



Instituto Politécnico de Santarém

Escola Superior Agrária de Santarém

Avaliação do crescimento e da qualidade da carcaça e da carne de suínos *landrace* x *large white* submetidos a acabamento intensivo até elevado peso ao abate

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de
Mestre na área de Produção e Tecnologia Animal

Pedro Clara Pinto Ferreira

Orientador: Doutor Paulo Reis Branco Pardal

Coorientador: Doutor João A. Marques de Almeida

Santarem, 2017

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar o meu agradecimento às seguintes pessoas, sem as quais não seria possível realizar este trabalho:

Ao Doutor Paulo Pardal, meu Professor e orientador, pelos seus ensinamentos, apoio, ajuda e orientação prestadas na realização deste estágio e trabalho;

Ao Doutor João Almeida, meu orientador de estágio, por me ter acolhido da melhor forma possível e pela grande ajuda que apresentou ao longo deste trabalho;

À Doutora Cristina Bressan e ao Doutor Luís Tello da Gama, responsáveis do Projeto da Genética da Qualidade da Carne no Porco Ibérico, pela ajuda, cooperação e disponibilidade mostrada;

Ao Doutor António Raimundo, meu professor da cadeira de projeto e de ciência e tecnologia da carne, gostava de agradecer os seus ensinamentos da tecnologia da carne e sua orientação do trabalho na cadeira e projeto.

A todos os professores do curso de Mestrado em Produção e Tecnologia Animal, pelo seu apoio contínuo e pelo interesse mostrado na minha aprendizagem;

A todos os funcionários do Polo de Santarém do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, que me receberam, ajudaram e apoiaram ao longo do meu estágio;

A toda a minha família, e em especial à minha mãe, ao meu pai e à minha irmã Sara, por todos os conselhos e apoio constante ao longo da minha vida, da minha licenciatura e, particularmente, durante o curso de mestrado, sem os quais não teria sido possível realizar. Um agradecimento especial também ao meu irmão Afonso, pela sua paciência ao longo dos anos e pelo apoio de logística e informática.

A todos os meus colegas e amigos, que me acompanharam e ajudaram ao longo do curso.

A todos muito obrigado.

ABREVIATURAS

| | |
|----------|--|
| % | Porcentagem |
| DFD | <i>Dark, firm and dry</i> (carne escura, firme e seca) |
| DOP | Denominação de Origem Protegida |
| EUA | Estados Unidos da América |
| GMD | Ganho Médio Diário |
| HAL | Gene Halotano ou gene do <i>stress</i> |
| IC | Índice de Conversão Alimentar |
| IGP | Indicação Geográfica Protegida |
| L* a* b* | Coordenadas de cor sistema CIE (1976) |
| LD | <i>Longissimus Dorsi</i> |
| LP5 | Leitões vivos ao 5º dia |
| PC | Peso da Carcaça |
| PRKAG3 | <i>Protein kinase adenosine monophosphate-activated γ3-subunit</i> |
| PSE | <i>Pale, soft and exudative</i> (carne pálida, mole e exsudativa) |
| PSS | <i>Porcine Stress Syndrome</i> (síndrome do stress porcino) |
| PV | Peso Vivo |
| RN | Rendimento Napole |
| r-PST | <i>Recombinant porcine somatotropin</i> |
| RYR1 | <i>Skeletal muscle Ryanodine Receptor</i> (gene receptor de rianodina) |
| UE | União Europeia |

RESUMO

Neste estudo averiguaram-se características do crescimento animal e sua relação com parâmetros de qualidade da carcaça e da carne de suínos castrados *Landrace x Large White* com elevado peso ao abate. Foram submetidos a acabamento intensivo 30 suínos, alimentados *ad libitum* com controlo diário e individual da quantidade de alimento ingerida. Os animais iniciaram o ensaio com idade média de 151,8 dias e Peso Vivo (PV) médio de 85,0 kg. No final do ensaio, a idade média e PV médio foram 259,6 dias e 162,9 kg respetivamente. Durante a fase de acabamento observaram-se valores de Ganho Médio Diário (GMD) de $828,3 \pm 110,3$ g para animais com PV entre 90 kg e 120 kg e de $673,1 \pm 112,2$ g para PV entre 120 e 160 kg, que representa um decréscimo de 19% do GMD entre as referidas classes de PV. Relativamente ao índice de conversão alimentar (IC) registou-se um incremento de 17% entre as referidas classes de PV tendo-se obtido valores de IC de $4,27 \pm 0,32$ para PV de 90 a 120 kg e de $4,99 \pm 0,49$ para PV de 120 a 160 kg. O consumo médio de alimento composto por animal foi de 3,34 kg por dia entre os 90 e os 160 kg de PV. Das medições por ultrassonografia realizadas aos 90, 120 e 160 kg de PV registou-se para a profundidade do *Longissimus Dorsi* (LD), um crescimento de 0,7 cm e 0,5 cm, entre os 90 e 120 kg e os 120 e 160 kg de PV respetivamente, e para a espessura da gordura dorsal no ponto P2 incrementos de 0,3 cm e 0,9 cm entre os 90 e 120Kg e os 120 e 160 Kg de PV respetivamente. A espessura da camada de gordura dorsal na última vertebra lombar registou um incremento de 0,5 cm e 0,8 cm nos referidos intervalos de PV. Ao atingir os 160 kg de PV os animais foram abatidos no matadouro experimental e registados vários parâmetros aos 60 min *post mortem*; às 24h *post mortem* e aos 2 dias *post mortem*. O peso da carcaça (PC) médio a quente foi de 132,1 kg, representando 82.6% do PV ao abate. Obteve-se um peso médio da perna (com chispe) de 19 kg.

O conjunto dos resultados obtidos indiciam uma possível utilização deste cruzamento na produção em sistema intensivo de suínos com objectivo de produção de pernas para presunto e com aproveitamento das restantes peças nobres e peças de talho.

Palavras-Chave: Suínos; *Landrace x Large White*; Crescimento Animal; Qualidade da Carcaça e Peso Elevado.

ABSTRACT

This study analyses the attributes related to the animal growth and the quality characteristics of the carcass and meat from castrated *Landrace x Large White* pigs with heavy weight at slaughter. Thirty pigs underwent intensive finishing, fed *ad libitum* with daily and individual control of the intake. The animals initiated this study with an average age of 151.8 days and a live weight of 85.0 kg. In the end, the average values of age and live weight rounded the 259.6 days and 162.9 kg, respectively. During the finishing, Average Daily Gain values of $828,3 \pm 110,3$ g for pigs weighing between 90-120 kg and of $673,1 \pm 112,2$ g for pigs in the 120-160 kg category were registered, which represents a decrease of 19% of the Average Daily Gain in the above stated live weight categories. Regarding the Feed Conversion Ratio, an increase of about 17% was registered, having been obtained values of $4,27 \pm 0,32$ in the 90-120 kg category and of $4,99 \pm 0,49$ in the 120-160 kg one. The average consumption per pig of concentrate rounded the 3.34 kg/day. From the ultrasounds measures made at 90, 120 and 160 kg of live weight, it was registered for the LD depth a growth of 0.7 cm and 0.5 cm between 90-120 kg and 120-160 kg, respectively; for the back fat thickness at P2 an increase of 0.3 cm and 0.9 cm between 90-120 kg and 120-160 kg of live weight, respectively. The thickness of the back fat in the last lumbar vertebra registered an increase of 0.5 cm and 0.8 cm in the above-mentioned weight categories. Upon reaching 160 kg of live weight, the pigs were slaughtered in an experimental slaughterhouse and various parameters were registered on the day of the slaughter, 60 minutes, 24 hours and 2 days *post mortem*. The average hot carcass weight rounded the 132.1 kg, representing 82.6% of the live weight at slaughter. It was obtained an average weight of the leg plus the hind shank of 19 kg.

The results obtained indicate a possible use of this crossbreed in the intensive system production of pigs with the goal of producing legs for ham and with commercial use of the remaining meat parts.

Key Words: Pig; *Landrace x Large White*; Growth; Carcass Quality and Heavy Weight

ÍNDICE GERAL

| | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. A EVOLUÇÃO DO SETOR SUINÍCOLA E A IMPORTÂNCIA DO PESO AO ABATE | 2 |
| 2.1. A evolução do setor suinícola | 2 |
| 2.2. Importância do peso ao abate | 7 |
| 3. FATORES DETERMINANTES DO CRESCIMENTO E DA QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE SUÍNO..... | 8 |
| 3.1. Crescimento do suíno..... | 8 |
| 3.1.1. Principais fatores com influência no crescimento do suíno..... | 10 |
| 3.1.1.1. Influência do sexo e da castração..... | 10 |
| 3.1.1.2. Raça / Genótipo | 13 |
| 3.1.1.3. Gene HAL e gene RN..... | 16 |
| 3.1.1.4. Peso à nascença..... | 18 |
| 3.1.1.5. Alimentação | 19 |
| 3.1.1.6. Maneio e bem-estar animal | 21 |
| 3.2. Avaliação do Crescimento | 23 |
| 3.2.1. Idade | 23 |
| 3.2.2. Peso vivo..... | 24 |
| 3.2.3. Ganho médio diário..... | 25 |
| 3.2.4. Capacidade de ingestão de alimento..... | 25 |
| 3.2.5. Índice de conversão alimentar..... | 27 |
| 3.2.6. Curvas de crescimento | 28 |
| 3.2.7. Espessura da camada de gordura dorsal | 31 |
| 3.2.8. Profundidade do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> | 33 |
| 3.3. Qualidade da carcaça..... | 34 |
| 3.3.1. Peso ao abate, e peso da carcaça | 35 |
| 3.3.2. Rendimento da carcaça..... | 36 |
| 3.3.3. Classificação da carcaça segundo a percentagem de carne magra..... | 38 |
| 3.3.4. Espessura da gordura dorsal..... | 41 |
| 3.3.5. Profundidade do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> | 42 |
| 3.3.6. Peso de peças cárneas: perna, pá e lombo..... | 42 |
| 3.4. Qualidade da Carne | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.1. Carne PSE e DFD | 45 |
| 3.4.2. pH | 46 |
| 3.4.3. Cor | 47 |
| 3.4.4. Gordura intramuscular | 48 |
| 3.4.5. Perdas de peso por exsudado às 24 horas..... | 49 |
| 3.4.6. Sabor..... | 49 |
| 3.4.7. Aroma..... | 50 |
| 3.5. Produção de suínos pesados visando a obtenção de pernas para a produção de presuntos | 51 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 53 |
| 4.1. Animais e instalações | 53 |
| 4.2. Alimentação | 54 |
| 4.3. Parâmetros avaliados <i>in vivo</i> | 55 |
| 4.4. Avaliações a <i>post mortem</i> | 56 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 65 |
| 5.1. Crescimento dos animais | 65 |
| 5.2. Evolução da espessura da camada de gordura dorsal e do músculo LD..... | 69 |
| 5.3. Estiva da carcaça..... | 71 |
| 5.4. Espessura das camadas de gordura dorsal , profundidade e área do LD | 73 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 78 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 79 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Quadro 1 - Incidência do gene HAL e a suscetibilidade de <i>stress</i> associada..... | 18 |
| Quadro 2 - Ingestão de alimentos atingida por suínos alimentados <i>ad libitum</i> sob condições práticas..... | 26 |
| Quadro 3 - IC normalizado (30 a 120 kg)..... | 27 |
| Quadro 4 - Principais equações de crescimento | 30 |
| Quadro 4a - Classificação europeia de carcaças com base na % em carne magra..... | 40 |
| Quadro 5 - Principais indicadores de qualidade de crescimento da carcaça obtidos por Virgili <i>et al.</i> (2003)..... | 43 |
| Quadro 6 - Principais indicadores de qualidade de crescimento da carcaça obtidos por Lebret <i>et al.</i> (2014)..... | 43 |
| Quadro 7 - Principais indicadores de qualidade de crescimento da carcaça obtidos por Sabbioni <i>et al.</i> (2002)..... | 44 |
| Quadro 8 - Classificação da carne suína de acordo com as suas propriedades tecnológicas | 47 |
| Quadro 9 - Valores de pH, L*, a* e b*, 24 horas <i>post mortem</i> para lombos de suínos classificados como PSE, DFD e Normal..... | 47 |
| Quadro 10 - Perdas por exsudado e por grelhar aos 8 meses (141 kg PV) e 10 meses (181 kg PV) de idade..... | 49 |
| Quadro 11 - Evolução dos valores de gordura e tenrura..... | 50 |
| Quadro 12 - Ingredientes e composição química do alimento comercial..... | 54 |
| Quadro 13 - Idades e pesos dos animais ao longo do ensaio..... | 65 |
| Quadro 14 - Ganho médio diário (GMD) nos períodos 90-120 kg e 120-160 kg..... | 66 |
| Quadro 15 - Alimento composto ingerido (kg), por intervalo de PV, e total | 68 |
| Quadro 16 - Índice de conversão nos períodos de engorda de 90-120 kg e 120-160 kg. | 68 |
| Quadro 17 Resultados da estatística descritiva realizada às medições da espessura (cm) da gordura subcutânea dorsal (P2) e lombar e do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> . .. | 70 |
| Quadro 18 - Pesagens efetuadas no matadouro ao abate | 72 |
| Quadro 19 - Medidas efetuadas nas carcaças | 74 |
| Quadro 20 - Valor médio dos pesos de peças cárneas relativos a meia carca | 75 |
| Quadro 21 - Pesos da estiva da perna..... | 75 |

| | |
|--|----|
| Quadro 22 - Valores da Cor, marmoreado, perda por exsudado e por grelhar do LD, às 24 horas <i>post-mortem</i> | 76 |
| Quadro 23 - Valores médios de L*a*b* registados no LD às 24 horas <i>post mortem</i> | 77 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|---------|
| Fig. 1 - Localização e densidade de porcas reprodutoras por região..... | 3 |
| Fig. 2 - Incremento da produtividade em porcas (Norte da Europa)..... | 5 |
| Fig. 3 - Alimento necessário por kg de ganho de PV (Norte da Europa)..... | 6 |
| Fig. 4 - Equivalência de curvas peso para diferentes espécies..... | 9 |
| Fig. 5 - Mudanças nas proporções do suíno desde a nascença até à maturidade..... | 9 |
| Fig. 6 - Objetivos de melhoramento genético para a raça <i>Landrace</i> e <i>Large White</i> do criador dinamarquês DanAvl, segundo a contribuição económica do melhoramento... | 16 |
| Fig. 7 – Relação entre mortalidade, peso à nascença e ganho diário desde o nascimento até 90 kg | 19 |
| Fig. 8 - Influência da temperatura no apetite e ingestão de alimentos | 26 |
| Fig. 9 - Posição relativa das medidas P1 (45mm), P2 (65mm) e P3 (80mm)..... | 31 |
| Fig. 10 - A relação entre o peso de um animal e a sua idade..... | 29 |
| Fig. 11 - Crescimento do PV de suínos inteiros, castrados e porcas alimentados <i>ad libitum</i> | 29 |
| Fig. 12 - Silhuetas de meias carcaças de oito raças suínas, mostrando a melhoria da perna de genótipos modernos à esquerda, e de raças tradicionais Britânicas à direita... | 34 |
| Fig. 13 - Carcaças que ilustram distintas características genóticas referentes à capacidade de crescimento muscular | 35 |
| Fig. 14 - Representação esquemática de cortes da carcaça segundo Walstra & Merkus (1996) e Vitek <i>et al.</i> (2008)..... | 39 e 61 |
| Fig. 15 - Fotografia de cortes da carcaça segundo Walstra & Merkus (1996) | 39 e 61 |
| Fig. 16 - Composição física de um suíno inteiro de alto ganho de carne, com 10 mm de espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2..... | 37 |
| Fig. 17 - Evolução do pH no músculo e relação com a cor da carne..... | 46 |
| Fig. 18 - Padrão da cor da carne suína..... | 48 |
| Fig. 19 - Padrão de cor e marmoreado..... | 63 |
| Fig. 20 - Valores médios de GMD, por classe de peso..... | 67 |
| Fig. 21 - Valores médios de GMD semanal..... | 67 |
| Fig. 22 - IC nos períodos de engorda de 90-120 kg e 120-160 kg..... | 69 |
| Fig. 23 - Parâmetros de espessura da gordura e da profundidade do LD, a 90, 120 e 160 kg de PV. | 71 |

1. INTRODUÇÃO

O peso de abate dos suínos varia consideravelmente entre países, desde os 60 aos 160 kg de peso vivo, sendo o intervalo mais comum de 100 a 120 kg. (Ellis e Bertol, 2001). A produção de suínos até peso de abate de 150-160 kg é comum para a obtenção de peças cárneas específicas para determinados produtos, nomeadamente pernas para presunto. Ao longo dos últimos anos, em muitos países, o peso vivo de abate de suínos tem registado um progressivo aumento, o que tem sido possível devido ao melhoramento genético de raças industriais, com potencial de produzir mais carne magra. (Ellis e Bertol, 2001).

São reconhecidas vantagens económicas num peso de abate superior, resultantes essencialmente da diluição dos custos de produção, abate e processamento, para um maior peso de produto comercializável. (Ellis e Bertol, 2001). A estas vantagens contrapõem-se a redução da eficiência alimentar, na fase pré abate, e o aumento do teor de gordura na carcaça. Como forma de diminuir o impacto negativo destas respostas biológicas, tem-se vindo a assistir ao desenvolvimento de linhas genéticas com menor teor de gordura na carcaça e de crescimento rápido, contribuindo para a produção de uma maior quantidade de carne magra de forma eficiente (Ellis e Bertol, 2001).

Os suínos castrados, comparativamente às fêmeas, apresentam maior capacidade de ingestão, crescimento mais rápido e melhor eficiência alimentar, proporcionando um maior teor de gordura intramuscular, (Latorre *et al.* 2003). Genótipos modernos especializados em altos ganhos de carne magra apresentam um maior potencial para serem abatidos mais pesados, com pouco efeito sobre a qualidade da carcaça e/ou a eficiência da conversão alimentar. (Cisneros *et al.*, 1996, Rosa *et al.*, 2008). A quantificação do crescimento e a definição das diferenças entre sexos e linhagens são pré-requisitos essenciais para que os sistemas de integração sejam eficientes. (Rosa *et al.*, 2008).

Este trabalho tem como objetivo avaliar se os atributos relacionados com o crescimento animal são determinantes nas características de qualidade da carcaça e da carne de suínos castrados *Landrace x Large White*, submetidos a acabamento intensivo, até elevado peso ao abate.

2. A EVOLUÇÃO DO SETOR SUINÍCOLA E A IMPORTÂNCIA DO PESO AO ABATE

2.1. A evolução do setor suinícola

A carne de suíno é a carne mais consumida no mundo, representando 40% do total, seguindo-se a carne de aves com 31% e carne de vaca com 22% (National Pork Board , 2013).

A produção de carne suína do mundo aumentou de forma linear na segunda metade do século XX, com algumas autoridades a estimar uma duplicação da produção ao longo deste período de tempo (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Atualmente, 50% da produção de suínos é realizada na Ásia e Oceânia (um terço dos suínos do mundo estão na China), 30% na Europa e na antiga União Soviética, 13% na América do Norte e os restantes 5% na África e na América do Sul (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Desde 1970 que o aumento da produção suinícola no mundo tem ocorrido quase inteiramente na Ásia e Oceânia (mais de 300%); na Europa, antiga União Soviética e América do Norte, foi apenas de 40% (Whittemore & Kyriazakis, 2006). A popularidade / preferência/ consumo de carne de suíno é muito variável em todo o mundo (Whittemore & Kyriazakis, 2006). De toda a carne consumida na Escandinávia, 60% é carne de suíno; na UE, 50%; no Japão 45% e na América do Norte 35%, mas, na Argentina, apenas 5% de toda a carne consumida é carne de suíno. No mundo, a carne de suíno é a mais popular de todas as carnes disponíveis (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

A produção mundial de carne de suíno supera as 105 milhões de toneladas anuais tendo como principais produtores a China com 50% da produção mundial, seguida da UE-27 com 22% e dos EUA com 10%, o Brasil com 3% e Rússia, Canadá e Vietname com 2% cada (dados de 2012), e tem como principais exportadores os EUA com 34%; UE-27 com 35%, Canadá com 17% e Brasil com 9%, (European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2013, National Pork Board, 2013).

Relativamente ao consumo *per capita*, os três maiores países produtores são também os maiores consumidores *per capita*, (China com 40,4 kg, UE27 com 40,3 kg e EUA com 27,2 kg *per capita*). Cerca de 22% da carne de suíno é comercializada fresca, e a restante

usada na indústria transformadora (presunto, fiambre e salsicharia) (National Pork Board, 2013).

Na UE-27, a Alemanha, com 5,5 milhões de toneladas (Mt) de produção, lidera um grupo de oito países com uma produção anual acima de 1,1 Mt de carne,(Espanha com 3,5 Mt, França, 2Mt, Polónia, 1,7 Mt, Itália, 1,6 Mt, Dinamarca, 1,6 Mt, Holanda, 1,3 Mt e Bélgica com 1,1 Mt), seguindo-se o Reino Unido com 0,8 Mt. Existe depois um segundo grupo, composto pelos restantes países e liderado por Portugal com uma produção inferior a 0,4 milhões de toneladas (European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2013).

Em termos de distribuição regional, a **Fig. 1** retrata a concentração de porcas reprodutoras na UE-27 (Marquer *et al.*, 2015).

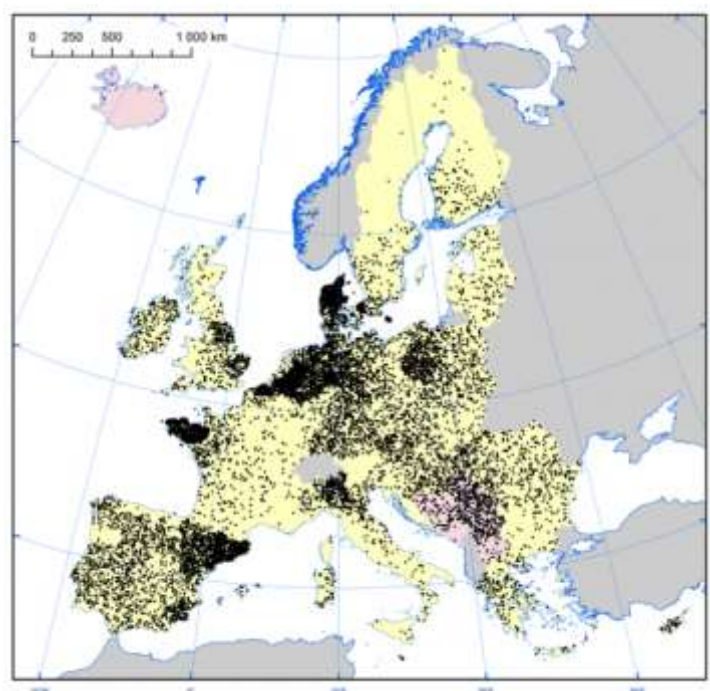


Figura 1 – Localização e densidade de porcas reprodutoras por região (Marquer *et al.*, 2015).

Marquer *et al.* (2015) apresenta uma caracterização sucinta da evolução do setor suínico europeu de que se salienta:

- 1,7% das explorações têm mais de 400 reprodutoras que são responsáveis por 78% da produção suínica e de 48% das porcas reprodutoras na UE;

- Explorações com mais de 400 porcas reprodutoras são tecnicamente mais eficientes que explorações de tamanho médio ou pequeno. A dimensão da exploração é um elemento crítico da viabilidade económica da exploração suinícola. Pequenas explorações são prejudicadas por maiores ineficiências técnicas, enquanto explorações maiores alcançam melhores resultados, beneficiando tanto de melhores eficiências técnicas, (consultoria especializada, veterinária, investigação e desenvolvimento, equipamentos específicos produtivos e de monitorização e instalações), como de maiores economias de escala (melhores condições de fornecedores, instalações e crédito ao investimento, exportação e grandes clientes).

Em Portugal, 95% dos efetivos suínos concentram-se na região Centro, de Lisboa e do Alentejo (Instituto Nacional de Estatística, 2014).

Whittemore & Kyriazakis (2006) sintetizaram a profunda alteração da estrutura produtiva da suinicultura moderna a nível mundial, e em particular na Europa e nos EUA, no início do presente século. Referem estes autores que numerosas pequenas pecuárias, com menos de 100 porcas reprodutoras, abundavam tão recentemente como há duas décadas. Porém, atualmente, as principais unidades de produção suinícolas agregaram-se aos grandes integradores, muitas vezes apoiados por fundos financeiros corporativos, onde a criação, produção, *marketing*, vendas, processamento e consumo são geridas e coordenadas. Na produção suinícola intensiva moderna é difícil obter eficiência em unidades com menos de 250 porcas reprodutoras, sendo corrente explorações com 500 ou mais animais. Os autores acima referidos indicam que alguns dos operadores de maior dimensão detêm várias unidades produtivas-padrão dispersas numa região, geridas a partir da sede central da companhia (como, por exemplo, nos Estados Norte-Americanos *North Carolina* e *South Carolina*). A América do Norte, originalmente o berço de pecuárias de tamanho familiar, agora lidera as grandes operadoras, com muitas empresas com mais de 10 000 porcas reprodutoras e um número significativo de empresas com mais de 100 000. Este padrão é, atualmente, seguido na Ásia, na Itália e também em Espanha, já com duas companhias, cada uma com cerca de 100 000 porcas reprodutoras e uma produção anual para abate superior a dois milhões de animais. Noutros países europeus, muitos produtores de suínos permanecem proprietários-gerentes individuais, ainda que com unidades de 200-5000 porcas.

Em Portugal, esta evolução da estrutura produtiva ficou patente com o encerramento de quase a totalidade das explorações com menos de 200 porcas reprodutoras até 2012.

Na Dinamarca, o numero de explorações reduziu 62% na última década e prevê-se a redução de 50% de explorações por cada sete anos. Atualmente, verifica-se que só as explorações com mais de 1000 porcas reprodutoras conseguem manter um progresso estável e prevê-se que, antes do final da década atual, a dimensão média de 650 porcas reprodutoras por exploração atinga o referido valor de 1000 (*Danish Pig Research Centre*, 2015).

Na Europa, o mercado de carne de suíno é o de um produto em massa, de baixo preço. O desenvolvimento de tecnologia e conhecimento na produção de suínos resultou no custo real da carne de suíno ser atualmente 30% do que era há 40 anos (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

A suinicultura moderna é uma história de sucesso baseada na aplicação da ciência à gestão. Um exemplo é o incremento da produtividade das porcas reprodutoras e é dado pelo número de leitões desmamados ao 5.º dia (LP5) por porca por ano que se apresenta na **Fig. 2**.

Ao contrário do que a figura induz, não se verificou um abrandamento na evolução deste parâmetro, que atualmente regista valores médios de produção de 31 LP5 por porca por ano e valores máximos de 36 LP5 por porca por ano (DanBred International. [s.d]).

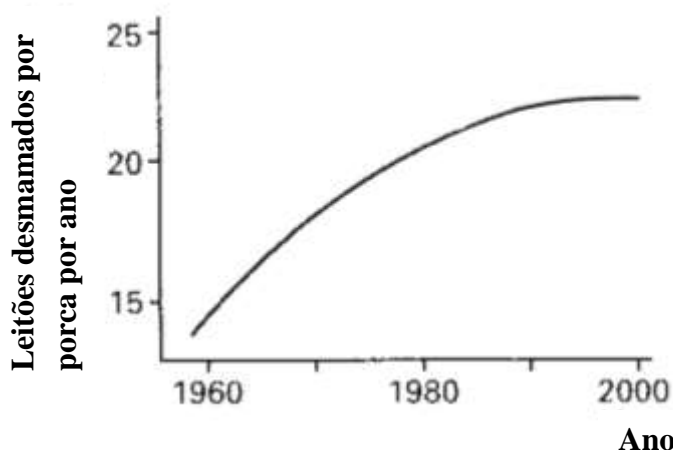


Figura 2 – Incremento da produtividade em porcas (Norte da Europa) (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Um outro exemplo da evolução da produtividade do sector suinícola é a quantidade de alimento necessário por kg de ganho de PV. Cujas evoluções se apresentam na **Fig. 3** e cujos valores atuais se referem no ponto 3.2.5 – Índice de Conversão alimentar.

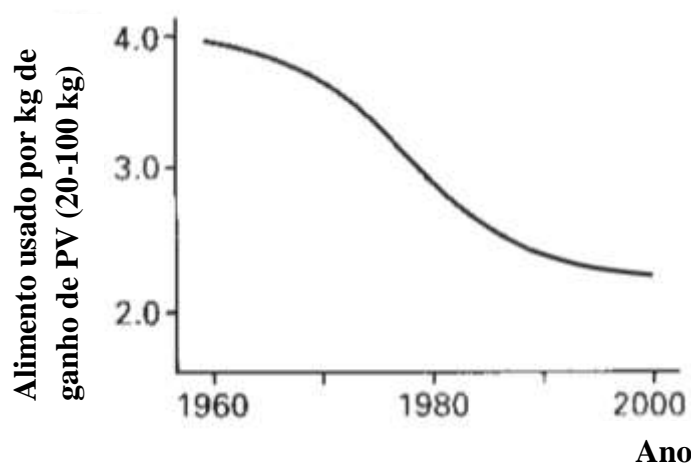


Figura 3 – Alimento necessário por kg de ganho de PV (Norte da Europa) (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Os dois parâmetros referidos como exemplo da evolução do sector suinícola (número de leitões desmamados por porca/ano ao 5º dia e Índice de conversão), são atualmente os dois principais objetivos de melhoramento genético do principal criador dinamarquês das raças Large White e Landrace (*Danish Pig Research Centre, 2015*).

2.2. Importância do peso ao abate

São reconhecidas as potenciais vantagens económicas na utilização de maiores pesos ao abate, principalmente resultantes da diluição dos custos gerais de produção, abate e processamento, sobre um maior peso de produto comercializável. O desenvolvimento de linhas genéticas magras, de crescimento rápido e mais eficiente, combinado com a adoção de novas tecnologias, resultou no aumento de peso ao abate de suínos, sem prejuízo do teor de tecido magro na carcaça e da eficiência alimentar (Ellis & Bertol, 2001).

Atualmente, o peso da carcaça tem significativas diferenças de mercado para mercado. Por exemplo, na Europa, Itália apresenta o maior peso médio da carcaça (PC de 128 kg), em grande medida devido à produção de suínos para a indústria de presunto. Portugal apresenta o valor médio mais baixo (com PC médio de 66 kg), enquanto Alemanha, Bélgica e Holanda apresentam PV ao abate da ordem dos 117 kg (PC da ordem de 94 kg) (European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development 2013).

Em 2005, o Nacional Pork Bord, organismo responsável pela investigação e apoio ao sector suinícola na América do Norte, designou por “SYMBOL III” o que considerava como características do suíno ideal a obter na próxima década. De acordo com este, a produção tinha como objetivo a alcançar a obtenção de suínos com pesos ao abate e de carcaça de 122 e 93 kg, respetivamente. Em 2007, o peso médio ao abate era de 116 kg e em 2012 o peso médio ao abate subiu para 124 kg (National Pork Board, 2013).

Surpreendentemente, foram conduzidos poucos estudos para investigar o impacto do aumento de peso ao abate de suínos de genótipos modernos, nas atuais condições de produção (Ellis & Bertol, 2001). Podem ser enunciados alguns estudos sobre a avaliação do crescimento e da qualidade da carcaça e da carne de suínos com peso ao abate igual ou superior a 160 kg (Walstra, 1980, Virgili *et al.*, 2003, Rossi *et al.*, 2008, Peloso *et al.*, 2010, Ventura *et al.*, 2011, Cecchinato *et al.*, 2013, Cisneros *et al.*, 1996), porém, em nenhum destes trabalhos foi avaliado animais resultantes do cruzamento *Landrace x Large White* que é, atualmente, o cruzamento mais utilizado, na suinicultura moderna, para obtenção de fêmeas reprodutoras F1, sendo os machos usados como produtos de carne e, portanto, seguindo o circuito normal de produção de carne de suíno.

3. FATORES DETERMINANTES DO CRESCIMENTO E DA QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE DE SUÍNO

3.1. Crescimento do suíno

O crescimento animal é usualmente entendido como o aumento de tamanho do corpo (peso e comprimento) (Walstra, 1980). O propósito do crescimento é alcançar a maturidade, a qual tem várias interpretações, sendo que, no suíno, a capacidade de reprodução é atingida muito antes (cerca de 50%) da obtenção do tamanho ou peso final. As porcas atingem a puberdade entre os 6 e 8 meses de idade, e os machos atingem-na entre os 5 e os 8 meses (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Pela sua facilidade de uso, o tamanho do animal é relacionado com o seu peso, e o tempo com a sua idade, o que leva ao uso corrente das curvas peso-idade. No entanto, estudos recentes tendem a estabelecer uma correlação entre imagem do corpo – em planta – e a dimensão e peso do animal. Com a recente facilidade de obtenção de imagens digitais, torna-se mais prático e de mais fácil uso a obtenção de imagem do que o pesar o animal. (Doeschl *et al.*, 2004).

Brody (1945), citado por Walstra (1980), refere a similaridade entre curvas de peso-idade para as diferentes espécies animais quando as escalas para o peso e idade são adequadamente escolhidas (**Fig. 4**).

Walstra (1980), refere que durante o crescimento há alterações na composição da carcaça, na distribuição do peso dos músculos, na distribuição do peso da gordura e só cerca de 30% dos músculos individuais revelam um padrão de crescimento linear da evolução desde o nascimento até à maturidade (**Fig. 5**).

Outros autores têm vindo a estudar diversas fórmulas de curvas de crescimento que relacionam o PV com a idade, em função de vários parâmetros e para diferentes sexos (López *et al.*, 2000, Strathe, *et al.*, 2010, Shull, 2013).

A quantificação do crescimento e a definição das diferenças entre sexos e linhagens são pré-requisitos essenciais para que o sistema de produção seja eficiente. Além do genótipo,

o sexo também influencia o crescimento e, por sua vez, as características da carcaça que é um fator condicionante da produção de carne (Rosa, *et al.*, 2008).

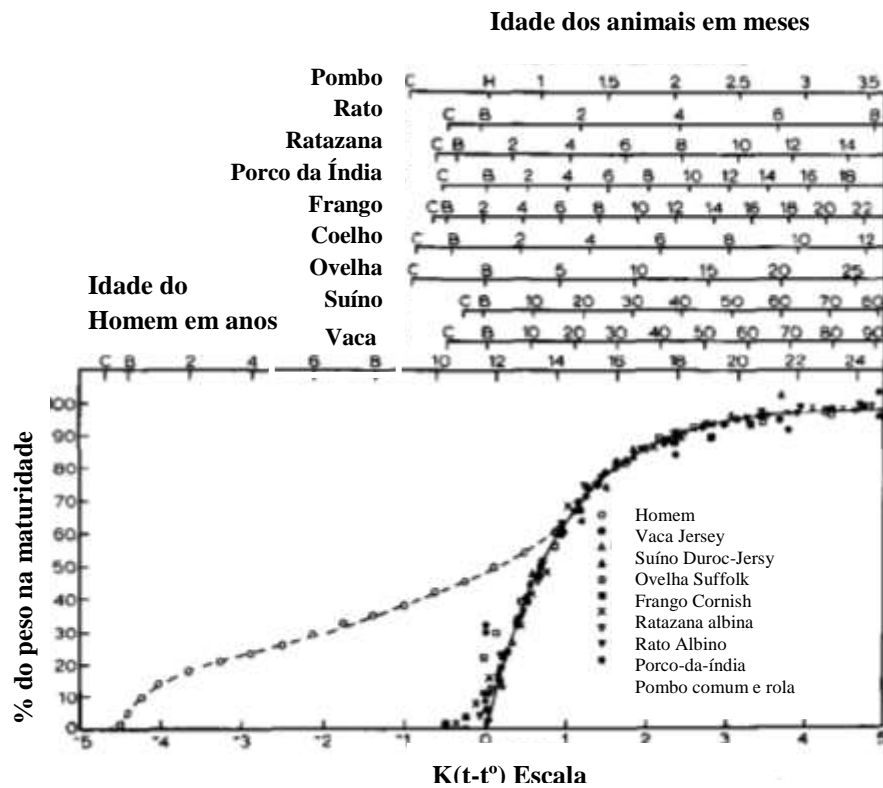


Figura 4 – Equivalência de curvas peso para diferentes espécies (Brody, 1945 citado por Walstra, 1980).

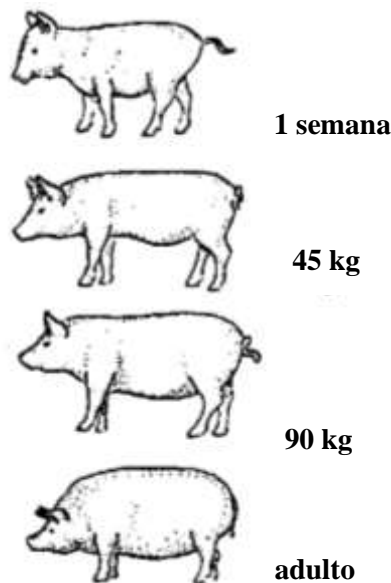


Figura 5 – Mudanças nas proporções do suíno desde a nascença até à maturidade. Para comparação, a altura no ombro é a mesma (Hammond, 1932, citado por Walstra, 1980).

3.1.1. Principais fatores com influência no crescimento do suíno

3.1.1.1. Influência do sexo e da castração

No trabalho de Walstra (1980), foram estudadas as seguintes conclusões:

- a) Os suínos inteiros apresentam uma cabeça mais pesada do que os castrados e fêmeas;
- b) A alimentação e sexo influenciam a distribuição de peso ósseo;
- c) Os suínos inteiros apresentam os ossos mais longos quando comparados com o mesmo comprimento de carcaça, enquanto com o mesmo peso total ósseo, os castrados tinham os ossos mais longos do que os inteiros;
- d) Suínos inteiros contêm menos gordura subcutânea do que os castrados. Isso também é válido para castrados em fases posteriores por comparação com as fêmeas. Suínos inteiros têm mais gordura intermuscular do que castrados;
- e) A influência de ser castrado ou inteiro, macho ou fêmea, tem igualmente importância comercial, no sentido em que pode representar uma diferença negativa equivalente ao preço de 400-450 g de peças cárneas de elevado valor económico, comparando animais castrados e fêmeas com suínos inteiros. No entanto, esta importância concorre com o efeito mais favorável da deposição total de carne magra em machos inteiros, e não é proporcional à que pode ser adquirida a partir do aumento da quantidade total de carne produzida por engorda de machos inteiros.

Suínos machos para produção de carne eram tradicionalmente castrados para aumentar a proporção de gordura na carcaça e para reduzir o comportamento agressivo e sexual (Squires & Bonneau, 2014).

Squires & Bonneau, (2014) referem que suínos inteiros apresentaram relativamente a castrados as seguintes vantagens: 13% mais de coeficiente de crescimento; menos 9% de ingestão de alimento; IC 14% superior e mais 20% de percentagem de carne magra da carcaça, resultando uma menor produção de nitrogénio excretado, menores custos de produção e menores perdas devido a infeções derivadas da operação de castração e de quebras temporárias de índice de crescimento. Os autores acima citados referem ainda que os suínos inteiros apresentam carne mais vermelha e com maior capacidade de retenção de

água, assim como maiores níveis de massa muscular e de ácidos gordos polinsaturados na gordura e maior teor de proteína na carcaça, que podem constituir vantagens nutricionais da carne para o consumidor. Um outro aspecto favorável prende-se com a crescente preocupação do bem-estar animal associado à castração cirúrgica. Vários países da UE baniram a castração cirúrgica, mesmo com anestesia (outros comprometeram-se a fazê-lo até 2018), havendo cadeias de venda a retalho que decidem não vender carne de castrados (Squires & Bonneau, 2014).

Como principais desvantagens dos machos inteiros Squires & Bonneau, (2014) referem que, devido ao tipo de gordura com maiores níveis de ácidos gordos polinsaturados, a gordura tende a ser mais mole e com menor resistência à oxidação, levando a uma inferior qualidade e maior dificuldade no processamento desta, por exemplo, na produção de *bacon*. Referem também que a magreza excessiva da carne pode resultar de uma falta de coesão entre as camadas de gordura dorsal e as camadas de músculo subjacente e que este aspeto assume especial importância em genótipos comerciais modernos com elevada percentagem de carne magra, em que dietas alimentares de alto teor de lípidos insaturados aumentam o problema da coesão da carne. Uma outra desvantagem apontada pelos autores acima referidos é o baixo teor de gordura intramuscular, que pode afetar o sabor e textura da carne, caso atinja níveis inferiores a 2-3%, nível este que é o recomendado para qualidade sensorial ótima. Machos inteiros apresentam ainda 2 a 2,5% menos de rendimento de carcaça e maior conteúdo ósseo que suínos castrados e fêmeas. Os autores acima referidos salientam ainda que suínos inteiros ao atingirem a maturidade sexual (a partir dos 5 meses), exibem um comportamento mais agressivo, com aumento de conflitos entre animais que causam maior incidência de carne *Dark Firm & Dry* (DFD) (carne escura, firme e seca), danos na pele e contusões na carcaça. Suínos inteiros exigem ainda cuidados redobrados no manuseio pré-abate, evitando misturas de animais não familiarizados (de diferentes parques), otimização do tempo de repouso pré-abate, e, em geral, boas práticas para redução do *stress*.

Um aspeto atualmente difícil de evitar, é a maior incidência de carne com odor a varrasco em suínos inteiros (Squires & Bonneau, 2014).

Whittemore & Kyriazakis (2006) referem também que suínos inteiros apresentam muito menos gordura que os castrados e que a gordura tem maior proporção de ácidos gordos polinsaturados, dando como exemplo que, suínos inteiros e castrados, de um genótipo

melhorado europeu, com 90 kg de PV, apresentam, respetivamente, cerca de 10-12% e 16-18% de gordura corporal. Estas características, conjugadas com um crescimento mais rápido e eficiente, fazem da carne do suíno inteiro uma atraente premissa para a produção de produtos de salsicharia para venda em fresco, sendo os custos de produção de 1 kg de carne 8% e 16% superiores para porcas e castrados, respetivamente. Para o mesmo peso de abate e nível de alimentação, o suíno inteiro é consideravelmente mais magro que o castrado, ficando a fêmea numa posição intermédia (cerca de 60% de carne magra na carcaça do macho inteiro; e 56 e 58% para os outros géneros, respetivamente).

Relativamente a fêmeas, Latorre *et al.*, (2003), para PV ao abate de 117 kg refere que suínos inteiros apresentam maior capacidade de ingestão, piores índices de conversão alimentar e menor rendimento de peças de corte magras, e suínos castrados apresentam maior teor de gordura corporal, mais gordura intramuscular e cor da carne mais intensa do que as fêmeas.

Latorre *et al.* (2009) refere que 100% dos suínos castrados abatidos com 130 kg de PV (196 dias de idade) cumpriram os dois critérios de produção de presuntos de denominação de origem protegida (DOP) de Teruel (PC > 84 kg e espessura gordura no músculo *gluteus medius* (GM) > 18 mm), e 100 % das fêmeas abatidas com 130 kg de PV (203 dias de idade) cumpriam o primeiro critério (PC > 84 kg) mas 33% não cumpriam o segundo critério (GM>18mm). Mas 100% das fêmeas abatidas a 134 kg de PV (210 dias de idade) cumprem os dois referidos critérios.

Na UE, os principais produtores estabeleceram um acordo voluntário visando a eliminação da castração de leitões até 2018 com fundamento no bem-estar animal. Estão a ser desenvolvidos alguns estudos para estabelecer se é possível reduzir o odor a varrasco através do melhoramento genético (*Danish Pig Research Centre*, 2015).

Devido à crescente pressão contra a castração cirúrgica, a castração de fêmeas está, de momento, fora da previsão de possível evolução (Whittemore & Kyriazakis, 2006). No entanto, sobre este assunto, Peinado *et al.* (2008) investigaram os efeitos da castração de fêmeas face a fêmeas intactas e machos castrados, recomendando a castração de fêmeas para a indústria de produção de presuntos.

3.1.1.2. Raça / Genótipo

Os agricultores europeus na procura constante da melhoria da eficiência da produção suína, assim como a preferência dos consumidores europeus por carne com menos gordura, levaram à criação de linhas genéticas de animais híbridos, que são agora usados para a produção de carne em todo o mundo. (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

A base genética para as empresas contemporâneas de criação de suínos no mundo inteiro deriva de relativamente poucas raças (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Dávalos Aranda (2002) refere que as raças mais utilizadas pela indústria suinícola europeia e mundial, de acordo com as suas aptidões produtivas, podem subdividir-se em três grupos principais:

- a) As raças *Large White/Yorkshire* e *Landrace*, caracterizadas pela sua prolificidade e índice de conversão alimentar (IC);
- b) As raças *Landrace* Belga e *Pietrain*, menos prolíficas que as do primeiro grupo, mas com melhor eficiência alimentar, maior percentagem de carne magra e também mais suscetíveis ao *Porcine Stress Syndrome* (síndrome do stress porcino) (PSS); e
- c) As raças *Duroc* e *Hampshire*, caracterizadas pela rusticidade, boa conformação, baixo consumo alimentar e características de carcaça, com elevada percentagem de gordura intramuscular.

Raça *Large White*

O desenvolvimento da raça LW ocorreu no condado de *Yorkshire*, é reconhecida como tal no Reino Unido desde 1868 e o primeiro Livro Genealógico foi publicado em 1884 (Rothschild & Ruvinsky, 1998). Depois disso, vários países reconheceram esta raça e aprovaram o seu Livro Genealógico. Esta raça, durante o último século, teve uma expansão notável e é claramente, nos nossos dias, uma das duas raças maternas de suínos mais representadas em todo o mundo. Para além disso continuam a ser usados animais em criação pura e em cruzamento terminal. É uma raça despigmentada, de tipo robusto, com boa adaptabilidade, corpulência e rusticidade, com o corpo e os membros largos, orelhas eretas e chanfro ligeiramente côncavo (Dávalos Aranda, 2002). Uma das suas principais características é a sua elevada prolificidade e outra a baixa incidência de PSS (< 2%) (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Estirpes modernas são de tamanho grande, as fêmeas atingem a maturidade pesando mais de 300 kg de PV. A taxa de crescimento excede

facilmente 750 g por dia (do nascimento a 100 kg de PV), produzindo uma carcaça com 55-60% de carne magra; a maturidade é atingida aos 180 dias e o tamanho da ninhada de 11 a 13 leitões com peso médio de 1,25 kg (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Estes autores diferenciam ainda a *Large White* e *Large White* Holandesa com a diferenciação dada pela incidência do gene HAL, sendo 0% no primeiro e entre 20% e 50% no segundo.

Raça *Landrace*

Os suínos despigmentados de orelhas compridas, tombadas e caídas, cobrindo até os olhos desenvolveram-se nas regiões do Norte de França, Itália e quase toda a Europa do Norte, sendo usualmente referidos como porcos célticos ou celtas. Nos séculos XVIII e XIX estes “porcos da terra” (*land pigs*) disseminaram-se por toda a Europa do Norte (Rothschild & Ruvinsky, 1998).

O melhoramento do dito “porco da terra” na Dinamarca teve como objetivo a produção de suínos de qualidade superior, mais compridos, com carnes mais magras, ideais para a produção de *bacon* e, como tal, facilmente exportados para o mercado do Reino Unido. Foi na Dinamarca que este *land pig*, ou raça da terra, tomou pela primeira vez o nome de *Landrace*. Pode-se dizer que o *Landrace* está para a Dinamarca como o *Large White* está para a Inglaterra.

Depois da II Guerra Mundial, a Dinamarca colocou entraves à exportação da raça *Landrace* e assim a Suécia tornou-se o maior exportador deste património genético, sendo o que mais contributo tem dado, nos nossos dias, para esta raça suína. Mais recentemente também a Noruega e Finlândia se tornaram grandes produtores e exportadores de *stock* de *Landrace*.

O *Landrace* apresenta algumas variações e heterogeneidade no tipo, característico de diferentes objetivos de seleção e melhoramento. Dada a sua ampla base genética inicial, foi possível a variabilidade entre populações de diferentes países. Hoje em dia, o *Landrace* apresenta linhas vocacionadas para a produção de animais com grandes rendimentos de carcaça, ou ainda outras mais direcionadas para a melhoria das características maternas (Rothschild & Ruvinsky, 1998).

Regra geral, é uma raça despigmentada do tipo longilíneo, com esqueleto sólido, boa corpulência e conformação harmoniosa, para sistemas de produção em linha pura bem

como em cruzamento e produção de porcas F1, essencialmente com a raça *Large White* – por exemplo, atualmente, a produção chinesa é em 70% com fêmeas F1 *Large White* x *Landrace* (Rothschild & Ruvinsky, 1998).

Whittemore & Kyriazakis (2006) referem que o *Landrace* Alemão, Belga e Holandês é ligeiramente menos prolífico mas mais musculado, a profundidade do músculo, da perna e lombo, a leveza do osso, a elevada percentagem de carne magra corporal e forma arredondada e maciça das pernas e músculos do olho do lombo caracterizam estas raças para utilização como um dos reprodutores superiores em cruzamentos.

Suíños da raça *Landrace* evidenciam mais 2 cm de comprimento do corpo que os da raça *Large White*, respetivamente 106 cm e 108 cm para suínos com 90 kg PV (medido a partir do ponto médio entre as orelhas para o ponto de partida da cauda) (Nakavisut *et al.*, 2006).

Atualmente, vários países têm programas de melhoramentos genéticos de suínos, em especial os que promovem DOP, como, por exemplo, Itália e Espanha, a par dos desenvolvimentos de empresas privadas, como, por exemplo, a dinamarquesa DanAvl/DandBread e a americana PIC (Pilgaard, 2015).

As raças *Landrace* e *Large White* são duas raças de origem europeia com mais de um século de evolução a nível mundial, em particular na Europa, EUA, Brasil e China. Atualmente já se diferenciam *Landrace*, *Landrace* Italiano; Alemão; Sueco; Dinamarquês, Holandês, Belga e o *Large White* e *Large White* Holandês.

Se a diferenciação e notoriedade destas raças demoraram séculos a estabelecer-se, a evolução nas últimas três décadas, com o aparecimento de empresas especializadas em fornecer os produtores sementais e porcas reprodutoras usando os mais elaborados métodos de seleção genética, essa evolução foi explosiva, atingindo um nível de sofisticação e diferenciação de produtos fornecidos verdadeiramente impensáveis há duas décadas atrás, do qual sobressai a garantia da uniformidade expectável da população obtida pelo produtor. A definição da raça já não é um descritor adequado do tipo de suínos ou composição genética. Por exemplo, algumas raças designadas de *Large White* podem exibir uma percentagem de indivíduos na população halotano-positivos. Para além disso, muitas linhagens de suínos disponibilizadas pelas empresas de fornecimento de reprodutores (*breeding companies*) são produzidas a partir de uma variedade de fontes genéticas e muitas vezes desafiam definições para além das que são dadas pelo criador da

“raça”. Estas definições podem retratar mais o que o animal é suposto fazer, e em que circunstâncias deve ser usado, em vez de quais as raças ou genes estão incluídos na sua composição genética (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Atualmente, empresas privadas como a DanAvl têm como principal objetivo no desenvolvimento genético o índice de conversão (IC) (42%), seguido do aumento do número de leitões vivos ao 5º dia (LP5) (27%), o ganho médio diário (GMD) 30-100 kg (11%), a % de carne magra (7%), conformação (5%), a longevidade (4%) e o rendimento da carcaça e o GMD 0-30 kg (ambos 2%) (**Fig. 6**).

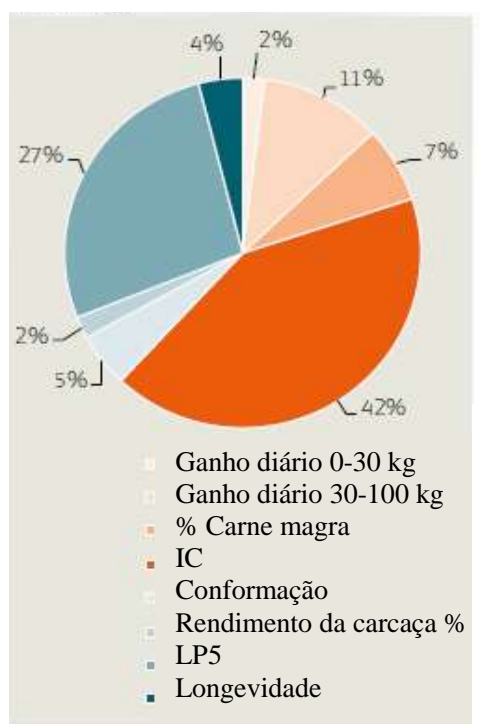


Figura 6 – Objetivos de melhoramento genético para a raça *Landrace* e *Large White* do criador dinamarquês DanAvl, segundo a contribuição econômica do melhoramento (*Danish Pig Research Centre*, 2015).

3.1.1.3. Gene HAL e gene RN

Os dois genes, até ao momento descobertos, com maior influência sobre a qualidade da carne de suíno, são o gene halotano (HAL) e o gene Rendement Napole (RN) (*protein kinase adenosine monophosphate-activated γ 3-subunit - PRKAG3* (Uimari *et al.*, 2013).

Whittemore & Kyriazakis (2006) resumem a influência do gene HAL nas raças e cruzamentos que contêm 40-70% do gene. A sua presença está associada a:

- a) mais 2,5% de carne magra na carcaça;
- b) mais 1% de rendimento da carcaça;
- c) ingestão de alimentos reduzida 10-20%;
- d) maior área dos músculos *Longissimus Dorsi* (LD) (+ 5cm², obtendo 45cm² no ponto P2 a 90 kg de PV);
- e) até mais 12 mm de espessura do LD;
- f) pernas maiores, mais redondas e com maior teor de carne (20% de aumento na pontuação da forma);
- g) menos massa óssea total;
- h) comprimento da carcaça 10 mm menor;
- i) cerca de 25% das carcaças contendo músculos *Pale, Soft and Exudative* (pálida, sólida e exsudativa) (PSE) (sendo 5% em suínos normais e 25% em suínos homocigotos halotano-positivos);
- j) menos um ou dois leitões criados por ninhada;
- k) maior mortalidade na fase de crescimento / acabamento (10% contra 2% em suínos convencionais).

No **Quadro 1** apresenta-se a incidência do gene HAL e a suscetibilidade de *stress* associada nas principais raças de alto rendimento europeias. (Whittemore & Kyriazakis 2006)

Quadro 1 – Incidência do gene HAL e a suscetibilidade de *stress* associada.

| Raça | Incidência (%) |
|---|----------------------------------|
| Large White Duroc Hampshire | 0 |
| Landrace Norueguês Landrace Dinamarquês Landrace Inglês Landrace Sueco | 2-25 (variável entre linhagens) |
| Landrace Holandês Large White Holandês | 20-50 (variável entre linhagens) |
| Landrace Alemão Landrace Belga Pietran | 70-90 (variável entre linhagens) |

Whittemore & Kyriazakis (2006)

Um outro gene com um efeito significativo na qualidade da carne é o RN, primeiramente relatado em 1990 e, posteriormente, conhecido como PRKAG3, localizado no cromossoma 15. O gene RN, identificado principalmente na raça *Hampshire* em França e na Suécia, tem sido associado a um maior teor de glicogénio no músculo, a uma redução do pH final e a uma redução do rendimento do músculo (cozido ou curado) até 8% (Warriss, 2000, Uimari *et al.*, 2013).

3.1.1.4. Peso à nascença

O crescimento dos tecidos musculares obtém-se por dois processos: por *hiperplasia*, onde o número de células aumenta por divisão celular, e por *hipertrofia*, onde as células crescem em tamanho (Warris, 2000). A maior parte da hiperplasia ocorre antes do nascimento, cerca de 30 a 40 divisões da célula ocorrem durante a gestação e somente três a quatro após nascimento (designadas “células satélite” que retêm a capacidade de replicar após o nascimento, funcionando como uma reserva para o desenvolvimento de *mioblasts*, células que formam fibras musculares) (Warris, 2000). Após o nascimento, o crescimento do tecido muscular dá-se pela hipertrofia das células com o aumento da massa do tecido muscular e pouca alteração no número de células. Um maior número de fibras à nascença proporciona um crescimento mais rápido do que o verificado em animais com menor número de fibras (Warris, 2000, Whittemore & Kyriazakis, 2006). Vários estudos apresentam como peso mínimo adequado à nascença 1,1 kg, sendo o recomendado entre 1,2 e 1,4 kg, conforme se observa na (**Fig. 7**) (Whittemore & Kyriazakis, 2006, Schinckel *et al.*, 2010).

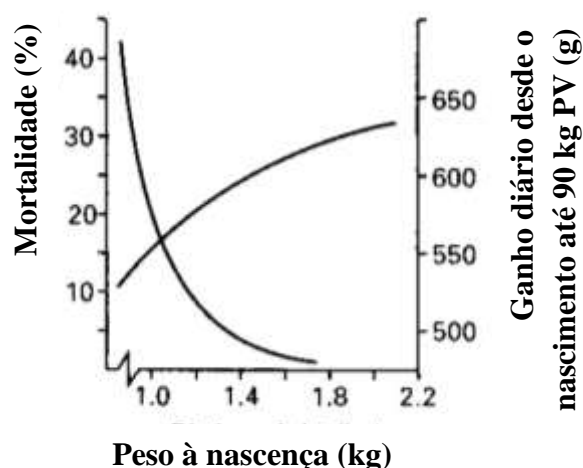


Figura 7 - Relação entre mortalidade, peso à nascença e ganho diário desde o nascimento até 90 kg (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

3.1.1.5. Alimentação

A alimentação é o principal custo de produção na indústria suinícola, representando 60% a 70% do custo de produção. É um dos principais aspetos com influência no crescimento e na qualidade da carcaça (Graça & Costa, 1987, Cisneros *et al.*, 1996) podendo influenciar praticamente todos os aspetos e parâmetros desde o crescimento até à qualidade da carne, (Bosi & Russo, 2004) incluindo a influência da alimentação das porcas gestantes na concretização do potencial genético das futuras crias (Whittemore & Kyriazakis, 2006, Schinckel *et al.*, 2010).

O nível de alimentação - *ad libitum* ou restrito - pode influenciar a composição da carcaça, o rácio músculo/gordura, a distribuição da massa óssea, a espessura dos ossos, a distribuição da gordura e a espessura da camada de gordura dorsal (Walstra, 1980).

Bosi & Russo, (2004) para acabamento de suínos com PV de 160 kg, referem ser possível modular o crescimento, o teor de carne magra e a espessura da gordura dorsal pela alteração da quantidade de energia adicional ingerida.

O interesse em determinar a dieta mais adequada para cada fase de produção, fez surgir recomendações para estabelecimento de dietas, de que são exemplo as normas espanholas (Blas *et al.*, 2013) e americanas, cuja 11ª edição foi publicada pela NRC - National Research Council em 2012. Além disso, várias DOP de presunto impõem regimes

alimentares específicos para as duas últimas fases de crescimento de suínos (da recria dos suínos até à fase de engorda/acabamento) (deLange, 2013).

Na base destas diretrizes estão também as curvas de crescimento utilizadas como estimativas de necessidades de alimentação diária para o crescimento. Essas estimativas são utilizadas no cálculo dos requisitos de alimentação totais, que estabelece um limite superior para o consumo de ração quando os animais têm acesso a uma alimentação *ad libitum* e de alta qualidade (López *et al.*, 2000).

As respostas de crescimento dos suínos de qualquer peso, em termos de ingestão de alimentos, ganho de PV e IC são fortemente influenciadas pelo programa nutricional usado e, particularmente, a oferta de energia e proteína (Cisneros *et al.*, 1996).

Os requisitos nutricionais vão variando com a idade/crescimento do suíno, razão pela qual as orientações e normas de alimentação diferenciam várias fases do desenvolvimento dos animais, em particular para porcas gestantes, porcas em lactação, leitões; recria e acabamento (NRC 2012; Blas *et al.*, 2013).

Há ainda que considerar restrições decorrentes de regulamentação relativa a alimentação animal imposta por vários países, como, por exemplo, o uso de carne e produtos ósseos, derivados de sangue e gordura animal, farinha de peixe entre outros (Danish Agriculture & Food Council, [s.d]).

Fabro *et al.* (2013) estudaram a dieta com alta e baixa proteína desde os 79 dias e 30 kg até aos 272 dias e 167 kg de PV e concluíram que 15% de redução da proteína bruta não afeta a qualidade da carcaça e crescimento, tendo obtido GMD de 0,72 kg/dia nesse período.

Para o mesmo peso e sexo, níveis de alimentação mais elevados aumentam a percentagem de gordura no animal. Dietas com baixo nível de proteína aumentam a gordura intramuscular, o que melhora a suculência da carne, e diminuem a quantidade de dejetos (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

A manipulação da composição de ácidos gordos na dieta afeta a firmeza e a textura da gordura. Elevado nível de ácidos gordos polinsaturados produzem gordura mole, enquanto fontes de gordura saturada (*e.g.* produtos de palma) tornam-na mais rija (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Não fazendo propriamente parte da alimentação, os promotores de crescimento, agonistas beta-adrenérgicos, que são análogos da epinefrina, e outros substitutos como o cimaterol, o clenbuterol e a ractopamina, têm sido utilizados nas dietas de suínos. Estas substâncias diminuem a quantidade de gordura (cerca de 10%), aumentam o crescimento muscular e aumentam a magreza da carne (cerca de 10%), mas também alteram a estrutura da fibra muscular e diminuem a tenrura da carne (Whittemore & Kyriazakis, 2006, Agostini *et al.*, 2011). Para além disso, os autores indicam que a utilização daquelas substâncias pode melhorar o índice de crescimento e o IC (embora este último seja obtido através da redução no nível do consumo de alimento).

Esteroides, beta-agonistas e hormonas promotoras de crescimento são considerados importantes na pecuária em alguns países, as últimas especialmente quando os suínos têm excesso de gordura e as carcaças podem ser tornadas aceitáveis pela administração de r-PST (*recombinant porcine somatotropin*) que proporciona, entre outros resultados, decréscimos de 34% no rácio de acumulação de gordura (Carpena *et al.*, 1991). Contudo, a maioria dos genótipos europeus são agora magros ao ponto de serem compatíveis com os *standards* mínimos de suculência, sabor e tenrura da carne, e a necessidade de reduzir a quantidade de gordura por uma intervenção hormonal exógena não é mais um problema (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Beta-agonistas são comumente usados na alimentação de suínos nos EUA, e constituem, atualmente, um entrave técnico à entrada de carne de suíno na Europa, onde não são admitidos. (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Atualmente, diversos estudos incidem sobre outros aspetos, como seja a redução de proteína bruta e sua compensação com aminoácidos, ao uso de 15% de chicória nos 20 dias anteriores ao abate para anular o sabor a escatol, e a constante atualização das normas de alimentação (*Danish Pig Research Centre*, 2014, *Danish Pig Research Centre*, 2015).

3.1.1.6. Maneio e bem-estar animal

De entre os variados fatores que influenciam um adequado maneio e bem-estar animal, dois sobressaem pela influência que têm no crescimento, nomeadamente a área do parque ou área por suíno, e as condições ambientais, designadamente de temperatura, humidade e ventilação.

A legislação da UE sobre bem-estar animal define um espaço mínimo de 1,00 m² por suíno com peso superior a 110 kg (Decreto-Lei n.º 135/2003 que transpõe a Diretiva n.º 2001/88/CE e a Diretiva n.º 2001/93/CE).

A saúde dos animais e o crescimento individual melhoram com o aumento do espaço disponível por animal. Espaços disponibilizados acima/abaixo de 0,7 m² por cada 100 kg de PV de suíno no parque aumentam/diminuem o rácio de crescimento individual em cerca de 2,5% por cada 1,0 m² de alteração no espaço disponibilizado. (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Cisneros *et al.* (1996) utilizaram no seu estudo uma área de 1,17 m²/suíno entre 100 e 160 kg PV que consideraram como superior à utilizada normalmente na produção suinícola e com improvável interferência no crescimento para os PV considerados no seu estudo e referem que um estudo do NCR-89 Committee (1993) conclui que o índice de crescimento para suínos abatidos a 113 kg PV era maximizado com um espaço disponível de 0,93 m²/suíno. Rossi *et al.* (2008), para suínos em acabamento entre 90 e 160 kg de PV, obtiveram valores maiores de PV, de espessura de gordura dorsal e de GMD e menores de IC para áreas de 1,4 m²/suíno quando comparada com áreas de 1,0 m²/suíno.

A temperatura ambiente nas quais os suínos se sentem confortáveis está fortemente relacionada com o peso corporal (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Uma variação na temperatura de 3°C ou mais, até ao valor máximo de 28°C, comparada com uma temperatura constante, diminui a ingestão de alimento voluntária e, conseqüentemente, o GMD de suínos em acabamento (Massabie & Quiniou, 2001 citado por Lebret *et al.*, 2002).

Whittemore & Kyriazakis, (2006) apresentam como valores de referência destes parâmetros :

| | |
|--------|---|
| Espaço | <p>Área total para suínos em grupos, cerca de 0,8-1,6 m²/100Kg de suíno</p> <p>Pisos contínuos ou com estrados 0,5-1,5m²/100Kg de suíno</p> <p>Suínos adultos em parques 1,0-3,0m²/100Kg de suíno</p> <p>Leitões de desmama em parques 1,0-2,0m²/100Kg de suíno</p> <p>Porcas em lactação com ninhada leitões 4-7m²</p> <p>Machos reprodutores 9-12m²</p> <p>Celas para porcas gestantes 2200 x 600mm (aproximadamente)</p> |
|--------|---|

| | |
|------------------|---|
| Velocidade do ar | Cerca de 0,1m/s à altura do suíno; 0,5m/s forma corrente de ar |
| Ventilação | Um mínimo na ordem de 0,2m ³ /hora/Kg de peso suíno. Máximo na ordem de 2,0 m ³ /hora/Kg de suíno |
| Humidade | 60-80% humidade relativa |
| Temperatura | No intervalo de: |
| | 30-34°C para suínos de < 5Kg |
| | 26-30°C para suínos de < 10Kg |
| | 22-26°C para suínos com 10-15Kg |
| | 18-22°C para suínos com 15-30Kg |
| | 16-20°C para suínos com 30-60Kg |
| | 14-20°C para suínos em acabamento e fêmeas adultas |

3.2. Avaliação do Crescimento

A avaliação do crescimento dos suínos é importante para os custos de produção e rentabilidade tanto do suinicultor, como da indústria transformadora (King, 1999 e Patrick *et al.*, 1993 citado por Schinckel *et al.*, 2003).

Os modelos de crescimento dos suínos são usados para identificar estratégias para a melhoria da eficiência da produção suinícola e para estimar requisitos nutricionais diários para suínos de várias idades e grupos genéticos (Schinckel & deLange, 1996, citado por Schinckel *et al.*, 2003).

Dos vários parâmetros utilizados na avaliação do crescimento passa-se a referir os principais.

3.2.1. Idade

A idade é um dos parâmetros-base usado na avaliação do crescimento e é geralmente expresso em dias, semanas ou meses. Usada correntemente como base de várias

correlações com outros parâmetros, permite definir implicitamente um conjunto de características expectáveis, quer em termos de características de crescimento, como de qualidade da carcaça e da carne, fruto de correlações estabelecidas em estudos e práticas específicas, *e.g.*, a exigência de 9 meses de idade mínima ao abate para o fabrico de presuntos DOP como o de Parma (Regulamento de Execução (UE) N.º 1208/2013).

Sendo o objectivo-base atingir as características pretendidas com o mínimo de idade e mínimo de recursos despendidos, casos há que em que a maior rentabilidade se obtêm em idades superiores, economizando nos recursos despendidos, como, por exemplo, através de regimes alimentares restritos ou controlados (Bosi & Russo, 2004).

Atualmente, para génotipos de alto rendimento, a idade ao abate varia entre 5 e 6 meses para consumo corrente com pesos ao abate de 100 a 120 kg, enquanto para a indústria dos principais presuntos DOP italianos com pesos ao abate superiores a 160 kg, a idade ao abate varia entre 8 a 10 meses (Ellis e Bertol, 2001).

Peloso *et al.* (2010) obteve para PV 130 kg idades de 163 dias e para PV de 160 kg idades de 202 dias.

3.2.2. Peso vivo

O parâmetro desde sempre usado para caracterização do crescimento (variação do tamanho com a idade), tem sido o peso vivo (PV), por ser o de mais fácil medida e pela intuitiva correlação entre peso e tamanho. Atualmente, o PV ao abate situa-se entre 100 e 120 kg para génotipos de alto rendimento, com destino à comercialização de carne fresca e indústria de salsicharia (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Para o aproveitamento de pernas para a indústria de presuntos, o PV ao abate é da ordem dos 130 a 140 kg para alguns DOP espanhóis (*e.g.* Teruel) e para alguns DOP italianos (*e.g.* Parma) é superior a 160 kg. (Ellis e Bertol, 2001, Latorre *et al.* 2008, Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Bosi & Russo, (2004) referem que o grau de maturidade e idade do suíno são geralmente associados ao PV, mas as melhorias na seleção genética, na alimentação e das técnicas de produção têm aumentado significativamente a taxa de crescimento nos génotipos modernos. Como consequência, a correlação entre a maturidade e peso é menor, razão pela qual, segundo os autores, os consórcios introduziram, empiricamente, um limite para a idade mínima ao abate de 9 meses.

Whittemore & Kyriazakis, (2006) referem que a exigência de 160 kg de peso vivo para a produção de presuntos italianos DOP Parma está intrinsecamente relacionada com a exigência de 12 kg de peso das pernas para a produção do presunto.

A especificação do DOP de Teruel alterou, em 2013, o requisito de os suínos apresentarem entre 115 e 130 kg de PV, sendo esta exigência suprimida, tal como a relativa à idade, por não garantirem com exatidão a homogeneidade dos suínos destinados a abate. Estes requisitos foram substituídos por uma disposição sobre o peso mínimo das carcaças e a espessura do toucinho à altura da zona lombar (Pedido de alteração n.º CE: ES-PDO-0217-0987-10.04.2012).

3.2.3. Ganho médio diário

O GMD, para um determinado período/idade, é um dos parâmetros mais usados pelos criadores de raças para caracterizar o desempenho produtivo dos animais. Por exemplo, o *Landrace* dinamarquês apresenta valores de 976 g/dia e o *Large White*, valores de 924 g/dia para pesos entre 30 e 100 kg (DanBred International ([s.d])).

Walstra (1980) obteve, para a raça *Landrace*, pesos entre os 29 kg e 160 kg, GMD de 747 g/dia e entre 133 kg e 160 Kg, um GMD de 662 g/dia . GMD máximos de 825 g/dia foram obtidos para machos inteiros e de 750 g/dia para fêmeas entre os 66 kg (126 dias) e os 98 kg (168 dias). Para animais castrados, obteve-se o GMD máximo de 845 g/dia entre os 26 e 67 kg.

Lebret *et al.* (2014) para a raça *Large White* obtiveram, para pesos entre 75 e 110 kg um GMD de 687 g/dia e entre 110 kg e 148 kg um GMD de 689 g/dia.

Latorre *et al.* (2008) referem que acima de 120 kg, por cada 10 kg de aumento do peso ao abate, o GMD decresce 55 g por dia.

3.2.4. Capacidade de ingestão de alimento

A ingestão diária de alimento é determinada pelo genótipo, tendo como valor máximo a capacidade de digestão do aparelho digestivo (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Esta varia com a idade/PV do suíno e é influenciada por vários fatores como o apetite, a temperatura ambiente (**Fig. 8**), % de fibra e nível de energia digestiva de dieta.

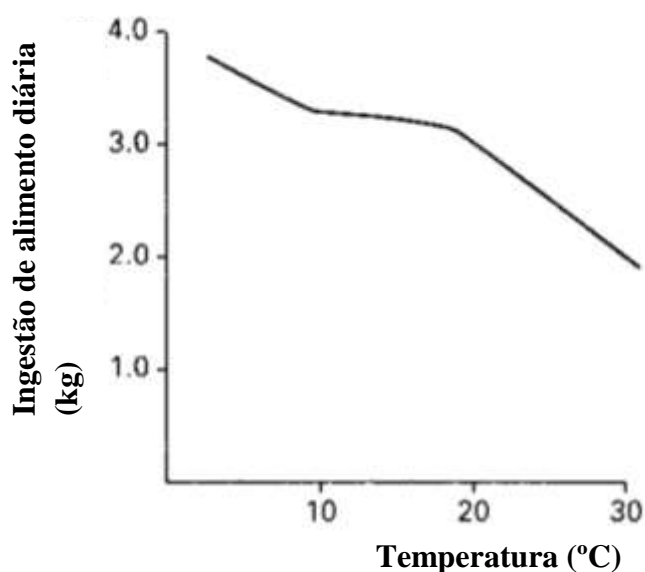


Figura 8 – Influência da temperatura no apetite e ingestão de alimentos (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

O sexo e a castração dos animais é outro fator que influencia a capacidade de ingestão. Walstra (1980), refere que na fase de acabamento, suínos inteiros e porcas apresentam maior capacidade de ingestão que suínos castrados, o que, segundo o autor, explica parcialmente o facto de ambos terem rácios de crescimento superiores aos animais castrados. Por sua vez Latorre et al, (2003) refere que suínos inteiros apresentaram maior capacidade de ingestão que fêmeas.

No **Quadro 2** apresentam-se valores de ingestão diárias obtidas por Whittemore & Kyriazakis (2006).

Quadro 2 – Ingestão de alimentos atingida por suínos alimentados *ad libitum* sob condições práticas (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

| PV (kg) | Equação 1 (kg de alimento/dia) | Equação 2 (kg de alimento/dia) |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| 20 | 0,90 | 1,13 |
| 40 | 1,59 | 1,75 |
| 60 | 2,16 | 2,26 |
| 80 | 2,67 | 2,71 |
| 100 | 3,16 | 3,12 |
| 120 | 3,63 | 3,50 |
| 140 | 4,07 | 3,86 |
| 160 | 4,50 | 4,19 |

Equação 1: Ingestão de Alimento (kg/dia) = $0,10 PV^{0,75}$

Equação 2: Energia Digestível Ingerida (MJ/dia) = $2,4 PV^{0,63}$, utilizando dieta de 14 MJ ED/kg.

3.2.5. Índice de conversão alimentar

O IC, num determinado período, é a razão entre o peso de alimento consumido e o ganho de peso obtido nesse período e representa a quantidade de alimento necessária para incrementar um quilograma de peso no animal.

O IC varia ao longo do crescimento do suíno, devendo-se ter em consideração o período a que reporta nas comparações de valores obtidos.

O IC é um dos parâmetros usados na aferição da eficiência e da competitividade de um genótipo/indústria, pois resume num rácio o principal custo/benefício da produção suinícola. Nesta indústria 70% dos custos de produção estão afetos à alimentação e o benefício é o preço pago por kg de carne/carcaça.

Como parâmetro característico da eficiência e competitividade, o IC é objeto de monitorização e comparação entre os vários países concorrentes (**Quadro 3**). Por exemplo, em 2014 o *Danish Pig Research Centre*, com base na diferença da eficiência alimentar registada entre a Holanda e a Dinamarca desenvolveu de imediato estudos para detetar as causas de tal disparidade (*Danish Pig Research Centre*, 2015).

Quadro 3 – IC normalizado (30 a 120 kg) (Danish Agriculture & Food Council [s.d]).

| País/Ano | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Holanda | 2,76 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,80 | 2,80 | 2,87 | 2,79 |
| Dinamarca | 2,98 | 2,98 | 2,96 | 2,92 | 2,89 | 2,90 | 2,84 | 2,88 |
| Alemanha | 2,78 | 2,93 | 2,94 | 2,93 | 2,93 | 2,89 | 2,92 | 2,89 |
| Reino Unido | 3,06 | 2,97 | 3,00 | 2,88 | 3,01 | 2,85 | 3,04 | 2,95 |
| Suécia | | 2,93 | 2,97 | 2,98 | 2,98 | 2,94 | 2,98 | 3,00 |
| Espanha | | | | | 3,18 | 3,31 | 3,17 | 3,05 |
| Bélgica | 2,94 | 2,97 | 2,92 | 2,93 | 2,79 | 2,87 | 2,93 | 3,11 |

IC normalizado (120 kg): kg de alimento/kg de ganho de PV diário
(assumindo que a dieta tem o mesmo nível energético)

Diversos trabalhos científicos referem outro parâmetro, o inverso do IC, ou seja o ganho médio de peso por quilograma de alimento consumido, designado como *G:F (Gain:Feed)* (e.g. *Latorre et al 2008 ; 2009*).

Como valores correntes do IC para genótipos especializados em altos ganhos de carne magra e pesos ao abate de 122 kg referem-se $2,68 \pm 0,23$ para acabamento de suínos e $2,50 \pm 0,20$ considerando recria e acabamento (National Pork Board, 2013).

Pastrello, (2011) para pesos ao abate de 160 kg, obteve valores de IC de 4,0 e 4,28 respetivamente para dietas de maior ou menor teor proteico .

Walstra (1980) refere que os valores do IC em geral aumentam com o aumento do PV e são mais favoráveis no regime alimentar restrito, assim como em suínos inteiros, enquanto os castrados exibiam os maiores rácios.

Atualmente, a melhoria do IC constitui o principal indicador (40%) dos objetivos de melhoria genética dos principais criadores de genótipos de alto rendimento (*Danish Pig Research Centre, 2015*).

3.2.6. Curvas de crescimento

Modelar e estimar o crescimento, relacionando o peso e a idade, usando vários parâmetros foi um dos primeiros objetivos dos suinicultores.

Os modelos de crescimento aplicados aos suínos são usados para identificar estratégias, para melhorar a eficiência na produção suinícola, e para estimar requisitos diários de nutrição para os suínos de várias idades e de diferentes grupos genéticos (Schinckel *et al.*, 2003, López *et al.*, 2000).

Conforme referido por Brody (1945), citado por Walstra (1980) (**Fig. 4**), há uma similaridade entre curvas de peso-idade para as diferentes espécies animais, em especial mamíferos, designada por curva em S ou Sigmóide (Warriss, 2000) (**Fig. 10**).

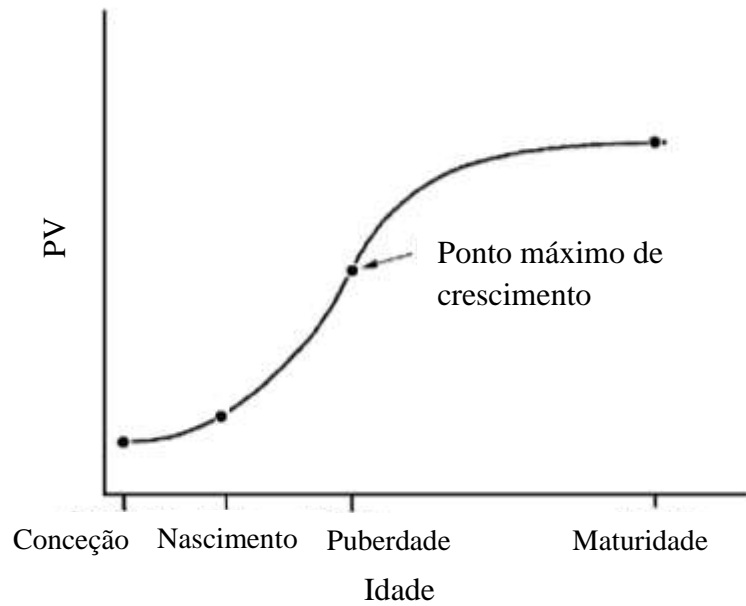


Figura 10 – A relação entre o peso e a idade de um animal (Warriss, 2000).

Na **Fig. 10** pode-se constatar que, o máximo de crescimento (*e.g.* o GMD) é o ponto onde se dá a inflexão da curva de crescimento, o qual, para suínos, é relativamente próximo da sua puberdade (já referido em **3.1.**) (López *et al.*, 2000). Walstra (1980) apresenta para a raça *Landrace* o gráfico da **Fig. 11**.

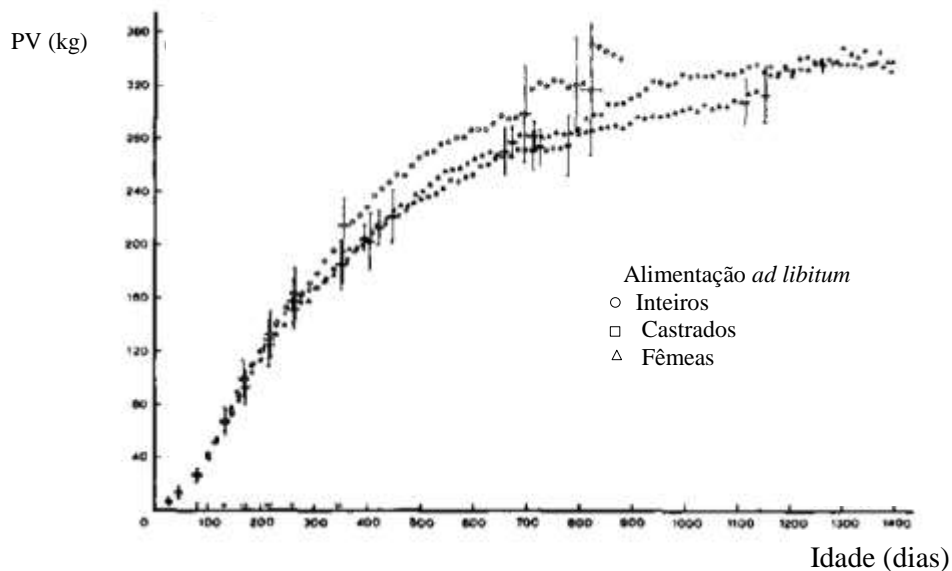


Figura 11 – Crescimento do PV de suínos inteiros, castrados e porcas alimentados *ad libitum* (Walstra, 1980).

Na **Fig. 11** pode-se observar que o ponto de inflexão –ponto de crescimento máximo – situa-se entre os 80 e os 120 kg, que corresponde a 150 e 200 dias de idade, e que no intervalo entre 70 e 160 kg de peso a variação do valor absoluto da derivada é reduzida, sendo, por conseguinte, o crescimento da mesma ordem de grandeza.

López *et al.* (2000); Strathe, *et al.*,(2010) e Shull (2013), apresentam uma análise detalhada das principais equações que descrevem a curva de crescimento do PV de suínos em função da idade.

Num ensaio efetuado por Shull, (2013), o autor apresenta diversas equações de crescimento (**Quadro 4**), referindo diversos estudos desde 1825. Ao longo dos anos os principais índices biológicos (PV inicial e PV final) foram complementados com outros parâmetros específicos das raças, tornando os modelos sucessivamente mais complexos, mas igualmente com mais capacidade para estimar esta importante resposta dos animais

Quadro 4 - Principais equações de crescimento (adaptado de Shull, 2013).

| Referência | Nome | Equação | Número de parâmetros |
|-----------------------|-----------------|--|----------------------|
| Gompertz (1825) | Gompertz | $W_m \cdot \exp(-\exp(-G \cdot (k-t)))$ | 3 |
| Robertson (1908) | Logistic | $W_m / (1 + ((W_m - W_0) / W_0) \cdot (\exp(-W_m \cdot k \cdot t)))$ | 3 |
| Bertalanffy (1957) | von Bertalanffy | $\{n/k - (n/k - W_0(1-m)) \cdot \exp(-(1-m)k \cdot t)\} / (1-m)$ | 4 |
| Richards (1959) | Richards | $W_0 \cdot W_m / (W_0 n + (W_m n - W_0 n) \cdot \exp(-k \cdot t))^{1/n}$ | 4 |
| Bridges et al. (1986) | Bridges | $W_0 + W_m \cdot (1 - \exp(-\exp(m \cdot t)))$ | 4 |
| López et al. (2000) | GMM | $(W_0 \cdot k c + W_m \cdot t c) / (k c + t c)$ | 4 |
| N/A | Polinomial | $b_0 + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2 + \dots + b_n \cdot t^n$ | n |

W₀ é o PV inicial; *W_m* é o PV à maturidade, *t* a idade. Os outros parâmetros são constantes (*i.e.*, *b*, *c*, *G*, *k*, *m*, *n*) específicos de cada equação em particular.

López *et al.*, (2000) apresenta uma análise detalhada das características de cada uma e conclui que a Generalized Michaelis-Menten (GMM) é a equação que melhor se adapta a um maior número de animais.

3.2.7. Espessura da camada de gordura dorsal

Tradicionalmente, a maior limitação ao aumento do peso de abate tem sido os altos níveis de gordura na carcaça, observados a pesos mais elevados, e a redução na eficiência alimentar associada (Cisneros *et al.*, 1996).

A espessura da gordura dorsal, no ponto P2 (**Fig. 9**), é, frequentemente, o principal critério de avaliação da qualidade nas carcaças suínas para efeito de pagamento ao produtor, dado ser pela correlação da espessura da camada de gordura que se estima a percentagem da carne magra da carcaça. Desta percentagem obtém-se o valor da carcaça, de acordo com o Sistema SEUROP, na Europa (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

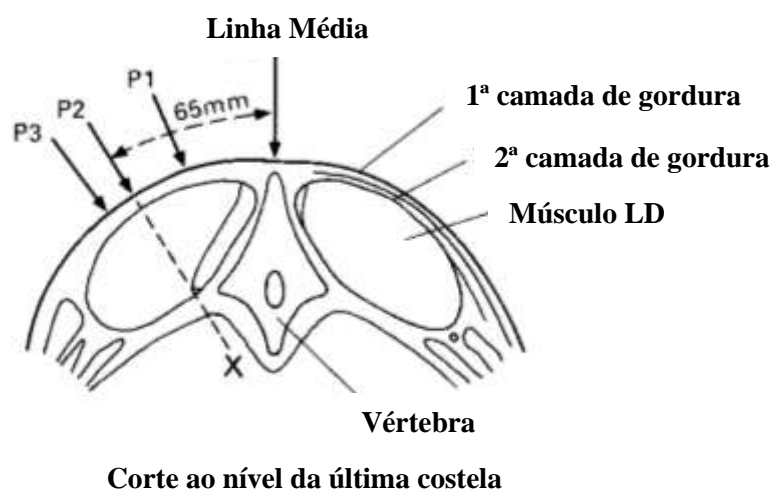


Figura 9 – Posição relativa das medidas P1 (45mm), P2 (65mm) e P3 (80mm) (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Teores mínimos de gordura (frequentemente cerca de 8 mm no ponto P2) são necessários para a qualidade da carne magra, assim como para ajudar a manter a qualidade da gordura em si (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Em geral, a melhor qualidade de carne para consumo é atingida a níveis de gordura associados à espessura de gordura dorsal no ponto P2 de 8 a 14 mm com 100 kg de PV ao abate. Abaixo de 8 mm, a “qualidade” da carne magra diminui, podendo apresentar ainda um descolamento entre camadas de gordura, enquanto, acima de 14 mm, a carne é considerada com demasiada gordura (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

No Reino Unido, os suínos usualmente comercializados com PC de 65 a 70 kg, têm uma espessura de gordura dorsal, no ponto P2, de 12 mm ou menos (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

À medida que os suínos se tornam mais pesados, a gordura aumenta. Em média, cada 10 kg de aumento de PC está associado a cerca de 1% de decréscimo na % de carne magra e de 1 mm de aumento da espessura da gordura dorsal, no ponto P2 (Whittemore & Kyriazakis, 2006, Latorre *et al.*, 2008).

A gordura dorsal é influenciada pelo género, sendo menor nas porcas e nos machos inteiros (Peloso *et al.*, 2010). Persiste, contudo, a questão de saber se a qualidade e quantidade da gordura é melhor manipulada através de meios nutricionais ou pela seleção genética. Claramente, enquanto a nutrição influencia notoriamente a gordura no geral, o local da deposição da gordura é largamente influenciado pela genética (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Devido à facilidade da sua medida *in vivo*, por ultrassonografia, a espessura da gordura dorsal é dos parâmetros mais utilizados na correlação com outros parâmetros relevantes na avaliação da qualidade do crescimento, da carcaça e da carne, como a percentagem de carne magra, PC, PV, rendimento da carcaça, percentagem de perdas ao abate.

No entanto, os valores obtidos por ultrassonografia são frequentemente inferiores aos registados após-abate (Cecchinato *et al.*, 2013).

Quando só o valor da espessura da camada da gordura dorsal no ponto P2 está disponível, Whittemore & Kyriazakis, (2006).referem poder-se calcular a percentagem da carne magra (Y) pelas expressões:

$$Y = 68 - 1,0 P2$$

ou

$$Y = b P2-k ,$$

Onde k é cerca de 0,21 e b indica o grau de muscularidade da raça suína respetiva, que varia entre 90, para genótipos de carne não melhorados de *Large White* e *Landrace*, e 100, para raças puras *Pietrain* e *Landrace* belga.

Ainda outra fórmula, relacionando a espessura da camada da gordura dorsal com o PC, usada nos anos 80, é:

$$P2 \text{ (mm)} = 0,38 PC - 10 ,$$

E nos anos 90:

$$P2 \text{ (mm)} = 0,15 \text{ PC} + 2,0$$

Uma outra expressão, segundo Whittemore & Kyriazakis (2006) usada nos anos 70, relacionando a espessura de gordura lombar com o PV, é:

$$P2 = 0.149 \text{ PV}^{1.093}$$

Os autores atrás citados referem ainda que a espessura da camada de gordura dorsal é também usada na correlação de vários parâmetros como por exemplo para estimar a percentagem de perda ao abate (rendimento da carcaça). O rendimento da carcaça pode ser estimado para raças *Large White* e *Landrace*, por equações como, *e.g.*:

$$\text{Rendimento da carcaça (\%)} = 66 + 0,09 \text{ PV} + 0,12 \text{ P2}$$

Sendo PV em kg e P2 em mm.

3.2.8. Profundidade do músculo *Longissimus Dorsi*

Um outro parâmetro usado na avaliação de crescimento, que também pode ser medido *in vivo* por ultrassonografia, é a profundidade do músculo LD.

Peloso *et al.* (2010) registaram um decréscimo da profundidade do LD com o aumento do peso ao abate, de 130 kg para 160 kg, registando para a raça *Large White*, valores de 59,31 mm e 56,81 mm, respetivamente. Rossi *et al.* (2008), para cruzamentos *Large White Landrace* x *Duroc*, para 156 kg de PV registaram valores de profundidade do LD entre 60,93 e 62,78 mm, e uma diferença entre sexos de 0,7 mm (61,70 mm e 62,31 mm para castrados e fêmeas, respetivamente).

Como referido, a percentagem de carne magra pode ser estimada usando somente a espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2. No entanto, segundo Whittemore & Kyriazakis (2006), para genótipos de alto rendimento, a percentagem de carne magra da carcaça é mais fielmente estimada usando não só a espessura da gordura, mas também a profundidade do músculo LD, pela fórmula:

$$\text{Percentagem de carne magra} = 59 - 0,90 \times \text{espessura camada gordura em P2} + 0,20 \times \text{profundidade LD}$$

3.3. Qualidade da carcaça

Mais de 95% dos suínos produzidos nos EUA e Europa são comercializados com um sistema de preço baseado no “mérito da carcaça”, definido, parcialmente, por determinadas características do animal. Frequentemente, os sistemas premeiam suínos com baixa quantidade de gordura e elevada percentagem de massa muscular. A classificação da carcaça inclui também outros aspetos como a conformação e aspetos visuais da carcaça (equimoses, abscessos, coágulos, entre outros) (Regulamento (CE) N.º 854/2004). Atualmente, estão a ser investigados e desenvolvidos sistemas avançados de caracterização que permitam valorizar carcaças com melhor sabor, suculência e tenrura (National Pork Board, 2013).

Na **Fig. 12**, apresenta-se a evolução dos melhoramentos da carcaça de génotipos modernos, comparando com raças tradicionais.

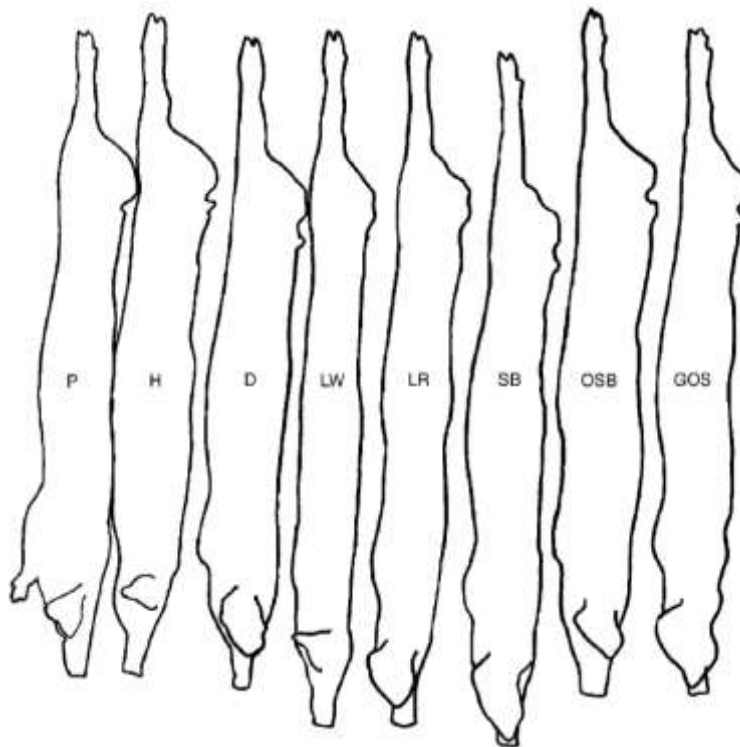


Figura 12 – Silhuetas de meias carcaças de oito raças suínas, mostrando a melhoria da perna de génotipos modernos à esquerda, e de raças tradicionais Britânicas à direita.

P, *Pietrain*; H, *Hampshire*; D, *Duroc*; LW, *Large White*; LR, *Landrace*; SB, *Saddleback*; OSB, *Oxford Sandy and Black*; GOS, *Gloucester Old Spots* (Warriss, 2000).

Na **Fig. 13**, apresentam-se dois tipos de conformação da carcaça de genótipo de alto rendimento e genótipo de tipo branco, ilustrando as diferenças de conformação e índice muscular da carcaça.

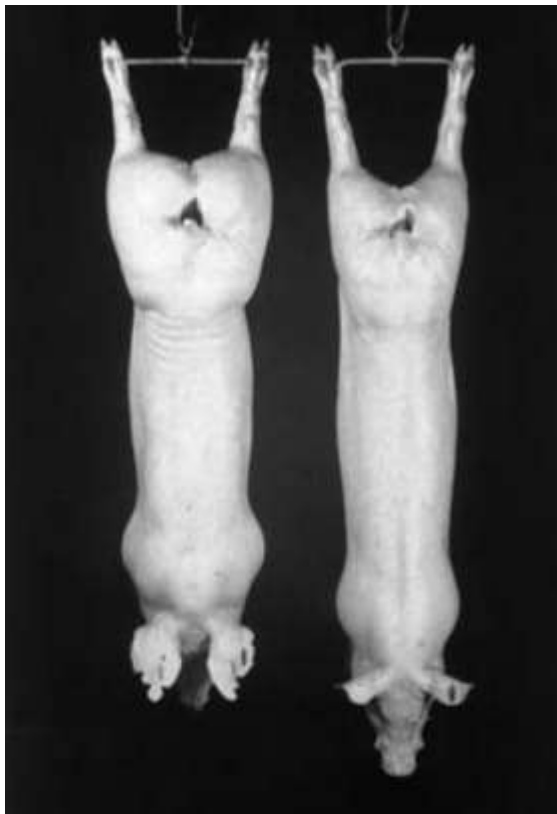


Figura 13 – Carcaças que ilustram distintas características genóticas referentes à capacidade de crescimento muscular (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

3.3.1. Peso ao abate, e peso da carcaça

O PC dos suínos, convencionalmente, inclui cabeça, pés, cauda e pele (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

A diferença, em percentagem, entre o peso ao abate e o PC a quente designa-se por rendimento da carcaça (*dressing percentage* ou *killing-out*, na literatura anglo-saxónica) (Whittemore & Kyriazakis, 2006). O rendimento da carcaça é um dos coeficientes mais usados na caracterização dos genótipos e conforme referido na **Fig.6**, é uma das oito principais prioridades do aperfeiçoamento genético dos principais criadores de raça de alto rendimento (*Danish Pig Research Centre*, 2015). Valores correntes do rendimento da carcaça variam entre 70% e 82% para PV entre 100kg e 160 kg (Whittemore & Kyriazakis, 2006). O rendimento da carcaça apresenta uma forte correlação com o PV e a espessura da

gordura dorsal no ponto P2 como referido em 3.2.7. Para PV ao abate entre 100 kg e 160 kg, o PC e o rendimento da carcaça aumentam linearmente com o peso ao abate : por cada 10 kg de aumento de PV ao abate, regista-se um aumento de 8,1 kg de PC e 0,32% rendimento da carcaça (Cisneros *et al.*, 1996).

A diferença entre o PC a quente e o PC a frio às 24 horas designa-se por perda por refrigeração e apresenta valores entre 1,5% e 2,5% do PC a quente, deriva das perdas de humidade da carcaça por evaporação e varia com o método de refrigeração usado (Graça & Costa, 1987). Apresenta alguma correlação com as perdas por exsudado e perdas por cozedura, mas estas referem-se frequentemente à qualidade da carne, a peças cárneas sem osso (músculo) e à capacidade de retenção de água do músculo.

Cisneros *et al.* (1996) registaram perdas por refrigeração maiores em fêmeas do que em castrados (3,17%, e 2,09% respetivamente) para genótipo híbrido de uso comercial e não registaram diferenças entre sexos para híbridos de cruzamento de fêmeas *Large White x Duroc* com semental *Hampshire* (3% e 2,99% respetivamente).

3.3.2. Rendimento da carcaça

O PC de um suíno, após evisceração, varia normalmente entre 70% e 82% do peso ao abate, considerando que a carcaça inclui a cabeça, pés, cauda e pele (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

A perda de peso relativamente ao PV é sobretudo de sangue e órgãos internos, representando o conteúdo intestinal até 5%. A **Fig. 16** apresenta a composição da carcaça de um suíno com 100 kg de peso e 10 mm de espessura de gordura dorsal no ponto P2 (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

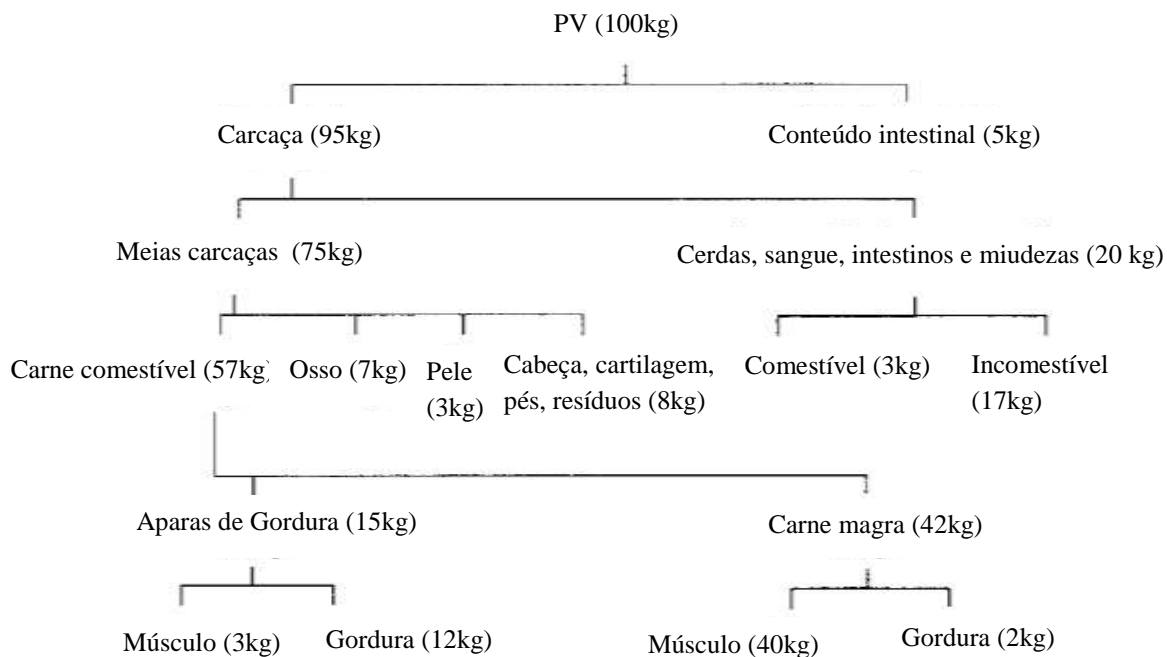


Figura 16 – Composição de um suíno inteiro de alto ganho de carne, com 10 mm de espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2 (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Segundo Whittemore & Kyriazakis (2006), o rendimento da carcaça pode ser estimado, para suínos do tipo *Large White* e *Landrace*, em igualdade de circunstância dos outros fatores, a partir de equações como:

$$\text{Rendimento da carcaça} = 66 + 0,09 \times \text{PV} + 0,12 \times \text{espessura gordura dorsal ponto P2}$$

Suínos com maior percentagem de gene HAL, como os genótipos de *Pietran* ou *Landrace* belga apresentam rendimentos de carcaça superiores em 2 pontos percentuais, pelo que, uma outra fórmula, acrescentando o tipo de genótipo, é:

$$\text{Rendimento da carcaça} = 66 + 0,09 \times \text{PV} + 0,12 \times \text{espessura gordura dorsal ponto P2} + \text{Sm}/2$$

Sendo o PV em kg, a espessura gordura dorsal ponto P2 em mm e Sm o tipo de suíno (coeficiente de magreza) (uma constante).

Cisneros *et al.* (1996) obtiveram para suínos com 160 kg de PV um incremento linear do PC a quente e do rendimento da carcaça, com o peso ao abate de 8,1 kg e 0,32%, por cada 10 kg de aumento do PV ao abate.

Segundo Čandek-Potokar *et al.* (1998), para animais de raça Landrace com 100 kg de PV, o PC é de 78,4 kg (78% de rendimento da carcaça) e para animais com 130 kg de PV, o PC é de 104 kg (80% de rendimento da carcaça).

Corino *et al.* (2008) obtiveram para animais cruzados Large White x (Landrace x Pietran), com PV de 110 kg, um PC a quente de 87,57 kg e rendimentos de carcaça de 80,6% e para PV de 160 kg, um PC a quente de 132,87 kg e rendimentos de carcaça de 82,28%.

Virgili *et al.* (2003), obtiveram em suínos da raça Large White x Landrace com 8 meses de idade, valores de 143 kg de PV, 118,7 kg de PC a quente e para suínos com 10 meses de idade e 181 kg de PV obteve o PC a quente de 152 kg, a que correspondem rendimentos de carcaça de 82,4 e 83,8 %.

3.3.3. Classificação da carcaça segundo a percentagem de carne magra

Na UE, até 2006, a estimativa da percentagem de carne magra da carcaça para dissecações parciais foi efetuada pela seguinte fórmula, constante do n.º 2 do Regulamento (CE) N.º 3127/94:

O teor de carne magra de referência é calculado do seguinte modo :

$$y = 1,3 \times 100 \times \frac{\text{peso do lombinho} + \text{peso de carne magra (incluindo as aponevroses) na pá, no lombo, na perna e na barriga}}{\text{peso do lombinho} + \text{peso das peças dissecadas} + \text{peso das restantes peças}}$$

O peso de carne magra nas quatro peças principais será calculado subtraindo do peso total das peças dissecadas o total dos elementos não magros nessas peças.

A partir de 2006, passou a ser determinada pela fórmula constante do Regulamento (CE) N.º 1197/2006 e do Regulamento (CE) N.º 1249/2008,:

$$Y = 0,89 \times 100 \frac{\text{peso do lombinho} + \text{peso de carne magra na pá, no lombo, na perna e na barriga}}{\text{peso do lombinho} + \text{peso das peças dissecadas}}$$

Por solicitação da União europeia, Walstra & Merkus (1996) padronizaram o método de desmancha cuja representação esquemática e fotográfica dos cortes se apresentam nas **Fig. 14 e 15** respetivamente.

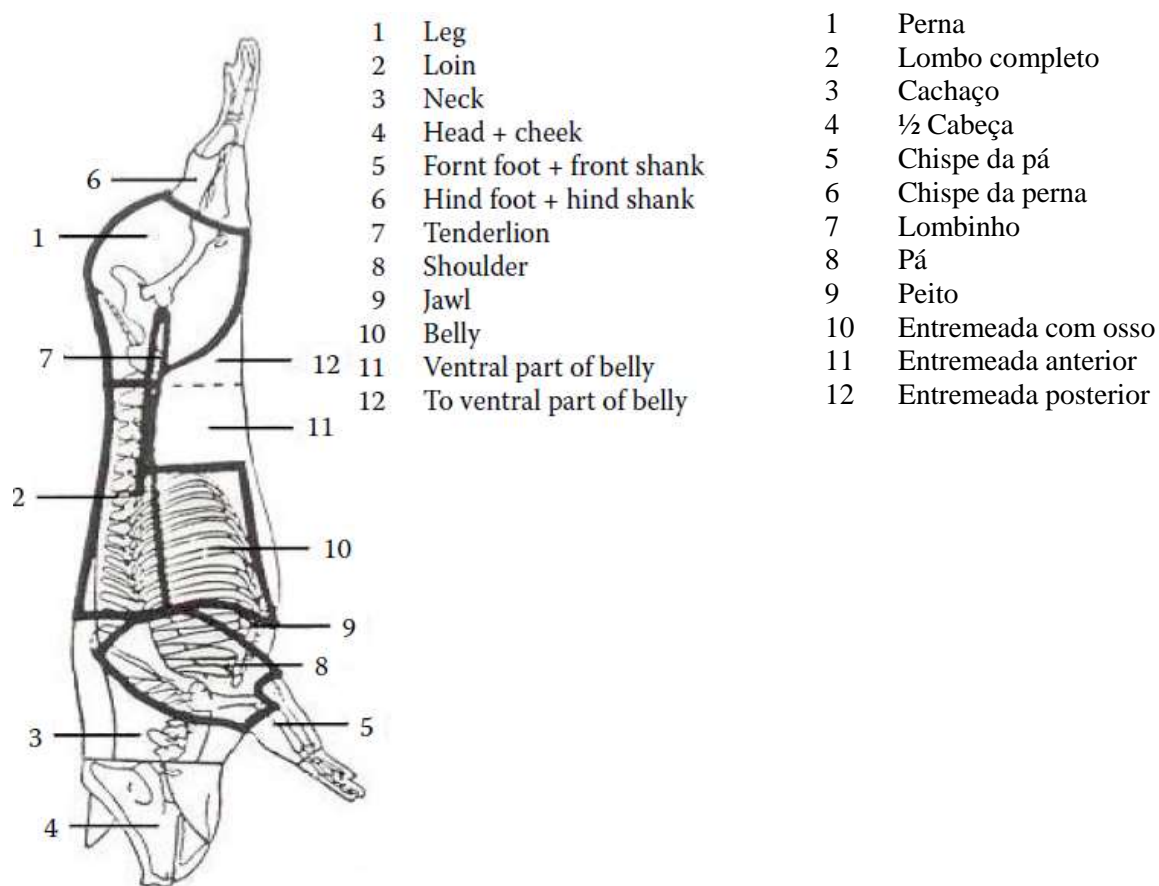


Figura 14 - Representação esquemática de cortes da carcaça segundo Walstra & Merkus (1996) e Vítek *et al.* (2008).

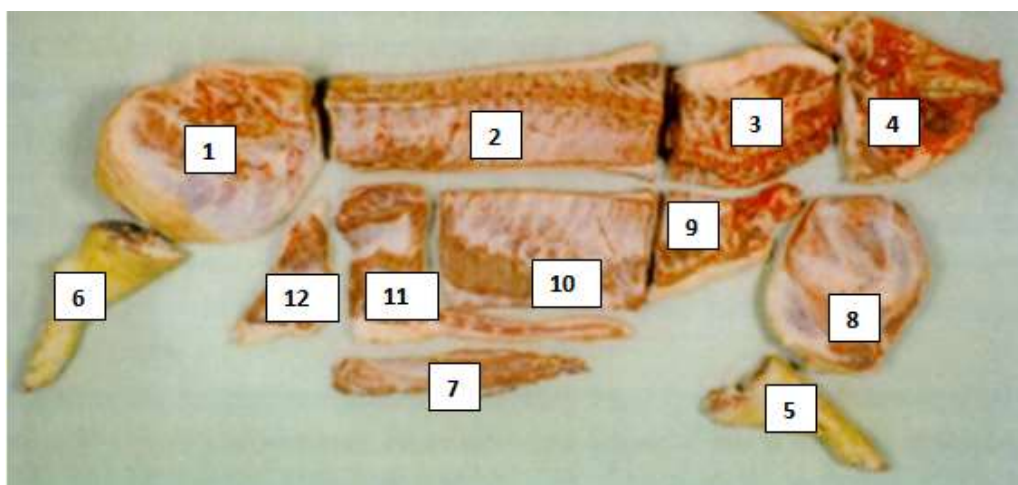


Figura 15 - Fotografia de cortes da carcaça segundo Walstra & Merkus (1996).

Radović *et al.* (2012) compararam os métodos e fórmulas, registando que o método e fórmula de 2006 apresenta resultados de teor de carne magra superiores entre 2,5% a 3% que a fórmula anterior.

De acordo com o regulamento as carcaças são divididas em classes em função do teor estimado de carne magra e classificadas em conformidade de acordo com o **Quadro 4**.

Quadro 4a – Classificação europeia de carcaças com base na % em carne magra.

| Classes | Carne magra em % de PC |
|---------|------------------------|
| S | 60 ou mais (*) |
| E | 55 ou mais |
| U | 50 até menos de 55 |
| R | 45 até menos de 50 |
| O | 40 até menos de 45 |
| P | inferior a 40 |

(*) Os Estados-Membros podem introduzir, para os suínos abatidos no seu território, uma classe distinta de 60% ou mais de carne magra designada pela letra S.

Regulamento (CE) N.º 1234/2007.

O teor de carne magra é calculado por meio de métodos de classificação autorizados pela Comissão Europeia (Regulamento (CE) N.º 1234/2007).

Segundo Whittemore & Kyriazakis (2006), no Reino Unido, 96% das carcaças apresentam 50% ou mais de teor de carne magra, e 17% apresentam mais de 60% de teor de carne magra.

Alguns dos principais fabricantes de presunto DOP que referem as raças *Large White* e *Landrace* especificam carcaças das classes U R O ou E U R O (*e. g. Prosciutto Amatriciano*) (Pedido n.º CE: IT-PGI-0005-0780-29.06.2009).

Os métodos de classificação de carcaças de suínos são homologados pela Comissão Europeia por solicitação dos países produtores, Whittemore & Kyriazakis (2006) como exemplo para os mais usados e para PC entre 30 e 120 Kg refere:

- estimativa usando o aparelho *Intrascop*:

$$\text{Porcentagem de carne magra} = 65,5 - 1,15 P2 + 0,076 PC ;$$

- estimativa usando o aparelho *Hennessy*:

Percentagem de carne magra = $62,3 - 0,63 P2 - 0,49$ espessura da gordura ao nível da costela + $0,14$ espessura do LD + $0.022 PC$;

- estimativa segundo o aparelho *Fat-o-meter*:

Percentagem de carne magra = $59,0 - 0,58 P2 - 0,32$ espessura da gordura ao nível da costela + $0,18$ espessura do músculo

(Sendo a espessura da gordura dorsal P2 em mm, a espessura do Longissimus Dorsi em mm e PC em kg)

Cada país apresenta homologações para intervalos de PC diferenciados (e.g. Itália 70 – 110 kg e 110 – 180 kg ; Reino Unido 30 – 120 Kg; Irlanda do Norte 50 – 140 kg; França 45-125 kg)..

Warriss, (2000) refere a expressão :

Percentagem de carne magra = $65,5 - 1,15 x P2 + 0,077 PC$ a frio (em que PC a frio em kg e espessura camada gordura no ponto P2 em mm)

Whittemore & Kyriazakis, (2006) para suínos com PV até 100 Kg :

Percentagem de carne magra = $59 - 0,90 / P2 + 0,20 / Md$ (onde Md é a espessura do LD em mm e P2 a espessura da gordura dorsal em mm).

3.3.4. Espessura da gordura dorsal

Em complemento ao referido no ponto anterior e no ponto 3.2.7, sobre as correlações mais usadas entre a espessura de gordura dorsal (P2), o genótipo, o PC a quente e a frio, o PV Whittemore & Kyriazakis, (2006) refere que :

Peso da gordura subcutânea total (kg) = $0,0002 x PC^{2,54}$

A camada de gordura dorsal é constituída por três camadas, externa, intermédia e interna, apresentando as camadas médias e externa a maior variação ao longo do período de acabamento (Leymaster & Mersman, 1991, Eggert et al 1998, Newcom et al 2004, McEvoi et al 2007). A camada interna é para genótipos mais magros de mais difícil medição / diferenciação, (Newcom et al 2004) optando alguns autores por considerar a camada

interna como a soma das camadas média e interna (**Fig. 9**) (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

3.3.5. Profundidade do músculo *Longissimus Dorsi*

Apesar de se conseguir estimar a percentagem de carne magra com base somente na correlação com a espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2 (% de carne magra = $65,5 - 1,15 P2 + 0,076 PC$ - estimativa usando a espessura da camada da gordura dorsal no ponto P2 medida pelo aparelho *Intrascopes*), para a mesma espessura de camada de gordura dorsal, génotipos de suínos com maior % de gene HAL, como os génotipos de *Pietran* ou *Landrace* belga apresentam até 4% mais de carne magra (Whittemore & Kyriazakis, 2006), pelo que a introdução da correlação com a espessura de LD permite uma melhor estimativa.

Peloso *et al.* (2010), indicam que suínos castrados registaram uma diminuição de espessura do LD entre 130 kg e 160 kg de PV da ordem de 2,5 mm (4 %), e as fêmeas uma diminuição de 1 mm (2 %), tendo as fêmeas apresentado sempre espessuras superiores aos castrados na ordem de 4%. Já Rossi *et al.* (2008), para animais com pesos ao abate de 145 kg, indicam valores de espessura de LD superiores aos registados por Peloso *et al.* (2010), respetivamente, 61,7 mm e 55,21 mm, mantendo a diferença entre castrados e fêmeas de 1 mm.

Corino *et al.* (2008) registaram em suínos com peso ao abate entre 110 e 160 kg um ligeiro aumento de 1 mm da espessura de LD (61,44 mm e 62,36 mm), enquanto a espessura da gordura regista um aumento de 10 mm (15,67 mm e 25,36 mm).

3.3.6. Peso de peças cárneas: perna, pá e lombo

Em suínos de elevado PV ao abate para a produção de presunto, as pernas chegam a representar 55% do total do valor comercial da carcaça, não obstante representarem somente 18 a 20% do seu peso (Pastrello, 2011), pelo que o conjunto das pernas, pá e lombo, facilmente representaram 80% do valor comercial da carcaça - tanto mais que a pá também é em alguns países salgada / fumada (e.g Paleta de Teruel) (Pedido de alteração n.º CE: ES-PDO-0217-0987-10.04.2012).

Virgili *et al.* (2003) registaram os valores indicados no **Quadro 5** para pesos ao abate de 145 kg (8 meses idade) e 181 kg (10 meses de idade) de quatro raças: LW x LW ; Duroc x (LW x LR) e dois cruzamentos híbridos comerciais., fêmeas e castrados.

Quadro 5 – Principais indicadores de qualidade de crescimento da carcaça obtidos por Virgili *et al.* (2003).

| Item | 8 meses | 10 meses | Desvio Padrão |
|--------------------------------------|---------|----------|---------------|
| PV ao abate (kg) | 143.6 | 181.8 | 1.32 |
| GMD (8 meses, g/dia | 761 | 764 | 4.0 |
| GMD até ao abate, g/dia | 761 | 713 | 4.5 |
| PC quente (kg) | 118.7 | 152.4 | 0.98 |
| Peso da perna (kg) | 14.3 | 18.1 | 0.12 |
| Peso do lombo (kg) | 30.8 | 37.9 | 0.30 |
| Peso da pá (kg) | 17.5 | 20.7 | 0.15 |
| Rendimento da carcaça (%) | 82.44 | 83.75 | 0.135 |
| Área músculo LD (cm ²) | 68.0 | 73.7 | 0.81 |
| % de carne magra | 57.56 | 48.49 | 0.641 |
| Rendimento da perna (% do PC quente) | 24.47 | 23.73 | 0.086 |
| Rendimento do lombo (% do PC quente) | 26.00 | 24.89 | 0.139 |
| Rendimento da pá (% do PC quente) | 14.80 | 13.60 | 0.063 |

Lebret *et al.* (2014) a 148 kg de peso ao abate e 228 dias de idade obtiveram os valores indicados no (**Quadro 6**) para machos castrados da raça Large White:

Quadro 6 – Principais indicadores de qualidade de crescimento da carcaça obtidos por Lebret *et al.* (2014).

| Item | Valor Médio |
|---|-------------|
| PV final (kg) | 148.0 |
| GMD, g/dia | 689 |
| Média de ingestão diária de alimento (kg/kg) | 3.07 |
| 1/IC (kg) | 0.21 |
| PC a quente (kg) | 115.2 |
| Rendimento da carcaça (%) | 80.0 |
| Espessura da camada de gordura dorsal na 3 ^a vértebra (mm) | 23.3 |
| Perna (%) | 28.4 |
| Lombo (%) | 22.8 |
| Gordura Dorsal (%) | 7.9 |
| Fígado (%) | 2.00 |
| Coração (%) | 0.50 |
| Rins (%) | 0.25 |
| Baço (%) | 0.37 |
| Aparelho gastrointestinal (%) | 6.58 |
| Estômago (%) | 0.85 |

Sabbioni *et al.* (2002) obtiveram os seguintes valores a 171,6 kg de peso ao abate e 298 dias idade (**Quadro 7**) para castrados e fêmeas de cruzamentos entre Large White, Landrace e Duroc (0% ; 25% e 50% Duroc)

Quadro 7 – Principais indicadores de qualidade de crescimento da carcaça obtidos por Sabbioni *et al.* (2002).

| Item | Valor Médio | Desvio-Padrão |
|----------------------------------|-------------|---------------|
| PC (kg) | 135,64 | 1,02 |
| Rendimento da carcaça (%) | 79,57 | 0,20 |
| Medidas lado direito da carcaça: | | |
| Perna (kg) | 16,36 | 0,06 |
| Pá (kg) | 8,42 | 0,05 |
| Lombo (kg) | 9,98 | 0,08 |
| Pescoço (kg) | 4,35 | 0,04 |
| Cortes magros (kg) | 39,11 | 0,15 |
| Gordura rilada ou banha (kg) | 2,20 | 0,03 |
| Barriga (kg) | 7,75 | 0,06 |
| Gordura dorsal (kg) | 7,67 | 0,11 |
| Queixada (kg) | 4,37 | 0,03 |
| Cortes gordos (kg) | 21,93 | 0,16 |
| Cabeça (kg) | 6,13 | 0,04 |
| Pés (kg) | 1,24 | 0,01 |
| Carnes magras (kg) | 5,02 | 0,16 |
| Cortes magros/Cortes gordos | 1,815 | 0,017 |
| Carne magra (%) | 58,27 | 0,23 |
| Gordura (%) | 32,48 | 0,23 |

3.4. Qualidade da Carne

A qualidade de carne suína é um assunto de interesse e preocupação cada vez maior na suinicultura mundial, sendo importante entender qualquer mudança nos componentes de qualidade com o aumento do peso ao abate, devido a potenciais impactos sobre a aceitação dos produtos finais pelos consumidores (Ellis & Bertol, 2001).

Para o consumidor, atributos como a apresentação, a cor, a quantidade de gordura visível, a expectável tenrura e sabor são determinantes no ato de compra (Bridi & Silva, 2013). Já para o comerciante/industrial, outros fatores, além dos que interessam ao consumidor final, assumem natural importância, por serem influentes no processo produtivo, ou por estarem tecnicamente na gênese dos atributos relevantes em termos de percepção e valoração pelo

consumidor final, como, por exemplo, perda de peso por exsudado, o pH, a quantidade e tipo de gordura.

3.4.1. Carne PSE e DFD

A carne pálida mole e exsudativa (PSE), é devida a uma de duas causas, ou ambas: uma é o deficiente manejo e o *stress* dos suínos; outra é a constituição genética destes (gene halotano (HAL)) (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Estes interagem de tal maneira que suínos suscetíveis, quando em *stress*, evidenciam uma alta frequência de carne PSE, enquanto, quando não excitados, o índice de músculo PSE pode ser metade, mesmo em animais suscetíveis ao síndrome em termos genéticos. Os suínos que sofrem do síndrome do stress Porcino (PSS), que também está associado à presença do gene HAL, são especialmente suscetíveis à carne PSE. Contudo, todos os suínos são suscetíveis à redução da qualidade da carne pela PSE, se tiverem mau manejo e *stress* antes ou durante o abate, especialmente se, *e.g.*, misturarem grupos diferentes no transporte para o abate e no ponto de abate (modo de abate) (Whittemore & Kyriazakis, 2006) .

A forte correlação entre o manejo dos suínos pré-abate e incidência de PSE pós-abate foi evidenciada quando nos, EUA no final da década de 90, a exportação de carne de suíno foi confrontada com uma recusa de 40% da carne destinada ao mercado japonês, devido a ser carne PSE; conseguiram ultrapassar rapidamente esta questão com a melhoria no manejo durante o abate e transporte (National Pork Board , 2013).

A carne escura firme e seca (DFD) é menos frequente na carne de suíno do que PSE. Pode ser atribuída a um mau manejo entre a exploração e o matadouro e deterioração do glicogénio no músculo pela atividade física. O pH deste tipo de carne tende a não descer, e manter-se no valor de pH 6,5 ou superior nos 45 minutos após abate (**Fig. 17**), ficando com um pH superior a 6 às 24h após abate. O *stress* crónico deteriora o glicogénio do músculo e proporciona níveis desadequados por ocasião do abate. Isto conduz a produções reduzidas de ácido láctico, e uma conseqüente redução na descida do pH. Quando o *stress* crónico não é tão agudo, a carne apresenta pouco sabor, mas pode ser relativamente tenra. O pH alto também favorece a deterioração bacteriana da carne. Acresce ainda que a principal razão de recusa por parte do consumidor desta carne deriva da associação da cor escura da carne à possível deterioração da mesma (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Não é provável que o sabor, tenrura e suculência venham, a ser significativamente melhorados num futuro imediato pela seleção genética; pelo contrário, estas características da carne podem ser melhoradas pela correta escolha de alimentação e pelo manejo pré, durante e pós-abate, pelo transporte, e por técnicas de maturação da carne antes do consumo (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

3.4.2. pH

Os músculos do suíno *in vivo* têm um pH de cerca de 7. Após abate, enquanto a carcaça está quente, o pH diminui (o glicogénio passa a ácido láctico). Normalmente, a queda no pH é gradual, acabando por atingir cerca de 5,5 às 24 horas após abate. Contudo, se a atividade metabólica do músculo é prolongada ou excessivamente rápida, o pH pode cair abaixo de 6 cerca de uma hora após o abate, em vez do tempo mais usual de 4-5 horas após o abate. É a rapidez da acidificação do músculo que causa que os tecidos musculares da carcaça resultantes possam vir a ser PSE. Este processo é amplificado em suínos portadores de duas cópias do gene HAL e em suínos que geralmente estão em *stress* agudo imediatamente antes do abate. Em geral, pode-se presumir que há uma maior probabilidade de carne PSE se a descida do pH ocorre muito rapidamente e a carne ostenta um pH inferior a 5,8 aos 45 minutos após-abate, **Fig. 17** (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

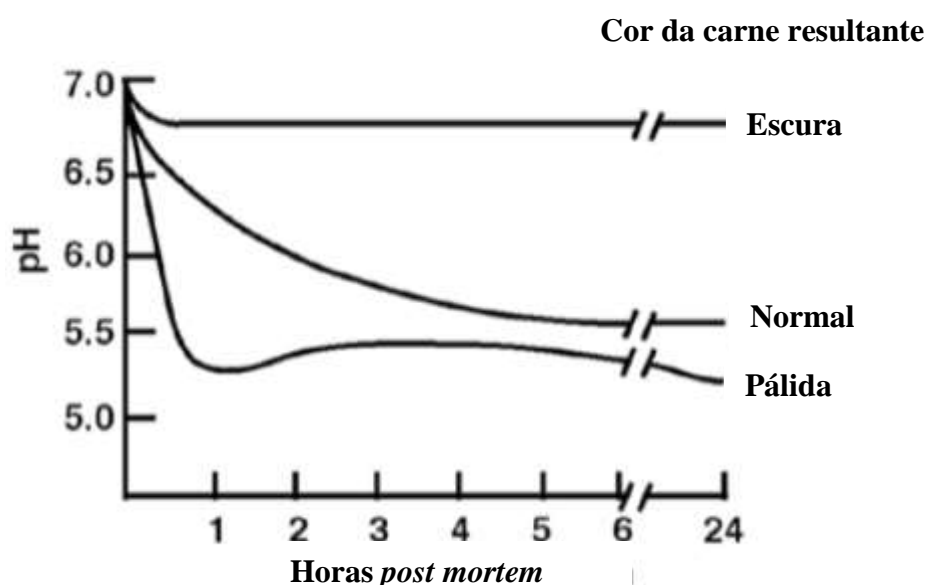


Figura 17 – Evolução do pH no músculo e relação com a cor final da carne após abate e durante a conversão do músculo em carne (Buege, 2006).

3.4.3. Cor

Bridi & Silva (2013) referem que para classificar a carne suína podem ser usados os valores de luminosidade (L^*), perda de água por gotejamento (*drip loss*), pH inicial (45 minutos após o abate) e pH final (24 horas após o abate) (**Quadro 8**).

Quadro 8 – Classificação da carne suína de acordo com as suas propriedades tecnológicas (Bridi & Silva, 2013).

| Categoria | Valor de L^* | Perda de água (%) | pH inicial | pH final |
|-----------|----------------|-------------------|------------|------------|
| RFN | 43-49 | < 5 | $\geq 5,8$ | < 6,0 |
| RSE | 43-49 | ≥ 5 | $\geq 5,8$ | < 6,0 |
| PSE | ≥ 50 | ≥ 5 | < 5,8 | < 5,8 |
| DFD | ≤ 42 | < 5 | $\geq 5,8$ | $\geq 6,0$ |

Os valores de L^* (luminosidade) variam de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto)

L^* , Luminosidade; *Perda de água*, % de perda de água por gotejamento (*drip loss*); *pH inicial*, 45 minutos após o abate; *pH final*, 24 horas após o abate.

RFN (*reddish-pink Normal*): carne de cor normal, textura firme e não exsudativa. É a carne desejável de alta qualidade, com cor característica do corte analisado, com textura firme e não exsudativa.

RSE (*reddish-pink exudative*): carne que apresenta uma cor desejável, entretanto, sua textura é mole e apresenta baixa capacidade de retenção de água.

PSE: carne de cor pálida, de textura mole e com baixa capacidade de retenção de água.

DFD: carne de cor escura, de textura firme e com grande capacidade de retenção de água.

Maganhini *et al.* (2007) apresentam valores para carne PSE, Normal e DFD e respectivos valores de pH, L^* e a e b (**Quadro 9**).

Quadro 9 – Valores de pH, L^* , a^* e b^* , 24 horas *post mortem* para lombos de suínos classificados como PSE, DFD e Normal. (Maganhini *et al.* (2007).

| | pH | L^* | a^* | b^* |
|--------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| PSE | $5,46^c \pm 0,10$ | $54,43^a \pm 1,46$ | $1,15^a \pm 0,76$ | $8,48^a \pm 0,88$ |
| Normal | $5,52^b \pm 0,10$ | $50,43^b \pm 1,77$ | $1,34^a \pm 1,23$ | $7,93^b \pm 0,97$ |
| DFD | $5,80^a \pm 0,16$ | $43,95^c \pm 1,34$ | $1,17^a \pm 0,74$ | $6,37^c \pm 0,63$ |

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Norman *et al.* (2002), citado por Bridi & Silva (2013), classificaram, de acordo com a cor, a carne de suínos em três categorias (**Fig. 18**). Denominaram como carne tipo A a que apresentava padrão de cor 1-2 segundo o National Pork Producers Council, como tipo B as

categorias 3-4 e como C as 5-6. Os autores não verificaram correlação do valor de L* com a força de corte da carne, mas acharam uma correlação negativa dos valores de a* (intensidade do vermelho - verde) e b* (intensidade do amarelo - azul) com a força de corte. O teste sensorial, com provadores treinados, demonstrou que 52,8% preferiram as carnes de coloração mais escura (Tipo C), por serem mais macias e suculentas.

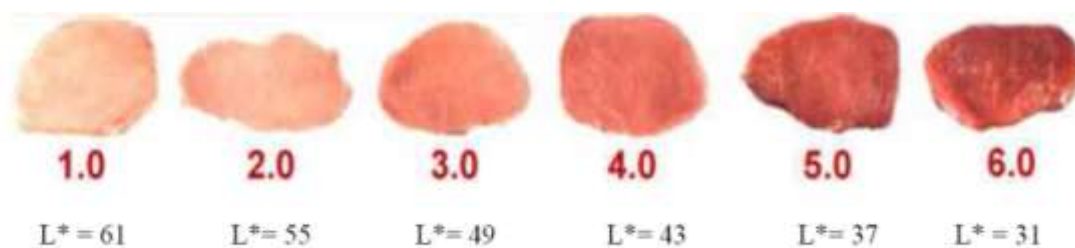


Figura 18 – Padrão da cor da carne suína (Bridi & Silva, 2013).

3.4.4. Gordura intramuscular

O nível de gordura intramuscular, também designado de marmoreado; *marbling*, pode ser aumentado pelo incremento da deposição de gordura nos estágios finais do crescimento antes do abate (Whittemore & Kyriazakis, 2006). Estes autores verificaram que reduzindo o teor de proteína ou lisina na dieta, mas mantendo o seu teor energético, a gordura aumenta e sendo o marmoreado um depósito de gordura desenvolvido numa fase mais tardia, são as células adiposas do músculo que são mais estimuladas nesta fase. Estudos recentes demonstram que um aumento significativo da gordura intramuscular ocorre, mesmo se a mudança da dieta for feita somente 20 dias antes do abate a 100 kg de PV, podendo aumentar a gordura subcutânea, embora menos que a intramuscular e não o suficiente para penalizar a classificação da carcaça. (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

É também por esta razão que alguns autores recomendam para o acabamento de suínos pesados, tendo em vista a produção de presunto, que a dieta nos últimos tempos antes do abate seja restrita em teor total energético ou proteica, (Bosi & Russo, 2004, Cisneros *et al.*, 1996).

Os valores pretendidos para a gordura intramuscular do LD variam entre 1% e 3% , teores menores que 1% estão associados a défices de tenrura e de suculência, e teores acima de

3% de gordura intramuscular podem afetar o sabor e o prazer em comer e a rigidez da carne.(Whittemore & Kyriazakis, 2006).

3.4.5. Perdas de peso por exsudado às 24 horas

Virgili *et al.* (2003) referem que às 24 horas, o LD para animais com 10 meses idade (181 kg PV) tem menores percentagens de perdas de peso por exsudado e percentagens de perdas por grelhar do que animais com 8 meses de idade (143 kg PV) (**Quadro 10**).

Quadro 10 – Perdas por exsudado e por grelhar aos 8 meses (141 kg PV) e 10 meses (181 kg PV) de idade.

| Item | 8 meses | 10 meses | Desvio Padrão |
|-------------------------|---------|----------|---------------|
| Perdas por exsudado (%) | 7,19 | 6,03 | 0,221 |
| <i>Cooking loss</i> , % | 17,49 | 14,85 | 0,236 |

Virgili *et al.* (2003).

Cisneros *et al.* (1996) referem que a percentagem de perda por exsudado às 24 horas aumenta 3% por cada 10 kg de aumento de PV ao abate e registou para PV ao abate de 127 kg valores de perdas por exsudado entre 3,0% e 3,6% para dois diferentes genótipos de carne.

Peinado *et al.* (2008) registaram uma diminuição da perda por exsudado de 1.21% para 0,99% com o aumento do PV ao abate de 114 kg para 120 kg, respetivamente.

3.4.6. Sabor

O sabor pode ser definido como o conjunto de sensações de gostos básicos (doce, amargo, ácido e salgado) e aromas. (Warriss , 2000)

A aparência, inicialmente, no ato de aquisição, e posteriormente, a palatibilidade (conjunto de sabor, tenrura e suculência) são dos atributos de qualidade da carne mais valorizados atualmente pelo consumidor. Contrariando a tendência verificada até ao final do século XX, em que a exigência de carne magra se sobrepunha a qualquer outro atributo, designadamente a cor e a palatibilidade/sabor aquando do seu consumo (Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Um dos principais intervenientes na qualidade do sabor e da tenrura da carne é a gordura intramuscular (marmoreado) e a qualidade desta gordura. O **Quadro 11** apresenta a evolução dos indicadores da gordura e tenrura na última metade do séc. XX, segundo Whittemore & Kyriazakis (2006).

Quadro 11 – Evolução dos valores de gordura e tenrura.

| Ano | % de carne magra na carcaça | % de gordura na carcaça | Percentagem de gordura no músculo LD | Sabor e tenrura do músculo (1-5) |
|------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1960 | 40 | 40 | 2,5 | 3,5 |
| 1975 | 50 | 30 | 1,5 | 3,0 |
| 1990 | 60 | 20 | 1,0 | 2,5 |

Whittemore & Kyriazakis (2006).

Os ácidos gordos são os principais ingredientes da dieta que influenciam o sabor da carne, por exemplo, o óleo de peixe acima de 1% na dieta causa sabor a peixe, e níveis elevados de ácidos gordos polinsaturados produzem sabor a ranço quando a gordura oxida. Esta é esta a razão que leva alguns países como a Dinamarca a não admitirem a farinha de peixe na dieta de suínos acima dos 40 kg PV (DA & FD, [s.d], Whittemore & Kyriazakis, 2006).

Whittemore & Kyriazakis (2006), consideram que a melhor qualidade da carne, em termos de palatabilidade, é conseguida a níveis de gordura associados à espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2 entre 8 e 14 mm para suínos com 100 kg de PV. Os autores referem ainda que, para valores entre 1% e 3% de gordura intramuscular, é possível mostrar pequenas melhorias na suculência, tenrura e sabor. Níveis de gordura superiores a 3% no músculo afetam negativamente o prazer a comer a carne; enquanto para teores de gordura inferiores a 1%, a perda de tenrura e suculência é notada pelo consumidor.

3.4.7. Aroma

O odor a varrasco é um sabor e cheiro desagradável, atribuído a duas substâncias: a hormona masculina androstenona e o escatol (metabolismo de degradação do tryptophan), que se acumulam prioritariamente no tecido adiposo, sendo a androstenona responsável por 55% das situações e o escatol por 30% destas (*Danish Pig Research Centre*, 2015).

A sensibilidade ao escatol atinge 99% dos consumidores, enquanto a percentagem individual à insensibilidade da androstenona varia entre 11 a 30% para as mulheres e 24 a

37% para os homens. Esta variação está relacionada com a localização geográfica do consumidor a nível mundial (Squires & Bonneau, 2014).

Atualmente, desenvolvem-se estudos para evitar este sabor, quer pela alimentação (usando 15% de chicória na dieta, por exemplo), quer por melhoria genética, quer por outros meios como imunocastração, entre outros (Squires & Bonneau, 2014; *Danish Pig Research Centre*, 2015).

Estudos recentes indicam uma heritabilidade de 55% para androstenona e de 30% para o escatol (*Danish Pig Research Centre*, 2015).

3.5. Produção de suínos pesados visando a obtenção de pernas para a produção de presuntos

A maioria dos trabalhos que incidem sobre o peso vivo (PV) de suínos ao abate de 160 kg ou superiores, têm subjacente, ou consideram incontornável, o potencial uso das pernas e da pá para a produção de presunto. Como refere Pastrello (2011), no caso de suínos de elevado peso, as pernas chegam a representar 55% do total do valor comercial da carcaça, não obstante representarem somente 18% a 20% do seu peso.

Os aspetos que influenciam a produtividade e a qualidade da produção de presunto, têm vindo a ser a base dos critérios exigidos pelos principais produtores de presuntos DOP (Regulamento (CE) N.º 510/2006), são referidos por vários autores como Čandek-Potokar *et al.*, 1998, Virgili *et al.*, 2003, Bosi & Russo, 2004, Peloso *et al.*, 2010.

A análise às principais exigências dos produtores de presunto com DOP ou Indicação Geográfica Protegida (IGP), cujos diplomas de homologação aceitam as raças *Landrace* e *Large White*, indicam os principais aspetos e características fixadas pelos produtores de presuntos e que são defendidas e explicadas por vários autores como Cisneros *et al.* (1996), Virgili *et al.* (2003), Latorre *et al.* (2003, 2004, 2008, 2009), Peloso *et al.* (2010) e Ventura *et al.* (2011). Os seguintes aspetos: A dieta ao longo do crescimento e de acabamento; a idade de abate; o peso da carcaça; a dimensão e peso das pernas; a camada de gordura que envolve a perna, a quantidade de gordura intramuscular na perna; a composição da gordura com limites de 15% de ácido linoleico e o pH no músculo *semimembranoso*, são aspetos explícitos nesses diplomas, alguns dos quais referem quais as raças e cruzamentos

admissíveis, se admitem ou não peças congeladas e a exigência somente de animais castrados.

Algumas destas exigências dos produtores de presunto com DOP têm uma origem empírica e de tradição e poderão ser alteradas, face à evolução técnica e tecnológica, *e.g.*, a admissão de peças congeladas, a utilização de fêmeas, a substituição de algumas características como a idade por definição de PC e peso das pernas (como já acontece para o presunto de Teruel), mantendo sempre o propósito que as justificava na salvaguarda da qualidade e características necessárias da matéria-prima para a produção de presuntos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo desenvolveu-se no âmbito dos trabalhos de investigação do Projeto Genética da Qualidade do Porco Ibérico, levado a cabo no polo de Santarém - Quinta da Fonte Boa - do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV).

4.1. Animais e instalações

Analisaram-se parâmetros individuais de desempenho produtivo, e características de qualidade final da carcaça e da carne, de 30 suínos castrados cruzados F1 Landrace x Large White, ao longo do seu crescimento / engorda intensiva, dos 90 aos 160 kg de PV. Os animais iniciaram o ensaio com valores médios de idade de $151,8 \pm 9,5$ dias e PV de $85,0 \pm 2,3$ kg. No final do ensaio, os valores médios de idade e PV foram $259,6 \pm 19,5$ dias e $162,9 \pm 2,9$ kg, respetivamente.

O estudo decorreu num pavilhão de engorda, com ventilação através de janelas basculantes laterais, com regulação manual. Os animais foram alojados em parques coletivos, de quatro animais cada, com piso descontínuo (liso/grelha), equipados com celas individuais de alimentação em estrutura metálica e bebedouros do tipo chupeta.

4.2. Alimentação

O alimento composto foi distribuído em duas refeições diárias, *ad libitum*.. A composição do alimento composto distribuído aos animais é apresentada no **Quadro 12**.

Quadro 12 - Ingredientes e composição química do alimento comercial.

| Ingredientes da ração | % |
|------------------------------------|------------------------------|
| Milho amarelo | 10,000 |
| Trigo forrageiro | 30,000 |
| Cevada | 40,394 |
| Bagaço de soja | 16,236 |
| Óleo de soja | 0,492 |
| Carbonato de cálcio | 1,134 |
| Fosfato bicálcico | 0,343 |
| L.lisina HCL | 0,222 |
| Metionina | 0,014 |
| Bicarbonato de sódio | 0,083 |
| Sal marinho | 0,329 |
| Unike pul dry | 0,050 |
| Tecaphos 500g | 0,100 |
| Oxi-Nil Dry Premix | 0,003 |
| Grain tec TS | 0,100 |
| Vitatec porcos cresc | 0,400 |
| Novicid (Ultracid V Dr) | 0,100 |
| Composição química da ração | % |
| Humidade | 11,70 |
| Matéria seca | 88,30 |
| Cinzas | 4,50 |
| Sílica | 0,31 |
| N-total | 2,36 |
| Proteína bruta | 14,70 |
| Gordura bruta | 2,30 |
| Fibra bruta | 4,60 |
| Cálcio | 0,70 |
| Fósforo | 0,41 |
| Energia bruta | 16050 kJ/kg de ração |
| Energia bruta | 3833 kcal/kg de ração |

4.3. Parâmetros avaliados *in vivo*

- **Pesagens**

Durante o ensaio, *in vivo*, procedeu-se à pesagem semanal, e individual, dos animais em jejum, o que permitiu a determinação do seu GMD. A ingestão de alimento foi registada em todas as refeições de forma individual, por forma a permitir calcular o índice de conversão alimentar (IC).

- **Ultrassonografias**

Avaliou-se, por ultrassonografia, aos 90, 120 e 160 kg de PV a espessura da gordura subcutânea, no ponto P2 (a 65 mm da linha média ao nível da última costela) e sobre a apófise medial da última vertebra lombar (u_{v1}) e a profundidade do músculo *Longissimus Dorsi* (LD), ao nível do P2.

A ultrassonografia efetuou-se com ecógrafo “Pie Medical 200” equipada com sonda linear de 10 cm de comprimento e frequência de 3,5 MHz.

A camada de gordura dorsal é constituída por três camadas, externa, intermédia e interna. Para genótipos mais magros a camada interna é de mais difícil medição / diferenciação (Newcom *et al.*, 2004), assim, neste trabalho considera-se a camada interna como a soma das camadas média e interna.

Com base nestes registos obtiveram-se os seguintes parâmetros:

- Espessura da camada de gordura total - linha média última vértebra torácica (cm), (soma do externo com a interno);
- Espessura da camada de gordura externa no a 6 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica (cm) (média entre o lado direito e esquerdo);
- Espessura da camada de gordura interna a 6 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica (cm) (média entre o lado direito e esquerdo);
- Espessura total da camada de gordura a 6 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica (cm) (Soma do externo com o interno);
- Espessura da camada de gordura total - linha média última vértebra lombar (cm) (soma do externo com a interno);

- Espessura da camada de gordura total - linha média última vértebra lombar (cm) (soma do externo com a interno);
- Profundidade do LD a 6 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica (cm) (média entre o lado direito e esquerdo).

Os animais foram abatidos em matadouro experimental, aos 160 kg, tendo-se registado o peso vivo na exploração e no matadouro antes do abate.

4.4. Avaliações a *post mortem*

60 minutos após o abate registaram-se os valores de :

- PC “quente” (kg);
- Gordura abdominal (g);
- Gordura do véu (g);
- Gordura da rilada (g);
- Diafragma (g);
- Coração (g);
- Fígado (g);
- Pulmões (g);
- Língua (g);
- Baço (g);
- Rins (g).

Os valores registados permitiram calcular o total das gorduras retiradas da carcaça assim como das miudezas.

Para a desmancha da carcaça foi seguido o protocolo de corte apresentado por Walstra & Merkus (1996) (**Fig. 14 e 15**)

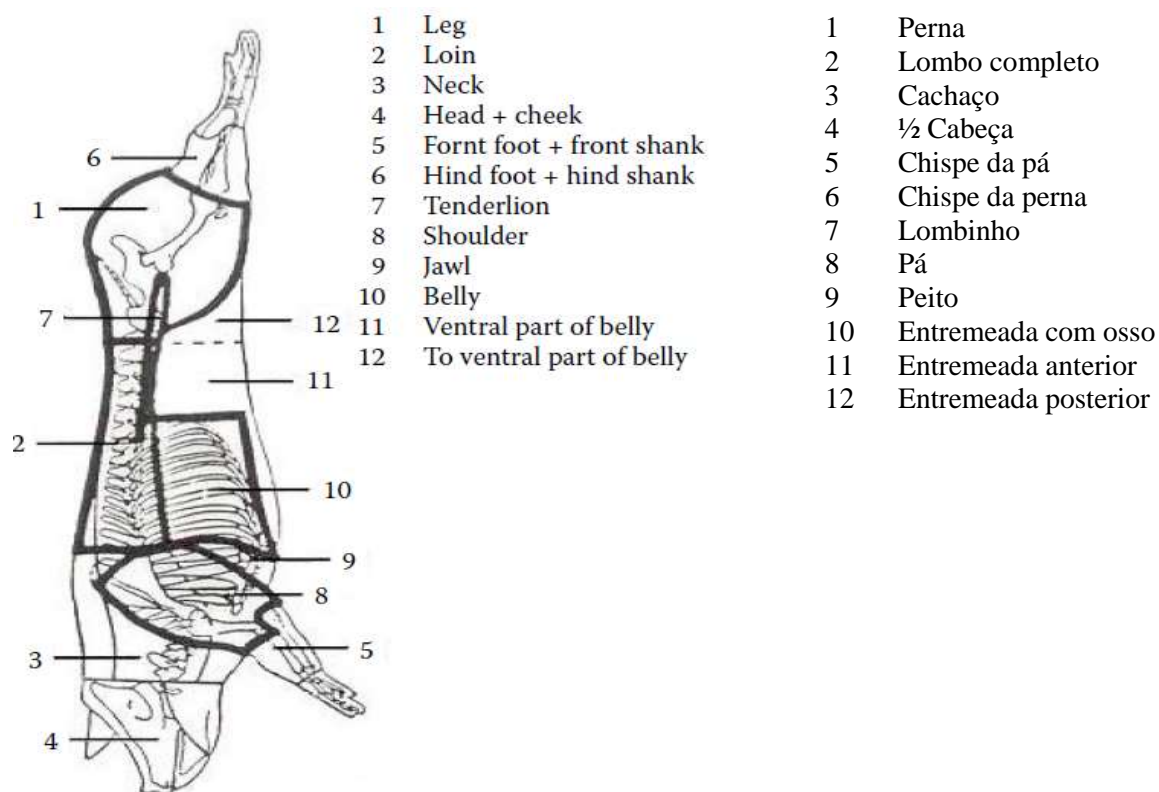


Figura 14 - Representação esquemática de cortes da carcaça segundo Walstra & Merkus (1996) e Vitek *et al.* (2008).

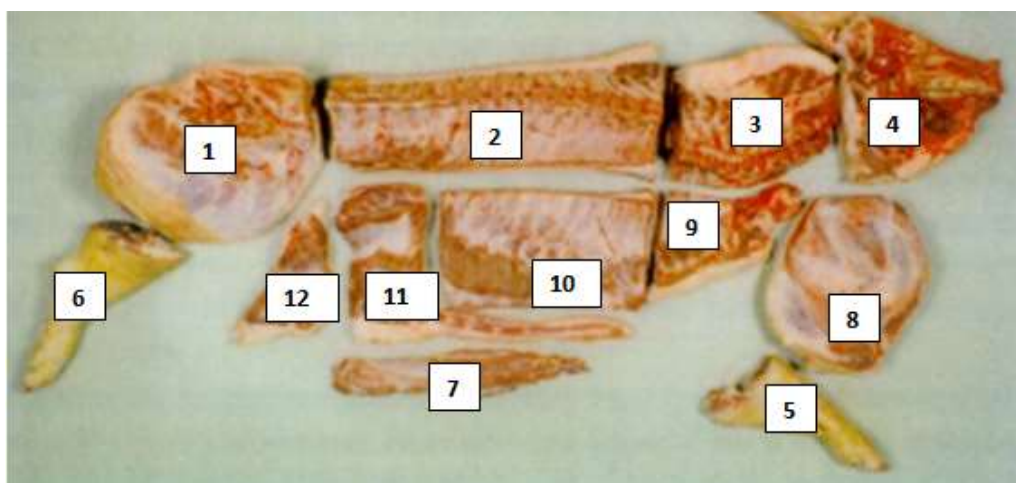


Figura 15 - Fotografia de cortes da carcaça segundo Walstra & Merkus (1996).

Às 24h *post mortem*:

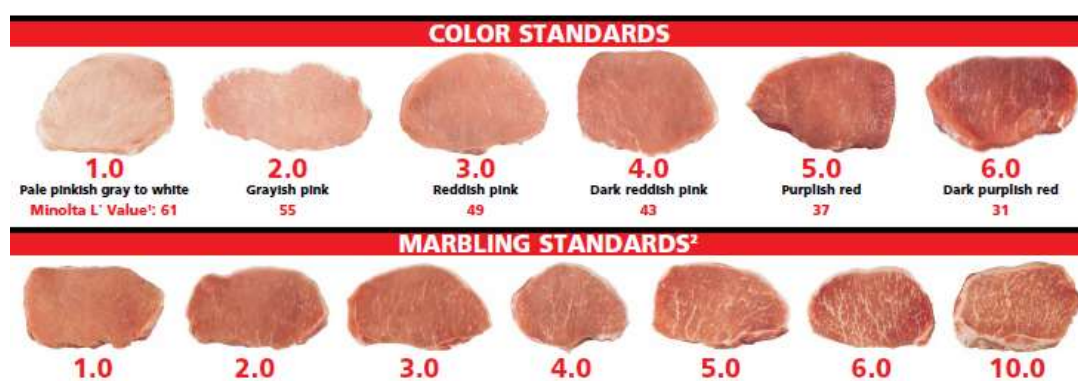
- Peso da Carcaça fria (kg);
- Comprimento interno da carcaça (cm);
- Comprimento da perna (cm);
- Perímetro da perna (cm);
- Espessura da perna (cm);
- Profundidade do peito (cm);
- Espessura da camada de gordura externa - linha média (10-11v) (cm);
- Espessura da camada de gordura interna - linha média (10-11v) (cm);
- Área do LD (10-11v) (cm²);
- Largura do LD (10-11v) (cm);
- Profundidade do LD (10-11v, 6 cm) (cm);
- Espessura da camada de gordura externa - (10-11v) 6 cm da linha média (cm);
- Espessura da camada de gordura interna - (10-11v) 6 cm da linha média (cm);
- Profundidade do LD (10-11v) 10cm (cm);
- Espessura da camada de gordura externa - (10-11v) 10cm da linha média (cm);
- Espessura da camada de gordura interna- (10-11v) 10cm da linha média (cm);
- Lombo Completo (kg);
- Lombo limpo (kg); Cachaço (pescoço) (kg);
- Cabeça (1/2) (kg);
- Chispe da pá (kg);
- Chispe da perna (kg);
- Lombinho (kg);
- Pá (kg);
- Peito (kg);
- Entremeada com osso (kg);
- Entremeada anterior (kg);
- Entremeada posterior (kg);
- Perna sem chispe (kg);
- Músculos da perna (kg);
- Ossos da perna (kg);
- Gordura subcutânea da perna (kg);

- Gordura intermuscular da perna (kg);
- Resíduos da perna (kg).

Com as variáveis anteriores calcularam-se os seguintes parâmetros:

- Com base na diferença dos valores da carcaça quente e fria obteve-se a perda por refrigeração;
- Área do LD (10-11v) (cm²) (calculado com programa ImageJ);
- Espessura da camada de gordura total - linha média (cm) (soma do externo com o interno);
- Espessura da camada de gordura total - 6 cm da linha média (cm) (soma do externo com o interno).

No que respeita a parâmetros físicos da qualidade da carne, a cor e marmoreado do músculo LD foram obtidos às 24 horas *post-mortem*, com base na tabela (**Fig. 19**).



Cor 1 = L* 61; 2 = L* 55; 3 = L* 49; 4 = L* 43; 5 = L* 37; 6 = L* 31;

Marmoreio 1 = 1% de gordura pela extracção com éter (carne 1 é boa para o processamento, 2 e 3 para o consumo “in natura”)

Figura 19 – Padrão de cor e marmoreado ((National Pork Board , 2010, Pork Quality Standards, 2013 tal como citado por Bridi & Silva, 2013)

Procedeu-se igualmente à medição por colorímetro triestímulos (Minolta F 300) dos valores de L* (luminosidade), e a* (intensidade do vermelho-verde) e b* (intensidade do amarelo-azul) às 24 horas *post-mortem* no seguimento dos cortes de LD ao nível da 10^a-11^a vertebra torácica.

L* a* b* ou Lab* são coordenadas do sistema de medição de cor definido pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE, 1976). L* indica a intensidade da luminosidade, entre branco (L* = 100) e preto (L* = 0); a* indica a intensidade da cor

vermelha ou verde, respetivamente valores positivos (+a*) e negativos de (-a*); b* indica a intensidade da cor amarela ou azul, respetivamente +b* e -b* (Warriss, 2000 ; Almeida, D., 2004 ; American Meat Science Association , 2012)

Às 24 horas *post-mortem* separaram-se e embalaram-se as peças de que se registaram a perda de peso por exsudado (%) e perda ao grelhar às 24 horas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Crescimento dos animais

Os animais iniciaram o ensaio com valores médios de idade de $151,8 \pm 9,5$ dias e PV de $85,0 \pm 2,3$ kg. O peso de referência previsto de 120 kg obteve-se a um valor médio de idade de $197,3 \pm 9,1$ dias com o valor médio de peso de $122,4 \pm 2,1$ kg. No final do ensaio, os valores médios de idade e PV foram $259,6 \pm 19,5$ dias e $162,9 \pm 2,9$ kg, respetivamente. **(Quadro 13).**

A diferença entre o valor médio de idade no início do ensaio (151,8 dias) com PV de 85 kg, e o valor médio de idade aos 122,4 kg de PV (193,3 dias) foi de 45,5 dias. O aumento de 37,4 kg neste período de tempo representa um aumento de 0,822 kg por dia, para animais com pesos entre 85kg e 122 kg.

Entre o valor médio de idade aos 122,4 kg de PV (193,3 dias) e o valor médio de idade no final do ensaio (259,6 dias) aos 162,9 kg de PV, regista-se uma diferença de 62,3 dias, no qual ocorreu um aumento médio de peso de 40,5 kg, a que corresponde um aumento diário de 0,650 kg, para animais com pesos entre 122kg e 162,9 kg

O valor médio de dias de ensaio foi de 107,8 dias, a que corresponde um aumento médio de peso de 77,9 kg, e representa um aumento médio de 0,722 kg por dia no período global do ensaio.

Verificou-se um maior aumento de peso diário entre os 85 kg e 120 kg de PV relativamente ao período entre 120 e 160 kg de PV, respetivamente 0,822 kg por dia e 0,650 kg por dia.

Quadro 13 - Idades e pesos dos animais ao longo do ensaio.

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Idade no início ensaio (dias) | 151,8 | 9,5 | 140,0 | 169,0 |
| Idade a “120 kg” de PV (dias) | 197,3 | 9,1 | 184,0 | 225,0 |
| Idade a “160 kg” PV(dias) | 259,6 | 19,5 | 224,0 | 302,0 |
| N.º dias ensaio | 107,8 | 16,6 | 84,0 | 147,0 |
| Peso no início do ensaio | 85,0 | 2,3 | 81,0 | 89,0 |
| Peso a “120 kg” | 122,4 | 2,1 | 120,0 | 127,0 |
| Peso no fim do ensaio (kg) | 162,9 | 2,9 | 158,0 | 169,0 |

A diferença de 39 dias registada entre valores máximo e mínimo para a idade a 120 kg e de 78 dias para a idade a 160 kg mostram que no período entre os 120 e 160 kg de PV há uma maior heterogeneidade no crescimento, que justifica a diferença de 63 dias registada entre valores máximo e mínimo para o total de dias de ensaio

O valor médio da idade de 259,6, dias ao qual corresponde um valor médio do peso de 162,9 Kg cumpre o critério estabelecido por produtores de presunto DOP, Prosciutto Carpegna , e Prosciutto Toscano (Presunto Carpegna (Pedido n.º CE: IT-PDO-0105-1496-02.03.2007)), (Presunto Toscano (Regulamento de Execução (UE) n.º 1135/2013)), que é de 160 kg (± 10 kg) de PV ao abate.

No **Quadro 14 e Fig. 20** apresentam-se os valores do Ganho médio diário (GMD) para os períodos de 90 a 120 kg e de 120 a 160 kg de PV.

Registaram-se valores médios de GMD de $828,3 \pm 110,3$ g e de $673,1 \pm 112,2$ g para as classes de peso 90 -120 kg e 120-160 kg , respetivamente, com um valor médio de GMD de 738,2 g para o periodo do ensaio entre 90 e 160 Kg de PV .

Verificou-se tambem um aumento da diferença entre valores mínimos e máximos registados para as classes de PV entre 90-120 kg e 120-160kg , respetivamente de 471 g e 509 g, o que reforça o comportamento heterogéneo dos animais com o aumento do peso vivo.

Quadro 14 – Ganho médio diário (GMD) nos períodos 90-120 kg e 120-160 kg.

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|--------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| GMD 90-120 kg (g) | 828,3 | 110,3 | 642,9 | 1114,3 |
| GMD 120-160 kg (g) | 673,1 | 122,2 | 415,6 | 925,0 |
| GMD 90-160 kg (g) | 738,2 | 104,3 | 563,9 | 916,7 |

O decréscimo observado no GMD, entre as classes de 90-120 kg e 120-160 kg de PV , respetivamente no valor de 828,3g e 673,1 g está ilustrado na Fig 20.

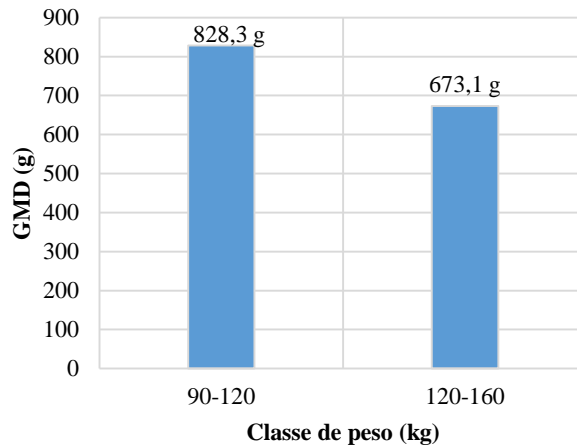


Figura 20 - Valores médios de GMD, por classe de peso.

Na **Fig. 21**, apresenta-se a curva (polinomial de 4º grau) ajustada aos valores médios de GMD, por períodos de 7 dias, da totalidade do ensaio. Evidencia-se, nos primeiros 49 dias de ensaio, valores de GMD superiores a 0,8 kg, seguindo-se um decréscimo linear, até valores inferiores a 500 g após os 112 dias de ensaio.

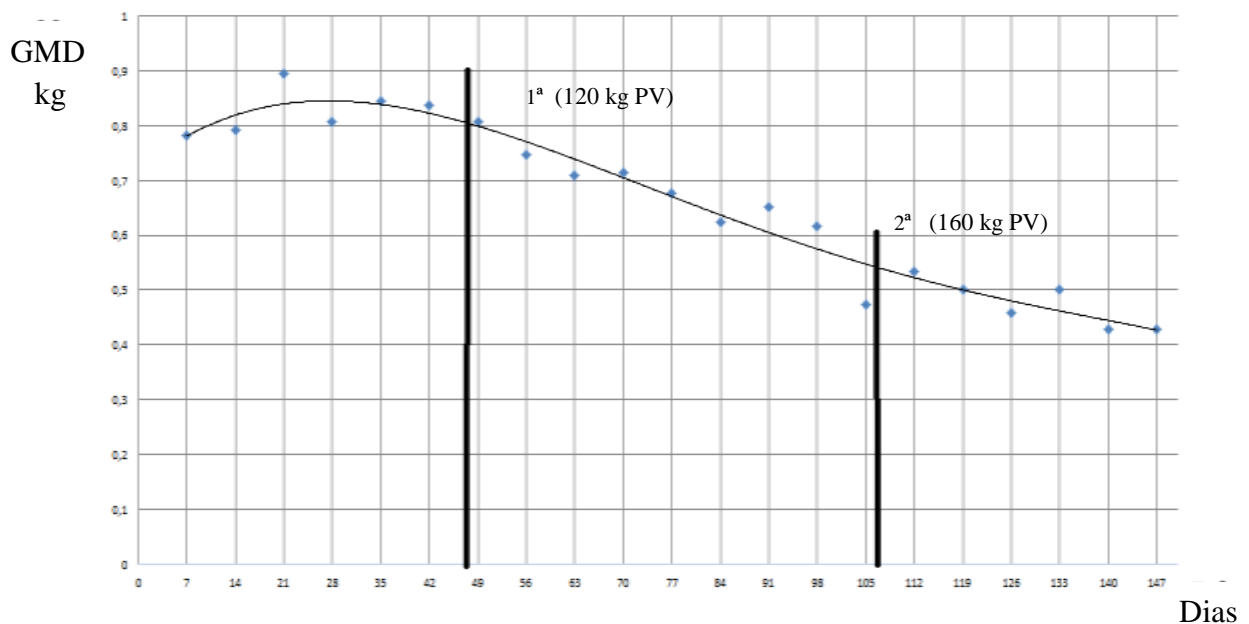


Figura 21 - Valores médios de GMD semanal.

O peso de 120 kg foi atingindo entre os 35 e 63 dias com valor médio de 45,5 dias (1ª linha vertical) e o peso de 160 kg foi atingido entre os 84 e 147 dias de ensaio com valor médio de 107,8 dias (2ª linha vertical) (**Figura 21**). Constata-se um decréscimo médio de 35g do GMD por cada incremento de 10 kg de PV entre 120 e 160 kg de PV, o que está de acordo com o observado por Latorre *et al.* (2008) que referem que, acima de 120 kg, por cada 10 kg de aumento do peso ao abate, o GMD decresce 55 g.

No **Quadro 15** são apresentadas estatísticas descritivas relativas à ingestão de alimento, por classe de peso, por animal. Os valores médios de ingestão de alimento foram $158,3 \pm 17,1$ kg e $201,9 \pm 24,6$ kg para os períodos 90-120 kg e 120-160 kg, respectivamente. No total, durante o ensaio, cada animal consumiu, em média, $360,3 \pm 26,6$ kg de alimento composto.

Considerando o valor médio de alimento ingerido por classes (**Quadro 15**) e o número médio de dias por classes (**Quadro 13**), obtém-se valores de ingestão média diária de alimento ao longo do ensaio de 3,34 kg, registrando valores de 3,48 kg e de 3,24 kg, nos períodos 90-120 e 120-160 kg, respectivamente. De notar que os animais diminuíram a ingestão de alimento diária ao longo do ensaio.

Quadro 15 - Alimento composto ingerido (kg), por intervalo de PV, e total.

| | Valor Médio | Desvio padrão | Mínimo | Máximo |
|-------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Classe 90-120 kg | 158,3 | 17,1 | 127,9 | 189,3 |
| Classe 120-160 kg | 201,9 | 24,6 | 157,0 | 254,4 |
| Total 90-160 kg | 360,1 | 26,6 | 316,2 | 404,9 |

No **Quadro 16** e **Fig. 22** apresentam-se os valores do índice de conversão. Os valores calculados de índice de conversão foi de 4,3 para o período de 90-120 kg e de 5,0 para o período de 120-160 kg. Estes valores entre as referidas classes (Fig.22), estão de acordo com os resultados obtidos para os valores de ingestão de alimento e GMD obtidos para as referidas classes de PV anteriormente apresentados.

A amplitude entre valores mínimos e máximos de IC para as classes de peso, 90-120kg e 120-160 kg, foi respectivamente de 1,3 e 2,4, o que confirma a heterogeneidade já revelada para outros parâmetros com o aumento do PV.

Quadro 16 – Índice de conversão nos períodos de engorda de 90-120 kg e 120-160 kg.

| | Valor Médio | Desvio padrão | Mínimo | Máximo |
|-------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Classe 90-120 kg | 4,3 | 0,3 | 3,6 | 4,9 |
| Classe 120-160 kg | 5,0 | 0,5 | 4,1 | 6,5 |

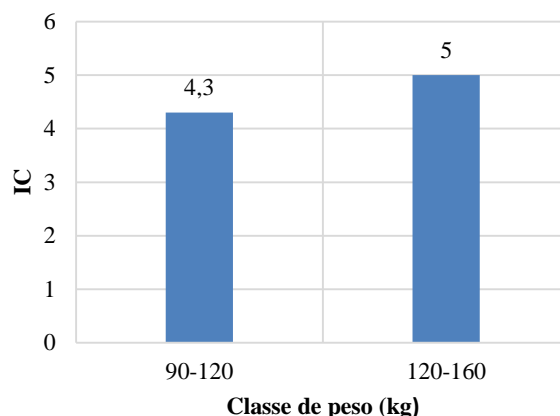


Figura 22 - IC nos períodos de engorda de 90-120 kg e 120-160 kg.

Os valores de IC obtidos de $4,27 \pm 0,32$ e $4,99 \pm 0,49$ para os intervalos de 90-120 kg e 120-160 kg, respetivamente, são consentâneos com o tipo de alimentação *ad libitum*, sendo comum nestes casos o aumento do IC com o aumento de peso dos animais (Walstra 1980).

Os valores obtidos de GMD e IC são da mesma ordem de grandeza aos obtidos por Pastrello (2011) que obteve resultados médios de 0,65 kg/dia para o GMD e 4,0 para o IC, para animais entre 90 e 160 kg.

5.2. Evolução da espessura da camada de gordura dorsal e do músculo LD

No **Quadro 17** apresentam-se estatísticas descritivas dos registos obtidos por sonografia de diversos parâmetros de espessura da gordura subcutânea e do músculo LD, aos 90, 120 e 160 kg de PV.

Obtiveram-se valores médios de espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2 a 90 kg, 120 kg e 160 kg de 1,5 cm, 1,8 cm e 2,7 cm respetivamente. Para a espessura da camada de gordura sobre a apófise medial da última vertebra lombar (uvl), registaram-se para as mesmas classes de PV valores de 1,7 cm, 2,2 cm e 3 cm respetivamente. Para a profundidade do músculo *Longissimus Dorsi* no ponto P2 e para os mesmos intervalos de PV obtiveram-se valores de 4,1 cm, 4,8 cm e 5,3 cm respetivamente.

Quadro 17 - Resultados da estatística descritiva realizada às medições da espessura (cm) da gordura subcutânea dorsal (P2) e lombar e do músculo *Longissimus Dorsi*.

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|---|-------------|---------------|--------|--------|
| Gordura torácica a 90 kg (cm) | 1,7 | 0,3 | 1,2 | 2,3 |
| Gordura torácica a 120 kg (cm) | 2,2 | 0,3 | 1,7 | 2,8 |
| Gordura torácica a 160 kg (cm) | 2,8 | 0,4 | 2,1 | 3,7 |
| Gordura dorsal (P2) a 90 kg (cm) | 1,5 | 0,2 | 1,2 | 1,9 |
| Gordura dorsal (P2) a 120 kg (cm) | 1,8 | 0,3 | 1,4 | 2,5 |
| Gordura dorsal (P2) a 160 kg (cm) | 2,7 | 0,5 | 1,4 | 3,5 |
| Gordura lombar (uvl) a 90 kg (cm) | 1,7 | 0,2 | 1,3 | 2,1 |
| Gordura lombar (uvl) a 120 kg (cm) | 2,2 | 0,3 | 1,6 | 2,6 |
| Gordura lombar (uvl), 160 kg (cm) | 3,0 | 0,6 | 2,0 | 4,8 |
| <i>Longissimus Dorsi</i> (P2) a 90 kg (cm) | 4,1 | 0,3 | 3,5 | 4,8 |
| <i>Longissimus Dorsi</i> (P2) a 120 kg (cm) | 4,8 | 0,4 | 4,0 | 5,5 |
| <i>Longissimus Dorsi</i> (P2) a 160 kg (cm) | 5,3 | 0,5 | 4,4 | 6,3 |

Dos resultados obtidos verifica-se para o valor médio da espessura da camada de gordura dorsal no ponto P2 um aumento de 0,3 cm entre 90 kg e 120 kg de PV e de 0,9 cm entre os 120 kg e os 160 kg de PV. De forma idêntica, para o valor médio da camada de espessura de gordura da última vertebra lombar e para os mesmos intervalos de PV registou-se um aumento de 0,5 cm e 0,8 cm.

Para a profundidade do músculo LD no ponto P2, verifica-se um aumento de 0,7 cm entre 90 kg e 120 kg de PV e de 0,5 cm entre os 120 kg e os 160 kg de PV.

Na **Fig. 23** apresenta-se a evolução de diversos parâmetros de espessura da gordura e da profundidade do LD, a 90, 120 e 160 kg, obtidos por ultrassonografia. Enquanto que o crescimento do LD entre 90 kg e 160 kg apresenta um incremento linear, para a espessura de gordura nota-se um incremento crescente da espessura após os 120 kg de PV.

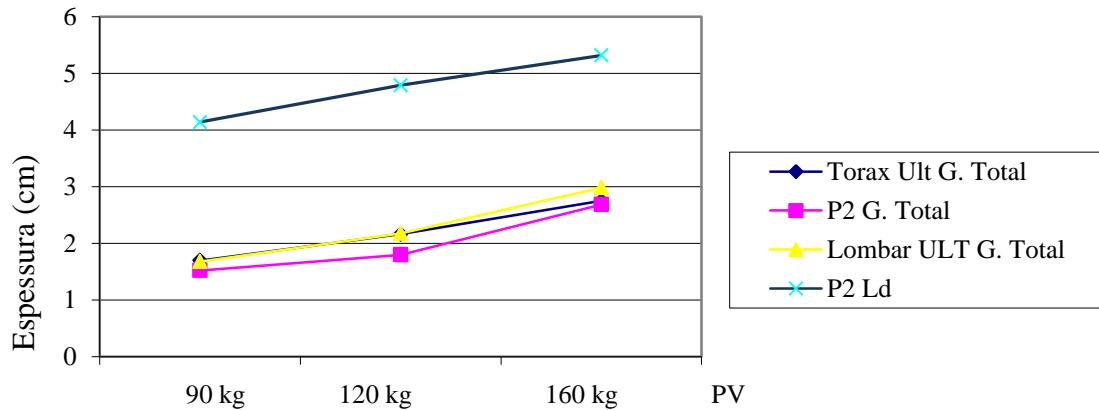


Figura 23 - Parâmetros de espessura da gordura e da profundidade do LD, a 90, 120 e 160 kg de PV.

Os valores obtidos no final do ensaio (160 kg) para a profundidade músculo LD e espessura total de gordura no ponto P2 (5,3 cm e 2,7 cm respetivamente) são consentâneos com os obtidos por Peloso *et al.* (2010) para a raça *Large White* que registou 5,68 cm e 1,97 cm, respetivamente.

O valor obtido a 160 kg para a espessura do toucinho total - linha média última vértebra lombar, (2,98 cm), cumpre com a especificação para o presunto de Teruel que exige espessuras entre 16 e 45 mm (Presunto Teruel (Pedido de alteração n.º CE: ES-PDO-0217-0987-10.04.2012))

Os valores obtidos a 160 kg de PV por ultrassonografia da espessura total do toucinho, a 6 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica “P2 G.Total”, e da profundidade do LD a 6 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica P2 LD, respetivamente 2,69 e 5,32 cm, são inferiores aos medidos nas peças após abate, 4,3 e 6,1 cm, respetivamente (**Quadro 19**), o que está de acordo com o observado por Cecchinato *et al.* (2013), que referem que os valores obtidos por ultrassonografia são frequentemente inferiores aos registados após abate.

5.3. Estiva da carcaça

No dia do abate, além do PV na exploração e do PV no matadouro, registaram-se após abate pesagens de diversas peças e órgãos que se apresentam no **Quadro 18**

Quadro 18 - Pesagens efetuadas no matadouro ao abate.

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|--|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| PV Exploração (kg) | 162,2 | 3,0 | 157,0 | 168,0 |
| PV Matadouro (kg) | 160,4 | 2,9 | 156,0 | 165,0 |
| PC Quente (kg) (60 min post-mortem) | 132,1 | 2,9 | 127,3 | 138,8 |
| PC Fria (kg) (24 h post-mortem) | 129,7 | 2,8 | 124,9 | 136,4 |
| Perda Refrigeração (kg) | 2,4 | 0,3 | 2,0 | 3,0 |
| P.Gordura Abdominal Estômago (g) | 456 | 91 | 260 | 670 |
| P.Gordura Veu (g) | 871 | 281 | 450 | 1630 |
| P.Gordura Rilada Banha (g) | 4952 | 687 | 3660 | 6130 |
| P. Total Gordura (g) | 6279 | 769 | 4590 | 7370 |
| P. Diafragma (g) | 535 | 108 | 360 | 880 |
| P. Coração (g) | 430 | 47 | 300 | 500 |
| P. Fígado (g) | 1582 | 138 | 1220 | 1830 |
| P. Pulmões (g) | 624 | 100 | 470 | 920 |
| P. Língua (g) | 1656 | 252 | 1260 | 2470 |
| P. Baço (g) | 222 | 28 | 180 | 320 |
| P. Rins (g) | 314 | 40 | 260 | 390 |
| P. Total Miudezas (g) | 5332 | 371 | 4649 | 6120 |

O valor médio do peso da carcaça aos 60 minutos post-mortem foi de 132,1 kg, o que representou 82,4% do PV. No estudo de Čandek-Potokar *et al.* (1998), para animais com 100 kg e 130 kg de peso ao abate, o PC foi de 78,4 kg (78% do peso ao abate) e de 104 kg (80% do peso ao abate), respetivamente. Virgili *et al.* (2003), para animais com 10 meses de idade e 181 kg de peso ao abate obtiveram rendimentos de carcaça de 84%. Valor equivalente foi registado por Peloso *et al.* (2010) que obtiveram, para animais com pesos ao abate de 160 kg, valores de PC quente (sem cabeça) de 116,2 kg..

Sabbioni *et al* (2002) obtiveram, para animais com pesos ao abate de 171,6 kg de peso ao abate , PC de 135,7kg.

O valor médio da perda por refrigeração de 1,8% é da mesma ordem de grandeza referida por outros autores (Graça & Costa, 1987, Cisneros *et al.* 1996) conforme referido no ponto 3.3.1 deste trabalho.

5.4. Espessura das camadas de gordura dorsal , profundidade e área do LD

No **Quadro 19** apresentam-se estatísticas descritivas das avaliaçõesde efetuadas nas carcaças.

Os valores obtidos comparam com os referidos por outros autores e que constam nos quadros 5, 6 e 7 do ponto 3.3.1 deste trabalho.

Os valores medidos para a espessura da camada de gordura na linha média, a 6 cm da linha média e a 10 cm da linha média são idênticos(1,4 cm, 2,9 a 3cm e 4,1 a4,3 cm)

O valor obtido para a área do LD de 47,8 cm² foi inferior à registada por Virgili *et al.* (2003) que obtiveram, para pesos ao abate de 143 kg, valores de área de LD de 68,0 cm² e para peso ao abate de 181 kg o valor de 73,7 cm² (**Quadro 5**). Por outro lado, a profundidade do LD de 6,1 cm, foi superior ao valor de 5,4 cm, registada por Ventura *et al.* (2011), para animais com pesos ao abate de 160 kg.

No **Quadro 19** podemos observar a variação da profundidade do LD a 6 e a 10 cm da linha média ao nível da última vértebra torácica com valores de 6,1 e 6,3 cm, respetivamente.

No **Quadro 20** apresenta-se os pesos relativos a peças cárneas de meia carcaça. O peso médio da Pá foi de 10,4 kg o qual é superior ao valor de 8,4 registado por Sabbioni *et al* (2002) (**Quadro 7**) em contrapartida os 4,5 kg registados para o peso da meia cabeça é inferior aos 6,3 kg obtidos pelo referido autor (**Quadro 7**) para animais castrados e fêmeas de cruzamentos entre Large White, Landrace e Duroc (0% ; 25% e 50% Duroc) e pesos ao abate de 171,6 kg-

O rendimento do lombo, quociente entre o peso de 12,3 kg registado para o lombo completo e o valor obtido para o lombo limpo de 3,8 kg foi de 30,9 %

Quadro 19 - Medidas efetuadas nas carcaças (cm).

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|---|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Comprimento interno da carcaça (cm) | 91,9 | 2,6 | 87,5 | 98,4 |
| Comprimento da perna (cm) | 43,3 | 1,6 | 40,0 | 46,0 |
| Perímetro da perna (cm) | 79,3 | 2,0 | 75,7 | 84,0 |
| Espessura da perna (cm) | 21,2 | 0,8 | 20,0 | 23,0 |
| Profundidade do peito (cm) | 20,1 | 1,4 | 17,0 | 22,2 |
| Espessura da camada de gordura externa - linha média (cm) | 1,4 | 0,3 | 0,5 | 2,0 |
| Espessura da camada de gordura interna - linha média (cm) | 2,9 | 0,8 | 0,8 | 4,5 |
| Espessura da camada de gordura total - linha média (cm) | 4,2 | 0,9 | 1,3 | 6,0 |
| Área do LD (10-11v) (cm ²) | 47,8 | 8,3 | 35,0 | 78,0 |
| Largura do LD (10-11v) (cm) | 10,0 | 1,2 | 8,5 | 13,0 |
| Profundidade do LD (10-11v, 6 cm) (cm) | 6,1 | 0,9 | 4,8 | 8,7 |
| Espessura da camada de gordura externa - 6 cm da linha média (cm) | 1,4 | 0,2 | 1,1 | 1,7 |
| Espessura da camada de gordura interna - 6 cm da linha média (cm) | 3,0 | 0,6 | 1,4 | 4,2 |
| Espessura da camada de gordura total - 6 cm da linha média (cm) | 4,3 | 0,7 | 2,6 | 5,4 |
| Profundidade do LD (10-11v, 10cm) (cm) | 6,3 | 0,9 | 5,1 | 8,4 |
| Espessura da camada de gordura externa - 10cm da linha média (cm) | 1,4 | 0,3 | 1,0 | 2,3 |
| Espessura da camada de gordura interna - 10cm da linha média (cm) | 3,0 | 0,7 | 2,1 | 5,0 |
| Espessura da camada de gordura total - 10cm da linha média (cm) | 4,4 | 0,9 | 3,4 | 7,3 |

Quadro 20 – Valor médio dos pesos de peças cárneas relativos a meia carca;

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|---------------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Lombo Completo (kg) | 12,3 | 0,9 | 9,7 | 14,4 |
| Lombo limpo (kg) | 3,8 | 0,5 | 2,6 | 4,5 |
| Cachaço (pescoço) (kg) | 4,1 | 0,6 | 2,6 | 5,0 |
| Cabeça (1/2) (kg) | 4,5 | 0,4 | 3,8 | 5,5 |
| Chispe da pá (kg) | 1,6 | 0,1 | 1,5 | 1,7 |
| Chispe da perna (kg) | 2,4 | 0,2 | 2,1 | 3,0 |
| Lombinho (kg) | 0,9 | 0,1 | 0,7 | 1,0 |
| Pá (kg) | 10,4 | 0,8 | 9,1 | 12,6 |
| Peito (kg) | 2,1 | 0,3 | 1,5 | 2,9 |
| Entremeada com osso (kg) | 6,6 | 0,7 | 4,5 | 7,8 |
| Entremeada posterior (kg) | 0,9 | 0,2 | 0,5 | 1,3 |
| Entremeada anterior (kg) | 2,6 | 0,4 | 1,9 | 3,7 |

No **Quadro 21** apresentam-se os valores obtidos na estiva da perna

O valor médio obtido para o peso da perna foi de 16,7 kg, o qual foi idêntico ao valor de 16,36 kg, obtido por Sabbioni *et al.* (2002) para animais cruzados (LW x L) e cruzados (LW x L com 25% Duroc) com 170 kg de PV e 9 meses de idade. De referir ainda a pouca diferença registada entre os valores máximos e mínimos da perna, designadamente 1,9 kg o indica que todas as pernas cumpririam o valor de 16 kg exigido por vários produtores de presunto com DOP espanhóis e italianos

Quadro 21 - Pesos da estiva da perna.

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Perna sem chispe (kg) | 16,7 | 0,6 | 15,6 | 17,5 |
| Tecido muscular (kg) | 9,6 | 0,8 | 8,0 | 11,2 |
| Ossos (kg) | 1,3 | 0,2 | 1,1 | 2,0 |
| Gordura subcutânea (kg) | 3,8 | 0,6 | 2,9 | 5,2 |
| Gordura intermuscular (kg) | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 1,4 |
| Resíduos (kg) | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |

O valor de 19,1 kg obtido para o peso da perna, acrescido do peso do chispe da perna, é idêntico ao valor de 19,76 kg obtido por Peloso *et al.* (2010), para animais com 160 kg ao abate da raça *Large White*.

O valor obtido para a gordura intramuscular da perna 0,583 kg, que representa 3,06 % do peso da perna, está de acordo com o valor de 3,15% obtido por Peloso *et al.* (2010).

No **Quadro 22** apresentam-se os valores da Cor, marmoreado, perda de peso por exsudado e perda de peso por grelhar do músculo LD, às 24 horas *post-mortem*.

Às 24 h *post-mortem* registou-se um valor médio de cor de 2,1 e um valor médio de marmoreado de 2,0; o valor da perda por exsudado de 3,6 % ; o valor para a perda por grelhar foi de 21,8 % .

O valor médio de 21,8% obtido para perda por grelhar é superior ao valor entre 17,5% e 14,9 % referido por Virgili et al. (2003) e o valor obtido de 3,6 % para a perda por exsudado é cerca de metade do obtido pelo autor atrás referido.

Quadro 22 - Valores da Cor, marmoreado, perda por exsudado e por grelhar do LD, às 24 horas *post-mortem*.

| | Valor Médio | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|--------------------|--------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Cor | 2,1 | 1,3 | 0,8 | 3,0 |
| Marmoreado | 2,0 | 1,0 | 0,7 | 3,0 |
| Perda Grelhar (%) | 21,8 | 15,5 | 3,0 | 27,1 |
| Perda Exsudado (%) | 3,6 | 1,4 | 1,7 | 7,4 |

No **Quadro 23** .apresentam-se os valores médios de L*a*b* registados no músculo LD às 24 horas *post mortem* .

Os valores obtidos para L* situam-se entre 58,27 e 59,31 e correspondem ao valor entre 1 e 2 segundo o padrão de cor do Pork Quality Standards (National Pork Board ,2010). (**Fig. 19**)

Quadro 23 - Valores médios de L*a*b* registados no LD às 24 horas *post mortem*

| Tempo (horas e min) | L* | Desvio Padrão | a* | Desvio Padrão | b* | Desvio Padrão |
|---------------------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| 0 min | 58,27 | 3,37 | 7,36 | 1,22 | 5,49 | 1,37 |
| 15 min | 59,31 | 4,07 | 7,70 | 1,22 | 6,86 | 1,28 |
| 1 h | 58,93 | 3,41 | 7,23 | 1,17 | 6,21 | 1,19 |
| 2 h | 58,60 | 3,83 | 7,04 | 1,56 | 6,37 | 1,36 |
| 3 h | 58,89 | 3,66 | 6,70 | 1,20 | 6,65 | 1,71 |
| 4 h | 58,87 | 3,66 | 6,76 | 1,54 | 6,77 | 1,42 |
| 5 h | 59,11 | 3,70 | 6,58 | 1,43 | 7,02 | 1,25 |
| 6 h | 58,92 | 3,83 | 6,42 | 1,15 | 7,01 | 1,20 |

Os valores máximos registados aos 15 minutos de L* (59,31) e de a* (7,70) e o elevado valor de b* (6,86) resultam da formação de oximioglobina, um efeito designado na literatura em língua inglesa por *Blooming* , termo usado para descrever a formação de oximioglobina na carne esposta ao oxigénio a que corresponde o aumento da intensidade da cor vermelha (American Meat Science Association , 2012)

Após o *Blooming* , cuja duração para a carne suína ocorre num intervalo de 30 minutos (Škrlep and Čandek-Potokar, 2006) a luminosidade (L*) manteve valores constantes, ligeiramente superiores nas duas últimas horas de ensaio, por sua vez a cor vermelha (a*) registou valores decrescentes nas 6 horas seguintes, enquanto a cor amarela (b*) registou um valor máximo de 7,02 á 5ª hora, evidenciando a coloração mais acastanha da carne.

6. CONCLUSÕES

A obtenção de peso vivo médio de 162,5 kg, 10 dias antes de completar 9 meses de idade, e o aumento linear - entre os 90 kg e os 160 kg de PV - da profundidade do músculo LD e da espessura da gordura lombar que ao abate registaram valores de 6,3 cm e 4,4 cm, respetivamente, cumprem os requisitos exigidos para produção de pernas para presunto.

Os restantes parâmetros observados do crescimento, da qualidade da carcaça e da carne, apresentaram valores espectáveis e na mesma ordem de grandeza aos registados nos estudos de suínos de elevado peso ao abate apresentados.

O conjunto dos resultados obtidos indiciam uma possível utilização do cruzamento *Landrace x Large White* na produção em sistema intensivo de suínos de elevado peso ao abate com objetivo de produção de pernas para presunto e aproveitamento das restantes peças de talho e peças nobres (lombinho e lombo).

Como sugestão de aprofundamento desta temática, pode-se sugerir a continuação deste estudo incidindo sobre outros parâmetros, nomeadamente o PH, composição da gordura e sua relação com os regimes alimentares, tendo em vista a quantidade e tipo de gordura pretendidos, a redução de excreção de nitrogénio e a utilização de fêmeas na produção de presuntos.

7. BIBLIOGRAFIA

- American Meat Science Association (2012) *ASMA Meat Color Measurement Guidelines* , American Meat Science Association 201 West Springfield Avenue, Suite 1202 Champaign, Illinois USA 61820 <http://www.meatscience.org>
- Agostini, P. S., Silva, C. A., Bridi, A. M., Abrami, R. A. M., Pacheco, G. D., Lozano, A. P., Ywazaki, M. S., Dalto, D. B., Gavioli, D. F., Oliveira, E. R., Bonafé, E. G., Souza, N. E., Visentainer, J. V. (2011). Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, 60 (231), 659-670.
- Almeida, Domingos – Fisiologia das alterações de cor – Percepção e medição da cor , UP 2004 <http://dalmeida.com/poscolheita/Cor1.pdf>
- Blas, C., Gasa, J., Mateos, G. G. (2013). *Necesidades nutricionales para ganado porcino – Normas FEDNA* (2.^a ed.). Acedido em 12 de setembro de 2015, disponível em http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/Normas%20PORCINO_2013.pdf.
- Bridi, A. M., Silva, C. A. (2013). Qualidade da Carne Suína e Fatores que Influenciam. *Anais do VI Simpósio Brasil Sul de Suinocultura*. Chapecó, 13 a 14 de agosto de 2013.
- Bosi, P., Russo, V. (2004). The production of the heavy pig for high quality processed products. *Italian Journal of Animal Science*, 3, 309-321.
- Buege, D. (2006). *Factsheet – Pork Information Gateway. Variation in Pork Lean Quality*. Acedido em 31 de julho de 2016, disponível em <http://porkgateway.org/resource/variation-in-pork-lean-quality/>.
- Čandek-Potokar, M., Žlender, B., Bonneau, M. (1998) - Effects of breed and slaughter weight on longissimus muscle biochemical traits and sensory quality in pigs. *Ann Zootech*, 43, 3-16.
- Carpna, T. J., Komarek, D. R., Gavelek, D., Steele, N. C. (1991). Influence of dietary protein and recombinant porcine somatotropin administration in young pigs: II. Accretion rates of protein, collagen and fat. *Journal of Animal Science*, 69, 4019-4029.
- Cecchinato, A., Schiavon, S., Tagliapietra, F., Gallo, L. (2013). Relationships between in vivo Measurements of Backfat Thickness and Several Carcass and Ham Traits in Heavy Pigs. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78 (3), 255-258.

Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., Fernando, R. L. (1996). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*, 74, 925-933.

Consórcio do “Prosciutto di Parma” [s.d]a). *Technical Fact Sheet of Parma Ham*. Acedido em 29 de abril de 2014 disponível em

http://www.prosciuttodiparma.com/pdf/en_UK/14b_Technical_fact_sheet_Parma_ham_ENG.pdf.

Consórcio do “Prosciutto di Parma” [s.d]b). *Directive concerning slicing and packaging operations of Parma Ham*. Acedido em 29 de abril de 2014 disponível em

http://www.prosciuttodiparma.com/pdf/en_UK/SLICING%20AND%20PACKAGING%20OPERATIONS.pdf.

Consórcio do “Prosciutto di Parma” [s.d]c). *Parma Ham Protected Designation of Origin Specifications and Dossier pursuant to Article 4 of Council Regulation EEC no. 2081/92 dated 14 July 1992*. Acedido em 29 de abril de 2014 disponível em http://www.prosciuttodiparma.com/pdf/en_UK/disciplinare.28.11.2013.en.pdf.

Corino, C., Musella, M., Mourot, J. (2008). Influence of extruded linseed on growth, carcass composition, and meat quality of slaughtered pigs a tone hundred tem and one hundred sixty kilograms of liveweight. *Journal of Animal Science*, 86, 1850-1860.

DanBred International ([s.d]a). *DanAvl Landrace*. Acedido em 7 de junho de 2015, disponível <http://www.danbredinternational.dk/landrace>.

DanBred International ([s.d]b). *DanAvl Yorkshire*. Acedido em 7 de junho de 2015, disponível em <http://www.danbredinternational.dk/yorkshire>.

Danish Agriculture & Food Council [s.d]. *Danish pig production in a European context – A bechmarking exercise: Denmark, UK, Holland and Germany*. Copenhaga. Acedido em 12 de Setembro de 2015, disponível em http://www.agricultureandfood.co.uk/Pig_production/Animal_welfare.aspx.

Danish Pig Research Centre (2014). *Annual Report 2013*. Acedido em 12 de Setembro de 2015. Disponível em http://www.pigresearchcentre.dk/~media/Files/PDF%20-%20Aarsberetning%20VSP%20English/Aarsberetning_2013_UK.PDF

- Danish Pig Research Centre (2015). *Annual Report 2014*. Acedido em 12 de Setembro de 2015. Disponível em http://www.pigresearchcentre.dk/~media/Files/PDF%20-%20Aarsberetning%20VSP%20English/%C3%85rsberetning%202014_UK.pdf
- Dávalos Aranda, G., (2002). *Detección de QTLs de importância económica y análisis de genes candidatos en poblaciones porcinas comerciales españolas*. Tese de Doutoramento com vista à obtenção de grau de Doutor em Veterinária. Bellaterra: Facultad de Veterinaria - Universidad Autónoma de Barcelona.
- Decisão n.º 89/471/CEE da Comissão, relativa à autorização de métodos de classificação de carcaças de suíno na República Federal da Alemanha. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 233, 30, de 10 de agosto de 1989.
- Decisão n.º 97/28/CE da Comissão, relativa à autorização de um método de classificação das carcaças de suínos em França. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 12, 30, de 15 de janeiro de 1997.
- Decisão n.º 2004/370/CE da Comissão, relativa à autorização de métodos de classificação de carcaças de suínos no Reino Unido. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 116, 23, de 22 de abril de 2004.
- Decisão n.º 2014/38/UE de execução da Comissão, que autoriza métodos de cassificação de carcaças de suíno em Itália. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 23, 35-40, de 28 de agosto de 2014.
- Decreto-Lei n.º 135/2003. *Diário da República, I Série-A*. Nº 147 de 28 de junho de 2003. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- deLange, C. F. M. (2013). New NCR (2012) Nutrient Requirements of Swine. *Advances in Pork Porduction*, 24, 17-28.
- Directiva 98/58/CE. *Directiva 98/58/CE do Conselho relativa à protecção dos animais nas explorações pecuárias*. Bruxelas: Conselho da União Europeia, a 20 de junho de 1998.
- Doeschl, A. B., Green, D. M., Whittemore, C. T., Schofield, C. P., Fisher, A. V., Knap, P. W. (2004). The relationship between the body shape of living pigs and their carcass morphology and composition. *Animal Science*, 79, 73-83.

- Ellis, M. & Bertol, T. M. (2001) – Efeitos do peso de abate sobre a qualidade de carne suína e da gordura. *2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína*. Concórdia, SC, Brasil, 5 de novembro a 6 de dezembro de 2001.
- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development (2013). *Agriculture in the European Union – Statistical and Economic Information. Report 2013*. Editado em 22 de abril de 2015. Acedido em 7 de junho de 2015, disponível em http://ec.europa.eu/agriculture/statistics/agricultural/2013/pdf/overview_en.pdf.
- Fabro, C., Sgorlon, S., Guiatti, D., Stefanon, B., Susmel, P. (2013) Productive response of Duroc x Large white and Commercial Hybrid x Large White crosses fed high and low protein diets. *Italian Journal of Animal Science*, 12 (4), 507-512.
- Graça, J. C. F., Costa, A. J. M. (1987). *Ciência da Carne – conceitos actuais sobre limpeza e refrigeração de carcaças*. Lisboa: Publicações Ciência e Vida, 109 pp.
- Instituto Nacional de Estatística (2014). *Estatísticas Agrícolas 2013*. Editado em 12 de agosto de 2014. Acedido em 26 de fevereiro de 2015.
- Latorre, M. A., García-Belenguer, E., Ariño, L. (2008). The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *Journal of Animal Science*, 86, 1933-1945.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Gracia, M. I., Nieto, M., Mateos, G. G. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science*, 65, 1369-1377.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D.G., Medel, P., Mateos, G.G. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 82, 526-533.
- Latorre, M. A., Ripoll, G., García-Belenguer, E., Ariño, L. (2009) - The increase of slaughter weight in gilts as a strategy to optimize the production of Spanish high quality dry-cured ham. *Journal of Animal Science*, 87, 1464-1471.

- Lebret, B., Dourmad, J. Y., Mourot, J., Pollet, P. Y., Gondret, F. (2014). Production performance, carcass composition and adipose tissue traits of heavy pigs: Influence of breed and production system. *Journal of Animal Science*, 92, 3543-3556.
- Lebret, B., Massabie, P., Granier, R., Juin, H., Mourot, J., Chevillon, P. (2002). Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Science*, 62, 447-455.
- López, S., France, J., Gerrits, W. J., Dhanoa, M. S., Humphries, D. J., Dijkstra, J. (2000). A generalized Michaelis-Menten equation for the analysis of growth. *Journal of Animal Science*, 78, 1816-1828.
- Maganhini, M. B., Mariano, B., Soares, A. L., Guarnieri, P. D., Shimokomaki, M., Ida, E. I. (2007). Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. *Ciências Tecnológicas Alimentares, Campinas*, 27, 69-72.
- Marquer, P., Rabade, T., Forti, R. (2015). *Pig farming sector – Statistical portrait 2014. Pig farming in the European Union: considerable variations from Member State to another*. Acedido em 31 de julho de 2016. Disponível em http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Pig_farming_sector_-_statistical_portrait_2014
- Nakavisut, S., Crump, R.E., Graser, H. U. (2006). Body Length and its genetic relationships with production and reproduction traits in pigs. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Belo Horizonte, MG, Brasil, 13 a 18 de agosto.
- National Pork Board (2010). *Pork Checkoff - Pork Quality Standards (Padrão de cor e marmoreado)*. Disponível em: <http://ega.directedje.com/ega/ItemRevisionImages/2/04036%20from%20BC%20site.jpg>
Acedido em 22 de março de 2014.
- Ou em: <http://www.porkfoodservice.org/determining-pork-quality/#.WdJsa1RSxdg>

- National Pork Board (2013). *Pork Checkoff - Quick Facts, The Pork Industry at Glance*. Iowa, EUA. Disponível em <http://www.pork.org/filelibrary/porkcheckoff-quickfacts2013.pdf>. Acedido em 26 maio de 2015;
- NRC (National Research Council) 2012. *Nutrient Requirements of Swine*. Eleventh Revised Edition. National Academic Press, Washington, D.C. 20418 USA
- Newcom, D. W.; Baas, T. J.; Schwab, C. R.; and Stalder, K. J. (2004) "Relationship Between Backfat Depth and its Individual Layers and Intramuscular Fat Percentage in Swine," *Animal Industry Report: AS 650, ASL R1944*. Iowa State University, Digital Repusitory : http://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol650/iss1/103
- Pastrello, A. (2011). *Impiego di razioni a basso titolo proteico: effetti sulla qualità delle carcasse, dei tagli commerciali e delle cosce del Suino Pesante*. Dissertação com vista à obtenção de Mestrado em Ciências e Tecnologias Agrárias. Padova: Facoltà di Agraria - Università degli studi di Padova, 71 pp.
- Pedido n.º CE: ES-PGI-0105-0997-11.05.2012 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Jamón de Treveléz”. *Jornal Oficial da União Europeia, C 179, 40-46*, de 25 de junho de 2013.
- Pedido n.º CE: HR-PDO-0005-01041-04.10.2012 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Istarski Pršut”. *Jornal Oficial da União Europeia, C 155, 3-8*, de 1 de junho de 2013.
- Pedido n.º CE: IT-PDO-0005-0490-05.09.2005 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Crudo Di Cuneo”. *Jornal Oficial da União Europeia, C 112, 12-16*, de 16 de maio de 2009.
- Pedido n.º CE: IT-PGI-0005-0512-07.12.2005 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Prosciutto di Sauris”. *Jornal Oficial da União Europeia, C 188, 35-37*, de 11 de agosto de 2009.

- Pedido n.º CE: IT-PGI-0005-0780-29.06.2009 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Proscuitto Amatriciano”. *Jornal Oficial da União Europeia*, C 307, 21-23, de 11 de novembro de 2010.
- Pedido n.º CE: IT-PDO-0105-1496-02.03.2007 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Proscuitto Di Carpegna”. *Jornal Oficial da União Europeia*, C 189, 23-28, de 12 de agosto de 2009.
- Pedido n.º CE: IT-PDO-0217-0066-21.08.2007 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho de registo relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios “Proscuitto Di Modena”. *Jornal Oficial da União Europeia*, C 72, 20-24, de 20 de março de 2010.
- Pedido de alteração n.º CE: ES-PDO-0217-0987-10.04.2012 Regulamento (CE) N.º 510/2006 do Conselho, relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios, ao abrigo do artigo 9.º «Jamón de Teruel»/«Paleta de Teruel». *Jornal Oficial da União Europeia*, C 242, 17-28, de 23 de agosto de 2013.
- Peinado, J., Medel, P., Fuentetaja, A., Mateos, G. G. (2008). Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs for the dry-cured industry. *Journal of Animal Science*, 86, 1410-1417.
- Peinado, J., Serrano, M. P., Medel, P., Fuentetaja, A. (2011). Productive performance, carcass and meat quality of intact and castrated gilts slaughtered at 106 or 122 kg BW. *Animal*, 5 (7), 1131-1140.
- Peloso, J.V, Lopes, P.S., Gomide, L. A. M., Guimarães, S. E. F., Carneiro, P. L. S. (2010). Carcass and ham quality characteristics of heavy pigs from different genetic groups intended for the production of dry-cured hams. *Meat Science*, 86(2), 371–376.
- Pilgaard, J. (2015). *O valor da genética na produção: Danbred*. VIII Jornadas Internacionais de Suinicultura – Livro de Comunicações, IASS-UTAD. Vila Real, 13 e 14 de março.

Radović, Č., Petrović, M., Živković, B., Radojković, D., Parunović, N., Stanišić, N., Gogić, M. (2012). The effect of different fixed factors on carcass quality three breed fattening pigs. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28 (4), 779-786.

Regulamento (CE) n.º 510/2006 do Conselho relativo à protecção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 93, 12-25, de 20 de março de 2006, Bruxelas.

Regulamento (CE) N.º 1197/2006 da Comissão que altera o Regulamento (CEE) n.º 2967/85 que estabelece as modalidades de aplicação da grelha comunitária de classificação das carcaças de suínos. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 217, 6-7, de 7 de agosto de 2006, Bruxelas.

Regulamento (CE) N.º 1234/2007 do Conselho que estabelece uma organização comum dos mercados agrícolas e disposições específicas para certos produtos agrícolas (Regulamento «OCM única»). *Jornal Oficial da União Europeia*, L 299, 1149, de 22 de outubro de 2007, Bruxelas.

Regulamento (CE) N.º 1249/2008 da Comissão que estabelece regras de execução no respeitante às grelhas comunitárias de classificação das carcaças de bovinos, suínos e ovinos e à comunicação dos respectivos preços. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 337, 3-30, de 10 de dezembro de 2008, Bruxelas.

Regulamento (CE) N.º 510/2006 da Comissão que altera o Regulamento (CEE) n.º 2967/85 que estabelece as modalidades de aplicação da grelha comunitária de classificação das carcaças de suíno. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 330, 43-44, de 20 de dezembro de 1994, Bruxelas.

Regulamento de Execução (UE) N.º 1135/2013 da Comissão, que aprova uma alteração menor do caderno de especificações relativo a uma denominação inscrita no registo das denominações de origem protegidas e das indicações geográficas protegidas [Prosciutto Toscano (DOP)]. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 302, 29-33, de 11 de novembro de 2013.

Regulamento de Execução (UE) N.º 1208/2013 da Comissão, que aprova uma alteração menor do caderno de especificações relativo a uma denominação inscrita no registo das

- denominações de origem protegidas e das indicações geográficas protegidas [Prosciutto di Parma (DOP)]. *Jornal Oficial da União Europeia, C 371, 8-16*, de 28 de novembro de 2013.
- Rosa, A. F., Gomes, J. D. F., Martelli, M. R., Sobral, P. J. A., Lima, C. G., Balieiro, J. C. C. (2008). Características de carcaça de suínos de três linhagens genéticas em diferentes idades ao abate. *Ciência Rural, 38 (6), 1718-1724*.
- Rossi, R., Costa, A., Guarino, M., Laicini, F., Pastorelli, G., Corino, C. (2008). Effect of group size-floor space allowance and floor type on growth performance and carcass characteristics of heavy pigs. *Journal of Health and Production, 16 (6), 304-311*.
- Rothschild, M. F., Ruvinsky, A. (1998). *The Genetics of the Pig (1.^a ed.)*, Cambridge: CABI Publishing, 622 pp.
- Rothschild, M. F., Ruvinsky, A. (2011). *The Genetics of the Pig (2.^a ed.)*, Cambridge: CABI Publishing, 507 pp.
- Sabbioni, A., Superchi, P., Sussi, C., Bonomi, A. (2002). Effect of Duroc genes proportion on growth performance and on carcass and meat quality characteristics in heavy pigs. *Italian Journal of Animal Science, 1, 17-24*.
- Schinckel, A. P., Einstein, M. E., Jungst, S., Booher, C., Newman, S. (2010). Evaluation of the Impact of Pig Birth Weight on Grow-Finish Performance, Backfat Depth, and Loin Depth. *Professional Animal Scientist, 26 (1), 51-69*.
- Schinckel, A. P., Li, N., Preckel, P. V., Einstein, M. E., Miller, D. (2003). Development of a Stochastic Pig Compositional Growth Model. *The Professional Animal Scientist, 19, 255-260*.
- Shull, M. C. (2013). *Modeling Growth of Pigs reared to heavy weights*. Dissertação submetida em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor de Filosofia em Ciências Animais. Urbana, Illinois, EUA: University of Illinois.
- Skrlep, M., Čandek-Potokar, M. Pork color measurement as affected by bloom time and measurement location - Agricultural institute of Slovenia - Kmetijski inštitut Slovenije https://www.researchgate.net/publication/227681002_Pork_color_measurement_as_affected_by_bloom_time_and_measurement_location Janeiro 2007.

- Squires, E. J., Bonneau, M. (2014). Boar Taint: Biological Causes and Practical Means to Alleviate It, *In* Dikeman, M., Devine, C. (2.^a ed.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (97-103). Massachusetts, EUA: Academic Press.
- Strathe, A. B., Danfær, A., Sørensen H., Kebreab, E. (2010). A multilevel nonlinear mixed-effects approach to model growth in pigs. *Journal of animal Science*, 88, 638-649.
- Uimari, P., Sironen, A., Sevón-Aimonen, M. L. (2013). Evidence for three highly significant QTL for meat quality traits in the Finnish Yorkshire pig breed. *Journal of Animal Science*, 91, 2001-2011.
- Ventura, H. T., Lopes, P. S., Peloso, J.V., Guimarães, S. E. F., Carneiro, A. P.S., Carneiro, P. L.S. (2011) - A canonical correlation analysis of the association between carcass and ham traits in pigs used to produce dry-cured ham. *Genetics and Molecular Biology*, 34 (3), 451-455.
- Virgili R., Degni, M., Schivazappa, C., Faeti, V., Poletti, E., Marchetto, G., Pacchiolo, M. T., Mordenti, A. (2003). Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 2448-2456.
- Vítek, M., Pulkrábek, J., Vališ, L., David, L., Wolf, J. (2008). Improvement of accuracy in the estimation of lean meat content in pig carcasses. *Journal of Animal Science*, 53 (5), 204-211.
- Walstra, P. (1980). *Growth and Carcass Composition from Birth to Maturity in Relation to Feeding Level and Sex in Dutch Landrace Pigs*. Wageningen, Holanda: H. Veenman & Zonen B.V., 206 pp.
- Walstra, P., Merkus, G. S. M. (1996). *Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the EU reference dissection method in pig carcass classification*. Report ID-DLO 96.014. Lelystad, 1-22 pp.;
- Warriss, P. D. (2000). *Meat Science – An Introductory Text*. New York, NY: CABI Publishing, 310 pp.
- Whittemore, C. T., Kyriazakis, I. (2006). *Whittemore's Science and Practice of Pig Production* (3^a ed.). Oxford: Blackwell Publishing, 685 pp.

