, 238-247.
- Schmid, A. Collomb, M., Sieber, R., Bee, G., 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. Meat Science, 73, 29-41.
- Sierra, V., Aldai, N., Castro, P., Osoro, K., Coto-Montes, A., e Oliván, M., 2008. Prediction of the fatty acid composition of beef by near infrared transmittance spectroscopy. Meat Science, 78, 248-255.
- Simopoulos, A. P., 1995. Evolutionary aspects of diet: Fatty acids, insulin resistance and obesity. In C. Press (ed) Obesity: New directions in assessment and management. T. B. Vanitallie.
- Simopoulos, A. P., 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Poultry Science, 78, 7, 961-97.
- Soltner, D., 2001. Alimentation des Animaux Domestiques. 21^{ème}. Édition. Collection Sciences et Techniques Agricoles. Angers. Sainte-Gemmes-Sur--Loire, 207-261.
- Sprecher, H., 2000. Metabolism of highly unsaturated n-3 and n-6 fatty acids. Biochimica et Biophysica Acta 1486, 219-231.
- Steen, R. W. J., e Porter, M. G., 2003. The effects of high concentrate diets and pasture on the concentration of conjugated linoleic acid in beef muscle and subcutaneous fat. Grass and Forage Science, 58, 50-57.
- Tarrant, P. V., 1981. The occurrence, causes and economic consequences of dark-cutting in beef.- a survey of current information. En: The problem of dark-cutting in beef. Current Topics in Veterinary Medicine. ed.: Hood, D.E.; Tarrant, P.V. Martinus Nijhoff, The Hague, 10, 3-36.
- Troisi, R., Willet, W. C. e Weiss S. T., 1992. *Trans*-fatty intake in relation to serum lipid concentrations in adult men. American Journal of Clinical Nutrition, 56, 1019-1024.
- Trüniger, M., 2004. Práticas de consumo de produtos biológicos: Conceitos, processos e justificações. Actas dos ateliers do Vº Congresso Português de Sociologia Sociedades Contemporâneas: Reflexividade e Acção. Atelier: Ambiente, 88-95.
- Uytterhaegen, L., Claeys, E., Demeyer, D., Lippens, M., Fiems, L. O., Boucqué, C. C., van de Voorde, G., e Bastiaens, A., 1994. Effects of double-muscling on carcass

- quality, beef tenderness and myofibrillarprotein degradation in Belgian Blue White bulls. *Meat Science*, 38, 255–267.
- Vestergaard, M., Oksbjerg, N., Henckel, P., 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles in young bulls. *Meat Science*, 54, 177–185.
- Walker, P. J., Warner, R. D., e Winfield, C. G., 1990. Sources of variation in subcutaneous fat colour of beef carcasses. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 18, 416–419.
- Walshe, B. E., Sheehan, E. M., Delahunty, C. M., Morrissey, P. A. Kerry, J. P., 2006. Composition, sensory and shelf life stability analyses of Longissimus dorsi muscle from steers reared under organic and conventional production systems. *Meat Science*, 73, 319–325.
- Warren, H.E., Scollan, N.D., Enser, M., Hughes, S.I., Richardson, R.I., Wood, J. D., 2008. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science*, 78, 256–269.
- Warris, P. D., Kestin, S. C., Young, C. S., Bevis, E. A., e Brown, S. N., 1990. Effect of pre-slaughter transport on carcass yield and indices of meat quality in sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 517–523.
- Webb, E. C.; De Smet, S.; Van Nevel, C.; Martens, B., e Demeyer, D. I., 1998. Effect of anatomical location on the composition of fatty acids in double-muscling Belgian Blue cows. *Meat science*, 50, 1, 45–53.
- Willis, W. M., Marangoni, A. G., 1999. Assessment of lipase – and chemically catalyzed lipid modification strategies for the production of structured lipids, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 76, 4, 443–450.
- Wood, J. D., e Fisher, A. V., 1997. Carcass and meat quality: definitions and measurements. In: *Effects of Extensification on Animal Performance, Carcass Composition and Product Quality*. Occasional Publication N°4 of Concerted Action AIR3-CT93-0947, Melle-Gontrode, Belgium, 30–38.
- Wood, J. D., e Enser, M., 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78, 1, 49–60.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., Whittington, F. M., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.
- Yang, A., Larsen, T. W., e Tume, R. K., 1992. Carotenoid and retinol concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoid transport in sheep, goats and cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43, 1809–1817.
- Yang, A., Larsen, T. W., Powell, V. H., e Tume, R. K., 1999. A comparison of fat composition of Japanese and long-term grain-fed Australian steers. *Meat Science*, 51, 1–9.
- Yang, A., Brewster, M. J., Lanari, M. C., e Tume, R. K., 2002. Effect of vitamin E supplementation on α -tocopherol and β -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain-fed cattle. *Meat Science*, 60, 35–40.

- Young, O. A., West, J., Hart, A. L.; van Otterdijk. F. F., 2004. A method for early determination of meat ultimate pH. *Meat Science*, 66, 493-498.
- Zhang, S. X., Farouk, M. M., Young, O. A., Wieliczko, K. J., e Podmore, C., 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Science*, 69, 765–772.

