

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



EFEITO DA ESTIRPE E DO SEXO NO RENDIMENTO DE CARÇAÇA E QUALIDADE
NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA NA CARNE DE PATO

RUI MIGUEL RODRIGUES SOARES BATARDA

ORIENTADOR:
Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

2022

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



EFEITO DA ESTIRPE E DO SEXO NO RENDIMENTO DE CARÇA E QUALIDADE
NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA NA CARNE DE PATO

RUI MIGUEL RODRIGUES SOARES BATARDA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor José Pedro da Costa Cardoso de
Lemos

VOGAIS:

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

Doutor José Miguel Pestana Assunção

ORIENTADOR:

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

2022

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Rui Miguel Rodrigues Soares Batarde

Título da Dissertação: EFEITO DA ESTIRPE E DO SEXO NO RENDIMENTO DE CARÇAÇA E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA NA CARNE DE PATO

Ano de conclusão: 30 de setembro de 2022

Designação do curso de Mestrado: Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Área científica em que melhor se enquadra:

- Clínica Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto:

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações:

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 30 de setembro de 2022

Assinatura:



Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Mário Quaresma, quero expressar o meu sincero agradecimento pela oportunidade, disponibilidade, prestabilidade e colaboração, pelo incondicional apoio, incentivo e motivação, e pela sua simpatia, sinceridade e humildade para comigo, assim como por todas as sugestões, material facultado e críticas que permitiram a realização desta dissertação.

Ao Professor Doutor Rui Bessa, agradeço a realização das análises dos ácidos gordos no laboratório que coordena, a preciosa ajuda na análise estatística dos dados, bem como pelas sugestões e correções, que contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

À Doutora Susana Alves pelos conselhos e ensinamentos, pela disponibilidade e simpatia, e pela ajuda prestada relativamente à análise dos ácidos gordos.

À Doutora Luísa Cristina Roseiro, e ao Doutor Carlos Santos, agradeço a realização das análises do colesterol total e da vitamina E no laboratório do INIAV, e pelo apoio e auxílio prestados durante a realização deste estudo.

Ao Professor Doutor José Prates pela disponibilização do laboratório de Bioquímica para a realização da metilação dos ácidos gordos, e saponificação e extração do colesterol total e vitamina E.

À Marinhave S.A. e em particular ao Eng. João Champalimaud, por ter aceitado participar no estudo, e por nos ter concedido o acesso aos pavilhões de produção e matadouro, e por ter oferecido as amostras em estudo (peito e perna de pato).

À Professora Doutora Maria Veloso e ao Dr. Miguel Cardo pelos conselhos e simpatia, e pelo auxílio prestado relativamente à legislação das carcaças, e dos matadouros de aves.

Ao Professor Doutor Mário Pinho pela simpatia, e pela ajuda prestada relativamente à histologia do sistema circulatório.

Ao Dr. Rui Tomás e Dr. Morais Pinto, deixo um agradecimento muito especial, pelas diversas oportunidades e pelos ensinamentos transmitidos, pela disponibilidade, paciência, amizade, e confiança depositada na minha pessoa.

À Eng. Sara Mendes, pela disponibilidade e paciência, simpatia, companhia e amizade demonstrada.

Ao Arq. Alberto Oliveira, Dr. João Portêlo e Eng. Pedro Portêlo, por me proporcionarem o estágio na Eurocereal e pela amizade demonstrada. Quero especialmente agradecer ao Arq. Alberto Oliveira pela fraternidade, atenção e humildade, e pelo incentivo sempre demonstrado em qualquer circunstância.

À HIPRA, nomeadamente ao Dr. Gil Sena e ao Eng. João Folque, e à CEVA, particularmente ao Dr. Francisco Costa, pela oportunidade e confiança, e pelos convites que me proporcionaram a participação em diversos eventos.

Ao Dr. Luís Bagulho, um profundo agradecimento pela disponibilidade e paciência, pelos ensinamentos que me foram transmitidos e apoio científico facultado, pela confiança e amizade. Gostaria também de não só agradecer ao Dr. Luís, como também à sua família, especialmente à Eng. Helena Marquez, sua esposa, pela enorme hospitalidade e simpatia. E, ao “pequeno” Luís Maria pelos bons momentos partilhados.

Ao Mestre Rui Nunes, pela camaradagem e amizade, pelos ensinamentos e conselhos, pela paciência, dedicação e estímulos diários.

Ao Professor Doutor Miguel Lima por me ter proporcionado o estágio com o Dr. Luís Bagulho, e pela amizade demonstrada.

Aos meus amigos, em especial à Beatriz Fernandes, Beatriz Mendoza, Carla Santos, Catarina Pires, Joana Gomes e Sara Rocha, e ao César dos Santos, pela amizade, confiança, motivação, boa disposição e humor sempre demonstrados mesmo nos momentos de maior desespero.

À minha família, principalmente à minha irmã e madrinha, e ao meu cunhado, um grande obrigado por todo o vosso apoio, zelo e carinho.

Por último, mas não menos importante, o meu maior agradecimento de todos vai para a minha querida mãe, que sempre esteve disponível e presente para mim, uma mãe extremamente dedicada e interessada no meu percurso e na minha vida, que me sempre apoiou incondicionalmente, e que acima de tudo desejou sempre o meu bem. Este trabalho é especialmente dedicado a ela.

EFEITO DA ESTIRPE E DO SEXO NO RENDIMENTO DE CARÇAÇA E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA NA CARNE DE PATO

Resumo

Devido à ausência de estudos em que avaliam os diferentes parâmetros das carcaças, bem como a fração lipídica da carne, das principais estirpes de pato produzidas em Portugal, os autores acharam pertinente a realização deste estudo. Posto isto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da estirpe e do sexo no rendimento das carcaças, caracterizar a composição de ácidos gordos e quantificar os teores de colesterol total e de vitamina E na carne de pato Pequim (*Anas platyrhynchos*).

Foram determinados vários parâmetros das carcaças, de 50 patos Pequim de produção intensiva, 25 exemplares da estirpe *Cherry Valley* (17 machos e 8 fêmeas) e 25 exemplares da estirpe *Grimaud* (18 machos e 7 fêmeas). A caracterização dos ácidos gordos foi realizada por cromatografia gasosa com detetor de ionização de chama, e a determinação dos teores de colesterol total e de vitamina E foram efetuados por cromatografia líquida de alta pressão.

Ao avaliar o efeito da estirpe e do sexo nos pesos e nos rendimentos, a estirpe *Cherry Valley* teve pesos de asa ($P<0,01$), de moela ($P<0,05$) e de patas ($P<0,01$) significativamente superiores, enquanto a estirpe *Grimaud* teve pesos e proporções de gordura abdominal ($P<0,01$), e proporções de pescoço ($P<0,05$) significativamente superiores. Os machos tiveram pesos vivos ao abate ($P<0,01$), de carcaças eviscerada ($P<0,01$) e refrigerada ($P<0,05$), peito ($P<0,05$), perna ($P<0,01$), asa ($P<0,01$), moela ($P<0,05$), cabeça ($P<0,05$), de patas ($P<0,01$) e de canastro ($P<0,01$), significativamente superiores, e as fêmeas tiveram proporções de gordura abdominal nas carcaças significativamente ($P<0,01$) maiores. Em relação ao rendimento de carcaça entre as estirpes e os sexos, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas ($P>0,05$).

Independentemente da estirpe e do sexo, a carne de pato caracterizou-se por um perfil de ácidos gordos maioritariamente constituído por PUFA (32,1 a 41,2 g/100g de ácidos gordos mais dimetilacetais), sendo que a qualidade nutricional da fração lipídica da carne era mais favorável na perna do que no peito, a qual se traduziu por um menor ($P<0,01$) teor de SFA, maior ($P<0,01$) teor de MUFA, maior ($P<0,01$) P/S e menor ($P<0,01$) IA. Também foram identificados 3 dimetilacetais na carne de pato (DMA-16:0, DMA-18:0 e DMA-18:1). Os teores de colesterol total e α -tocoferol na carne de pato variaram entre 25,5 e 46,1 mg/100g de carne, e entre 2,9 e 8,6 $\mu\text{g/g}$ de carne, respetivamente, sendo estes teores significativamente superiores no peito ($P<0,01$), e na estirpe *Cherry Valley* ($P<0,05$).

Palavras-chave: pato Pequim; estirpe; sexo; rendimento de carcaça; fração lipídica.

EFFECT OF STRAIN AND SEX ON CARCASS YIELD AND NUTRITIONAL QUALITY OF THE LIPID FRACTION IN DUCK MEAT

Abstract

This study was carried out due to the absence of studies related to the analysis of different parameters of the carcass as well as of the nutritional quality of the lipid fraction of the meat in the main commercial strains of ducks farmed in Portugal. The aim of the current study was to evaluate the effect of strain and sex on carcass yield and to analyze selected meat quality traits, such as the composition of fatty acids and the total cholesterol and vitamin E content in white Pekin duck, *Anas platyrhynchos*, meat.

In the current study were used a total of 50 white Pekin ducks, 25 ducks of the Cherry Valley strain (17 males and 8 females) and 25 ducks of the Grimaud strain (18 males and 7 females). The characterization of fatty acids was carried out by gas chromatography with a flame ionization detector and the determination of the total cholesterol and vitamin E content were performed by high pressure liquid chromatography.

The Cherry Valley strain had significantly higher wing ($P<0,01$), gizzard ($P<0,05$), and feet ($P<0,01$) weights, while the Grimaud strain had significantly higher abdominal fat weight and content ($P<0,01$), and significantly greater content of neck ($P<0,05$). Males had significantly higher slaughter ($P<0,01$), hot carcass ($P<0,01$) and chilled carcass ($P<0,05$), breast ($P<0,05$), leg ($P<0,01$), wing ($P<0,01$), gizzard ($P<0,05$), head ($P<0,05$), feet ($P<0,01$), and remnant of the carcass ($P<0,01$), weights. Females had significantly ($P<0,01$) greater content of abdominal fat. Regarding carcass yield, there were no significant differences ($P>0,05$) between strains and sexes.

Regardless of strain and sex, duck meat was characterized by a fatty acid profile mostly made up of PUFA (32,1 to 41,2 g/100g of fatty acids and dimethylacetals), and the nutritional quality of the lipid fraction was more favorable in the leg than in the breast, expressed through a lower ($P<0,01$) SFA content, a higher ($P<0,01$) MUFA content, a greater ($P<0,01$) P/S and a lower ($P<0,01$) AI. In the present study, 3 dimethyl acetals (DMA-16:0, DMA-18:0 and DMA-18:1) were also identified. The levels of total cholesterol content in duck meat ranged from 25,5 to 46,1 mg/100g of meat, while of α -tocopherol ranged from 2,9 to 8,6 $\mu\text{g/g}$ of meat, being these levels significantly higher in the breast ($P<0,01$), and in the Cherry Valley strain ($P<0,05$).

Keywords: white Pekin duck; strain; sex; carcass yield; lipid fraction.

Índice geral

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice geral.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de tabelas.....	x
Índice de gráficos.....	xi
Lista de abreviaturas e símbolos.....	xii
1. SÍNTESE DE ATIVIDADES NO PERÍODO DE ESTÁGIO.....	1
2. INTRODUÇÃO.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1. Enquadramento geral da produção.....	6
3.1.1. Produção avícola.....	6
3.1.2. Produção mundial de pato.....	6
3.1.3. Produção europeia de pato.....	7
3.1.4. Produção nacional de pato.....	9
3.2. Pato.....	10
3.2.1. Géneros.....	10
3.2.2. Pato Pequim.....	11
3.2.3. Pato da Barbárie.....	12
3.2.4. Hibridismo.....	13
3.2.5. Estirpes comerciais.....	14
3.3. Potencial produtivo e económico.....	15
3.3.1. Produção de carne.....	16
3.3.2. Produção de ovos.....	17
3.3.3. Produção de <i>foie gras</i>	18
3.3.4. Subprodutos.....	19
3.3.5. Criação de patos ornamentais.....	20
3.4. Rendimento de carcaça.....	20
3.5. Qualidade nutricional da carne.....	21
3.5.1. Fração lipídica.....	21
3.5.1.1. Ácidos gordos.....	23
3.5.1.2. Colesterol.....	24
3.5.1.3. Vitamina E.....	26
4. EFEITO DA ESTIRPE E DO SEXO NO RENDIMENTO DE CARÇAÇA E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA NA CARNE DE PATO.....	28

4.1. Objetivo.....	28
4.2. Material e métodos.....	28
4.2.1. Material biológico.....	28
4.2.2. Preparação da amostra.....	29
4.2.3. Determinação do rendimento de carcaça.....	30
4.2.3.1. Material utilizado.....	30
4.2.3.2. Medições e observações.....	30
4.2.3.3. Cálculo dos rendimentos.....	30
4.2.4. Determinação do perfil de ácidos gordos e dimetilacetais.....	31
4.2.4.1. Material utilizado.....	31
4.2.4.2. Reagentes utilizados.....	31
4.2.4.3. Soluções preparadas.....	31
4.2.4.4. Transesterificação e extração dos ácidos gordos.....	31
4.2.4.5. Cromatografia gasosa com detetor de ionização de chama.....	32
4.2.4.5.1. Material utilizado.....	32
4.2.4.5.2. Reagentes e soluções.....	32
4.2.4.5.3. Análise.....	32
4.2.4.6. Cálculo dos rácios e índices de qualidade do perfil de ácidos gordos.....	32
4.2.5. Determinação do teor de colesterol total e vitamina E.....	33
4.2.5.1. Material utilizado.....	33
4.2.5.2. Reagentes utilizados.....	33
4.2.5.3. Soluções preparadas.....	34
4.2.5.4. Saponificação e extração.....	34
4.2.5.5. Cromatografia líquida de alta pressão.....	34
4.2.5.5.1. Material utilizado.....	34
4.2.5.5.2. Reagentes e soluções.....	35
4.2.5.5.3. Análise.....	35
4.2.6. Análise descritiva e estatística.....	35
4.2.7. Superioridade e inferioridade.....	35
4.3. Resultados e discussão.....	36
4.3.1. Rendimento de carcaça.....	36
4.3.2. Perfil de ácidos gordos e dimetilacetais.....	41
4.3.3. Teor de colesterol total e vitamina E.....	51
4.4. Conclusão.....	55
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
6. ANEXOS.....	73

Índice de figuras

Figura 1. Logotipo da Marinhave S.A.....	10
Figura 2. Patos Pequim.....	11
Figura 3. Patos da Barbárie.....	12
Figura 4. Patos <i>Mulard</i>	13
Figura 5. Logotipos da <i>Cherry Valley Farms Ltd.</i> e da <i>Grimaud Frères Sélection</i> , respetivamente.....	14
Figura 6. Estrutura molecular do colesterol.....	25
Figura 7. Estrutura química da vitamina E.....	26

Índice de tabelas

Tabela 1. População de patos Pequim em estudo, distribuída consoante estirpe e sexo.....	28
Tabela 2. Amostras de carne utilizadas na determinação do perfil de ácidos gordos e dimetilacetais, distribuídas consoante estirpe, sexo e porção.....	29
Tabela 3. Amostras de carne utilizadas na determinação do teor de colesterol total e vitamina E, distribuídas consoante estirpe, sexo e porção.....	29
Tabela 4. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, nos pesos, e nos rendimentos de carcaça de pato Pequim.....	37
Tabela 5. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, nos somatórios dos principais grupos de ácidos gordos e dimetilacetais, e nos rácios e índices de qualidade da fração lipídica na carne de pato Pequim.....	41
Tabela 6. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, no perfil de ácidos gordos e dimetilacetais na carne de pato Pequim.....	42
Tabela 7. Efeito da estirpe e da porção, e sua interação, nos somatórios dos principais grupos de ácidos gordos e dimetilacetais, e nos rácios e índices de qualidade da fração lipídica na carne de pato Pequim.....	43
Tabela 8. Efeito da estirpe e da porção, e sua interação, no perfil de ácidos gordos e dimetilacetais na carne de pato Pequim.....	45
Tabela 9. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, nos teores de colesterol total e vitamina E (α -tocoferol) na carne de pato Pequim.....	51
Tabela 10. Efeito da estirpe e da porção, e sua interação, nos teores de colesterol total e vitamina E (α -tocoferol) na carne de pato Pequim.....	52

Índice de gráficos

Gráfico 1. Produção total de espécies avícolas em 2018.....	6
Gráfico 2. Distribuição da produção mundial de pato em 2018.....	7
Gráfico 3. Principais produtores europeus de pato em 2018.....	8
Gráfico 4. Evolução da produção europeia de pato de 2001 a 2018.....	9
Gráfico 5. Evolução da produção nacional de pato de 2001 a 2018.....	9

Lista de abreviaturas e símbolos

\$ - Dólar americano;
BHT – Hidroxitolueno butilado;
CV - *Cherry Valley*;
DHA - Ácido docosahexaenóico;
DM - Diabetes *mellitus*;
DMA - Dimetilacetil;
EPA - Ácido eicosapentaenóico;
F - Fêmea;
FA - Ácido gordo;
FAME - Éster metílico de ácido gordo;
FMV - Faculdade de Medicina Veterinária;
G - *Grimaud*;
GC - Cromatografia gasosa;
GC-FID - Cromatografia gasosa com detetor de ionização de chama;
h/H - Rácio entre os ácidos gordos hipocolesterolémicos e hipercolesterolémicos;
HPLC - Cromatografia líquida de alta pressão;
IA - Índice de aterogenicidade;
IP - Índice de peroxidabilidade;
IT - Índice de trombogenicidade;
LDL - Lipoproteína de baixa densidade;
M - Macho;
MUFA - Ácido gordo monoinsaturado;
n-3 PUFA - Ácido gordo poliinsaturado da família ómega-3;
n-6 PUFA - Ácido gordo poliinsaturado da família ómega-6;
n-6/n-3 - Rácio entre os ómega-6 e ómega-3;
P/S - Rácio entre os ácidos gordos poliinsaturados e saturados;
PUFA - Ácido gordo poliinsaturado;
RC - Rendimento de carcaça;
SAS - *Statistical Analysis System*;
SFA - Ácido gordo saturado;
UE - União Europeia;
ULisboa - Universidade de Lisboa;
UTI - Unidade de Tecnologia e Inovação;
vs. - *Versus*;
WHO - Organização Mundial da Saúde.

1. SÍNTESE DE ATIVIDADES NO PERÍODO DE ESTÁGIO

O sexto ano do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária (MIMV) foi dividido em três períodos de estágio. Durante estes períodos, também houve a oportunidade de participar em diversos eventos científicos no âmbito da Medicina Veterinária como apresentações e divulgações de novos produtos farmacêuticos e de novas tecnologias de precisão na pecuária, e a participação em diferentes colóquios, jornadas, seminários e simpósios.

O primeiro estágio, de âmbito extracurricular, foi realizado na Eurocereal (Malveira, Mafra), sob a tutoria do Dr. Rui Pedro Tomás e do Dr. António Morais Pinto, entre setembro e dezembro de 2019, e novamente entre setembro e dezembro de 2020, completando um total de 1270 horas. No referido estágio foram realizadas diversas atividades, na área clínica, reprodutiva e de saneamento de suínos, em diferentes explorações e numa unidade multiplicadora:

- Participação nas rotinas diárias da unidade multiplicadora, como manejo e distribuição da ração, e preparação das baterias, dos parques de gestação, das maternidades e dos parques de engorda;
- Participação nos desmames e pesagens de leitões, e nos desmames adotivos;
- Acompanhamento reprodutivo de porcas para inseminação com sémen refrigerado, através do despiste do cio com recurso a um varrasco;
- Acompanhamento na técnica de inseminação artificial em porcas com sémen refrigerado;
- Acompanhamento na assistência a partos;
- Acompanhamento na suplementação de ferro em leitões;
- Acompanhamento nas vacinações do efetivo reprodutor, e dos leitões;
- Acompanhamento nas desparasitações e vacinações em porcos de engorda;
- Participação na avaliação e na seleção de futuras reprodutoras;
- Acompanhamento nos diagnósticos de gestação através de ultrassonografia a partir dos 21 dias pós-inseminação artificial;
- Acompanhamento nas visitas de rotina do médico veterinário responsável às diferentes explorações;
- Acompanhamento nas visitas do médico veterinário aos matadouros;
- Acompanhamento na resolução de casos clínicos em suínos;
- Acompanhamento na realização de planos de produção;
- Acompanhamento na realização do Plano de Controlo e Erradicação da Doença de *Aujeszky* (PCEDA), através da vacinação do efetivo e colheita de amostras de sangue;
- Participação num ensaio clínico promovido pela CEVA com o objetivo de avaliar a eficácia de um novo produto farmacêutico em leitões.

O segundo estágio, também extracurricular, decorreu na Bagulho Silva Serviços Veterinários Lda., sediada no concelho de Elvas, sob a supervisão do Dr. Luís Bagulho Silva, entre março e setembro de 2020, completando um total de 1310 horas. O trabalho desenvolvido ao longo deste período incidiu em diversas áreas, nomeadamente na área clínica, cirúrgica, reprodutiva e de saneamento de grandes e pequenos ruminantes, e na área clínica de animais de companhia:

- Acompanhamento na realização de saneamentos a bovinos de carne, onde foram efetuados testes de intradermotuberculização comparada e colheitas de sangue para rastreio de brucelose;

- Acompanhamento na realização de saneamentos a ovinos, onde foram realizadas colheitas de sangue para rastreio de brucelose e leituras de bolus intra-ruminais;

- Acompanhamento na vacinação e desparasitação dos efetivos, em grandes e pequenos ruminantes;

- Acompanhamento na realização de testes de pré-movimentação (TPM) em bovinos de carne;

- Acompanhamento na identificação e na colocação de bolus intra-ruminais;

- Acompanhamento na avaliação da reação aos testes de intradermotuberculização comparada;

- Assistência a atos cirúrgicos em grandes ruminantes como cesarianas, fetotomias, resolução de prolapso uterino e vaginais, excisão de papilomas, corte de úngulas e de cornos;

- Acompanhamento na resolução de partos distócicos em bovinos através de manobras tocológicas;

- Acompanhamento na realização de diagnósticos de gestação em bovinos de carne por palpação retal, e com recurso a ultrassonografia;

- Assistência na realização de necropsias a campo em cadáveres de bovinos e de ovinos;

- Acompanhamento na avaliação e na seleção de futuros reprodutores;

- Acompanhamento na resolução de casos clínicos em bovinos, ovinos, e em animais de companhia;

- Acompanhamento na vacinação, desparasitação e identificação de animais de companhia, nomeadamente cães.

Por fim, o último período de estágio, o curricular propriamente dito, decorreu no âmbito da dissertação de MIMV, tendo sido realizado na Faculdade de Medicina Veterinária (FMV) da Universidade de Lisboa (ULisboa) entre janeiro e junho de 2021, sob a orientação do Professor Doutor Mário Alexandre Quaresma, docente da FMV da ULisboa, totalizando 550 horas. Durante este estágio, foi possível a recolha dos diferentes dados que permitiram o

desenvolvimento da dissertação, como os dados referentes aos parâmetros das diferentes carcaças e porções em estudo, à identificação e quantificação dos ácidos gordos realizados no laboratório do departamento de Bioquímica da FMV da ULisboa, e os dados referentes à análise do colesterol total e vitamina E realizados na Unidade de Tecnologia e Inovação (UTI) do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV).

2. INTRODUÇÃO

O pato é uma das principais espécies avícolas produzidas para consumo humano a nível global (FAO 2021a). Pensa-se que os patos-reais (*Anas platyrhynchos*) tenham sido domesticados pela primeira vez no sudeste asiático há pelo menos 3 mil anos (Cherry and Morris 2008). À exceção do pato da Barbárie (*Cairina moschata*), a maioria das variedades de pato doméstico produzidas nos dias de hoje descendem do pato-real (Huang et al. 2012). Os patos são dotados de algumas características produtivas muito apreciadas pela indústria avícola como precocidade, rusticidade, alta taxa de emplumação, baixo índice de conversão alimentar, conformação corporal adequada, alto rendimento de carcaça, e necessidades nutricionais relativamente baixas (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019).

A produção de pato remonta a tempos antigos (Huang et al. 2012), e a sua produção visa, principalmente, a obtenção de carne e ovos, e numa menor percentagem, a produção de *foie gras* (Huang et al. 2012). Mais recentemente, e com a crescente consciencialização ambiental, têm sido valorizados determinados subprodutos decorrentes da produção, como as penas e penugem (Huang et al. 2012), enquanto o estrume e penas não aproveitáveis são utilizados para a obtenção de fertilizantes orgânicos. Segundo os dados disponibilizados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a produção de patos tem vindo a aumentar consideravelmente nas últimas décadas, particularmente na China, nos países do sudeste asiático, e em alguns países europeus. A China é o maior produtor e consumidor, mundial, de pato doméstico, com mais de 2 mil milhões de patos abatidos, e mais de 3 milhões de toneladas de carne produzidas em 2018 (FAO 2021a), seguido de França e de Myanmar.

As carcaças de pato, em comparação com as de frango, contêm menos carne, principalmente menos peito, e uma maior proporção de pele com gordura subcutânea (Kokoszyński et al. 2020). O alto teor lipídico, os preços mais altos, e a dificuldade na preparação e confeção culinária, são motivos suficientes para desencorajar a maior parte dos consumidores a adquirir carne de pato (Kokoszyński et al. 2020). No entanto, a carne de pato, especialmente a carne do peito, tem um alto valor nutricional. A carne do peito de pato é caracterizada por um perfil de aminoácidos favorável, com teores superiores de leucina, lisina, triptofano, fenilalanina e tirosina, e por um teor superior de ácidos gordos poliinsaturados, particularmente em ácidos gordos linoleico e α -linolénico, quando comparada com a carne do peito de frango (Grabowski and Kijowski 2004; Wołoszyn et al. 2006; Ali et al. 2007).

Dada a crescente produção de pato, impulsionada pela procura por produtos decorrentes da sua criação, e tendo em conta que esta espécie avícola representa uma potencial alternativa ao frango e peru, bem como a ausência de estudos em Portugal sobre o rendimento e composição da carcaça, e sobre a composição do perfil lipídico da carne de pato Pequim proveniente de diferentes estirpes comerciais, considerou-se que seria pertinente

realizar este estudo. O presente estudo teve como objetivo comparar o peso corporal, determinar os rendimentos de carcaça, de porções e miudezas, das principais estirpes comerciais de pato Pequim produzidas no território nacional, *Cherry Valley* e *Grimaud*, e avaliar o efeito do sexo sobre esses mesmos parâmetros. Foi ainda avaliada a composição nutricional da fração lipídica do peito e da perna, com especial foco para a determinação do teor e composição de ácidos gordos e dimetilacetais, e do teor de colesterol total e vitamina E.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

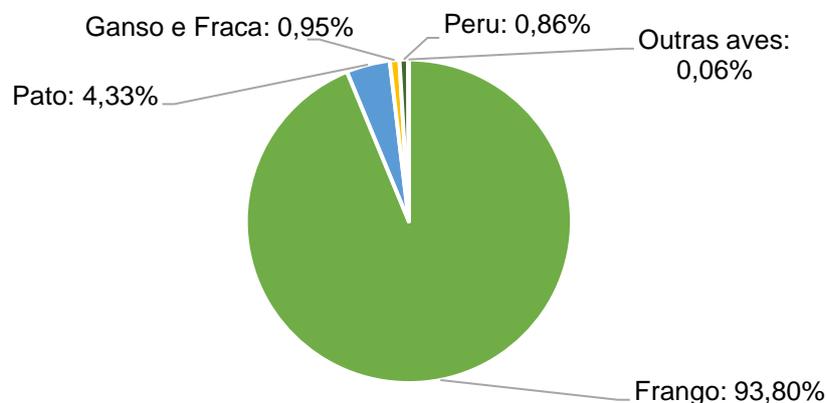
3.1. Enquadramento geral da produção

3.1.1. Produção avícola

A produção avícola ou avicultura é um subsector da pecuária que se dedica, principalmente, à produção de espécies avícolas para a obtenção de carne, ovos para consumo humano, e/ou penas (FAO 2021b). O termo “espécies avícolas” abrange uma variedade de aves, nomeadamente: galinha (que inclui estirpes com diferentes ritmos de crescimento usadas para a produção de carne, e estirpes poedeiras usadas para a produção de ovo); peru; faisão; fraca; codorniz; pombo; pato; ganso e avestruz (FAO 2021b).

Nas últimas décadas, a produção de espécies avícolas tem vindo a aumentar, sendo que em 2018 a produção total de carne de aves foi cerca de 128,6 milhões de toneladas (FAO 2021a). Atualmente, as aves mais produzidas, a nível mundial, são os frangos, patos, gansos, fracos e perus (Gráfico 1).

Gráfico 1. Produção total de espécies avícolas em 2018 (adaptado de FAO (2021a)).



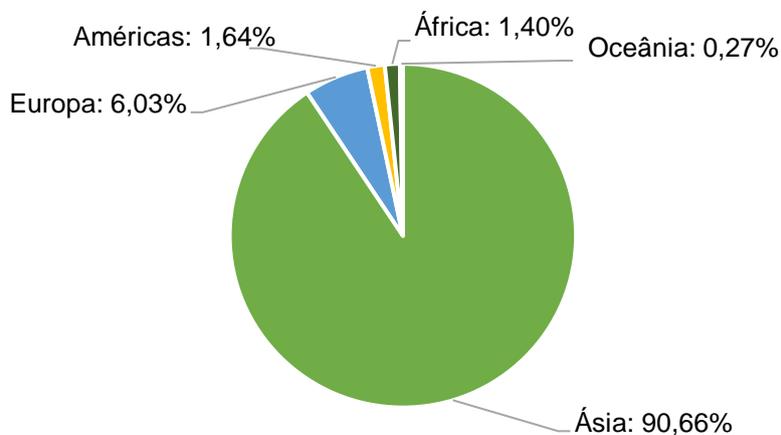
O aumento da população humana, o maior poder de compra e a urbanização de espaços rurais têm sido os principais fatores para o progresso deste subsector (Wahyono and Utami 2018), nomeadamente nos países em desenvolvimento. Por outro lado, nos países desenvolvidos, a expansão da avicultura deve-se sobretudo à maior procura e consumo de carne de aves, vulgarmente referidas como “carnes brancas”, que pelo seu menor teor lipídico são consideradas como sendo mais saudáveis que as “carnes vermelhas” (Daniel et al. 2010; Tonsor et al. 2010).

3.1.2. Produção mundial de pato

Segundo os dados mais recentes da FAO (2021a), a produção mundial de pato, em 2018, foi cerca de 3 mil milhões, tendo-se produzido cerca de 4,8 milhões de toneladas de carne de pato.

A Ásia é o principal produtor de pato, correspondendo a cerca de 90,7% da produção mundial (Gráfico 2), onde esta ave é muito apreciada pela sua carne, ovos e penas. Para além da China, o maior país produtor de pato com cerca de 74,4% da produção total, a produção de pato também ocorre em grande escala em outros países asiáticos, como Myanmar (4,4% da produção total), Vietname (2,3% da produção total), Bangladesh (1,7% da produção total) e Indonésia (1,6% da produção total) (FAO 2021a).

Gráfico 2. Distribuição da produção mundial de pato em 2018 (adaptado de FAO (2021a)).



A Europa é o segundo maior produtor de pato, representando cerca de 6,0% da produção mundial, sendo a França e a Hungria responsáveis por 2,3 e 1,0% da produção total, respetivamente. A América produz cerca de 1,6% da produção mundial, sendo a produção maioritariamente proveniente dos Estados Unidos da América. Em África, que representa cerca de 1,4% da produção total de pato, a produção concentra-se sobretudo no Egito. A produção de pato na Oceânia representa cerca de 0,3% da produção total, sendo a Austrália o maior produtor (FAO 2021a).

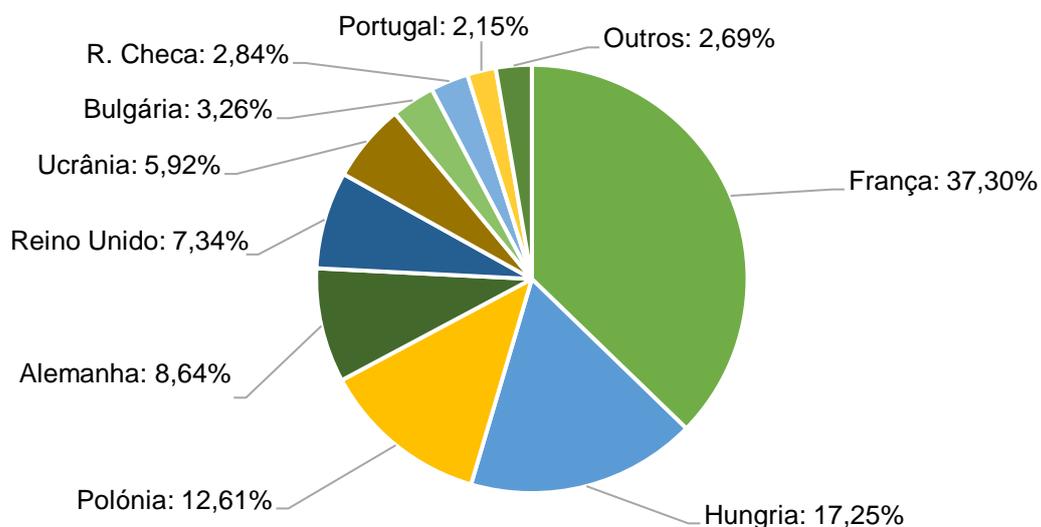
3.1.3. Produção europeia de pato

Ao contrário do que ocorre na Ásia, a produção europeia de pato destina-se principalmente à produção de carne e de *foie gras*, sendo que a produção de ovos de pato para consumo humano é pouco expressiva. Em 2018, produziram-se cerca de 535 mil toneladas de carne de pato no continente europeu (FAO 2021a).

Segundo os dados da FAO referentes ao ano de 2018, a França, a Hungria e a Polónia representam cerca de 67,2% da produção europeia de pato (Gráfico 3). A França, o maior produtor e consumidor europeu de pato, representa cerca de 37,3% da produção europeia, e é também o maior produtor mundial de *foie gras*, contribuindo com cerca de 75% da produção total desta iguaria (Euro Foie Gras 2019). A União Europeia (UE) produz, aproximadamente, 90% do *foie gras* mundial (Euro Foie Gras 2019). De acordo com os dados recolhidos pela Euro *Foie Gras* referentes a 2019, das cerca de 22,7 mil toneladas de *foie gras* produzidas na

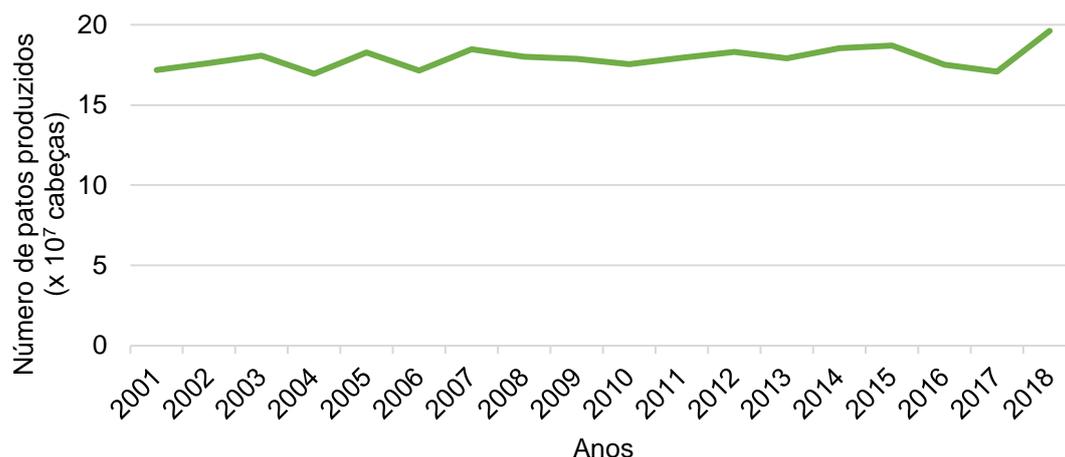
UE, 94,9% foram produzidas a partir de pato, enquanto cerca de 5,1% foram produzidas a partir de ganso.

Gráfico 3. Principais produtores europeus de pato em 2018 (adaptado de FAO (2021a)).



Apesar de se ter registado nas últimas duas décadas um aumento de cerca de 14,3% na produção de pato na Europa (Gráfico 4), este aumento não foi constante, tendo-se registado alguns decréscimos na produção, nomeadamente nos anos 2004, 2006, 2009 e 2016 (FAO 2021a). Em 2004 e 2006, a diminuição na produção de pato deveu-se à crise no mercado de aves pela ocorrência de vários focos de gripe aviária na UE (Taha 2007). O decréscimo na produção também pode ser justificado pela alteração da Recomendação do Comité Permanente em 22 de junho de 1999, em que obrigava a substituir as gaiolas individuais por gaiolas coletivas a partir de 31 de dezembro de 2004 até 31 de dezembro de 2010 (Council of Europe 1999). Todavia, em França só a partir de 2016 é que ocorreu a proibição efetiva das gaiolas individuais utilizadas na produção de carne e de *foie gras*. Muitos produtores acabaram por abandonar a fileira devido às dificuldades financeiras resultantes dos investimentos necessários nas explorações de forma a estas estarem em conformidade com as novas regras de bem-estar animal (Guémené and Guy 2004).

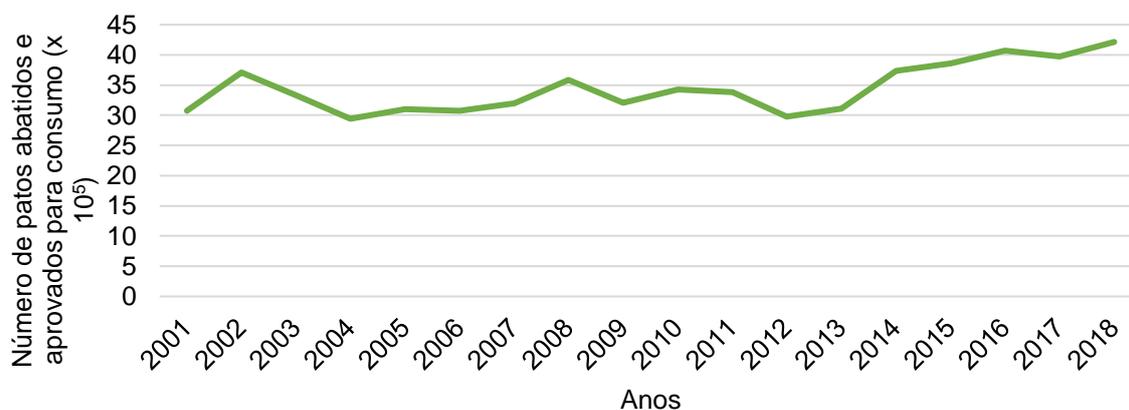
Gráfico 4. Evolução da produção europeia de pato de 2001 a 2018 (adaptado de FAO (2021a)).



3.1.4. Produção nacional de pato

À semelhança da produção europeia de pato, a produção nacional aumentou cerca de 36,9% ao longo das últimas duas décadas, apesar de terem existido, esporadicamente, decréscimos na evolução da produção de pato em Portugal (Gráfico 5). Em 2001, a produção de pato representava cerca de 1,6% das aves produzidas em Portugal, tendo-se abatido e aprovado para consumo cerca de 3 milhões e 77 mil patos (Gráfico 5). Em 2003 e 2004, a produção sofreu uma retração, com a perda de confiança dos consumidores em consequência do aparecimento de focos de gripe aviária na UE (GPP 2007). A produção veio a recuperar nos anos seguintes, porém entre 2009 e 2012 ocorreu, novamente, uma diminuição significativa na produção, consequente da recessão económica mundial que afetou o poder de compra de muitas famílias (Aho 2014), que optaram por carnes de preços mais acessíveis. A partir do ano de 2013, o número de patos abatidos e aprovados para consumo tem mantido uma tendência crescente. Em 2018, a produção de pato representou cerca de 1,9% das aves produzidas em Portugal, tendo-se produzido cerca de 4 milhões e 214 mil patos (Gráfico 5).

Gráfico 5. Evolução da produção nacional de pato de 2001 a 2018 (adaptado de INE (2021)).



A indústria de produção de carne de pato em Portugal é relativamente pequena e concentra-se sobretudo na Marinhave S.A. (Santo Estêvão, Benavente) (Figura 1), sendo o

maior produtor da Península Ibérica. Todas as etapas, desde a incubação, engorda, abate, processamento, embalagem e distribuição, são efetuadas pela própria empresa. O centro de incubação tem capacidade para 280 mil ovos, a unidade de produção dispõe de uma capacidade de engorda para 270 mil patos, e a empresa abate cerca de 9 mil patos por dia (Marinhave 2016). Os produtos da Marinhave destinam-se ao mercado interno (pato inteiro, porções da carcaça, e miudezas) e à exportação, nomeadamente para algumas das principais economias mundiais, localizadas na Europa, Ásia, América e África. Para o mercado asiático é exportado também as patas, línguas, cabeças e asas, e para o Médio Oriente o pato com certificação “halal”. Paralelamente à produção de carne de pato, a empresa aproveita as penas e penugem dos mesmos para posterior comercialização, enquanto o estrume e as penas não aproveitáveis são utilizados para a produção de composto e húmus de minhoca (Marinhave 2016).



Figura 1. Logotipo da Marinhave S.A. (adaptado de Marinhave (2016)).

3.2. Pato

3.2.1. Géneros

Os patos são aves aquáticas pertencentes à família *Anatidae*, ordem dos Anseriformes, a qual inclui também os cisnes e gansos (Adzitey F and Adzitey SP 2011; Huang et al. 2012). Esta família compreende 174 espécies distribuídas por 43 géneros. Os anatídeos têm uma distribuição cosmopolita, à exceção da Antártica, e estão adaptados para nadar, flutuar, e, em alguns casos, mergulhar (Howard 2003).

Os patos, ainda, podem ser classificados consoante a sua aptidão, conforme sejam adequados para a produção de carne e/ou ovos (Zhang et al. 2018), em aves ornamentais (Lee 1937), e consoante o seu peso vivo (peso-pesado, peso-médio e peso-leve) (BWA 2021).

Apesar de existirem numerosas variedades de patos, as principais e com maior expressão mundial na produção intensiva são o pato Pequim, pertencente ao género *Anas*, e o pato da Barbárie, pertencente ao género *Cairina*. Também é produzido um híbrido estéril, resultante do cruzamento entre os dois géneros, o pato *Mulard*, em que os machos são utilizados para a produção de *foie gras* e as fêmeas para a produção de carne (Downing 2010; Huang et al. 2012).

3.2.2. Pato Pequim

O pato Pequim, de nome científico *Anas platyrhynchos*, é originário da China, e pensa-se que tenha sido domesticado há pelo menos 3 mil anos (Cherry and Morris 2008). Foi introduzido nos Estados Unidos da América em 1873 e alguns anos mais tarde na Europa (Cherry and Morris 2008).

As aves desta espécie caracterizam-se pela sua cabeça grande e larga, bico curto e ligeiramente curvo de cor laranja, pescoço comprido e grosso, corpo forte e compacto, pernas curtas e robustas de cor laranja, patas de cor laranja, e plumagem branca (Figura 2).

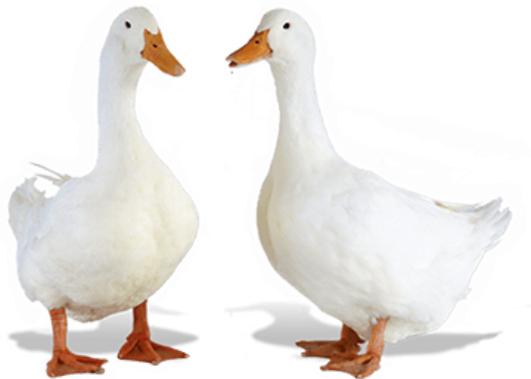


Figura 2. Patos Pequim (adaptado de Grimaud Frères [date unknown]).

Mundialmente, é a espécie mais utilizada devido à sua elevada aptidão para a produção de carne e de ovos (Sandilands and Hocking 2012; Stein 2012), alta rusticidade (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019), e ao seu fácil manejo dado o seu temperamento dócil e sossegado (Rosell 1977). É um pato pesado e precoce com uma alta taxa de crescimento, atingido aproximadamente 90% do seu peso adulto às 7 semanas de idade (Pingel 1999), o que permite que à idade de abate, 7 a 9 semanas de vida, pese em média 3 Kg (quilograma). O dimorfismo sexual no tamanho é pouco expressivo, cerca de 10% (Pingel 1999), sendo que os machos podem pesar entre 3,5 a 4 Kg à idade de abate, enquanto as fêmeas podem pesar entre 3 e 3,5 Kg (Perez 1985).

A postura nas fêmeas é precoce e abundante, com ovos de bom tamanho, inicia-se aos 5 meses e podem produzir mais de 200 ovos por ano (van der Meulen and den Dikken 2004), o período de incubação é de 28 dias (Stein 2012), porém não possuem um bom instinto maternal (Rosell 1977).

A carne destes patos é vermelho-escura, tenra e succulenta, de *flavour*¹ marcado, e rica em lípidos o que a torna bastante peculiar e apreciada pelos consumidores, sobretudo, asiáticos.

¹ Complexo odor e sabor.

3.2.3. Pato da Barbárie

O pato da Barbárie (*Cairina moschata*), também conhecido por *Muscovy*, ou vulgarmente designado como pato mudo, é a única espécie de pato com interesse zootécnico que não descende do pato-real (*Anas platyrhynchos*), sendo mais semelhante, geneticamente, com os gansos do que com as restantes variedades de patos. Pensa-se que terá sido domesticado pelos povos indígenas da América Central e introduzido na Europa pelos antigos colonos, espanhóis e portugueses, durante o século XVI (Huang et al. 2012; Sandilands and Hocking 2012).

Fisicamente, estes patos possuem uma cabeça grande, rosto desprovido de penas, carúnculas vermelhas em redor dos olhos e na parte dorsal do bico, corpo grande e largo, pernas curtas e grossas, e unhas bem desenvolvidas (NSW Government [date unknown]). A cor da plumagem pode variar, desde branca a preta com algumas variações entre o azul e o verde, porém na produção comercial de carne a variante mais produzida é a branca, pois a carne tende a ser mais clara (Figura 3) (Huang et al. 2012).

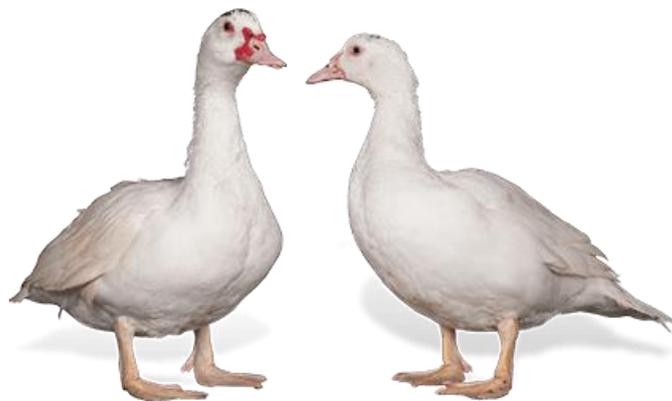


Figura 3. Patos da Barbárie (adaptado de Grimaud Frères [date unknown]).

É um pato pesado e menos precoce que o pato Pequim, e exibe um dimorfismo sexual bastante marcado no tamanho, sendo que às 12 semanas, os machos são cerca de 40% mais pesados que as fêmeas (Pingel 1999). Os machos desta espécie atingem, em média, 4 a 5 Kg e as fêmeas cerca de 2 a 3 Kg às 10 e 11 semanas, idade em que por norma atingem o peso de abate (Chen 1990). Dado o dimorfismo sexual no tamanho (Wawro et al. 2004; Galal et al. 2011), é discutível se este é suficiente para que justifique a produção separada dos machos e das fêmeas (Downing 2010), pois os machos podem competir com as fêmeas pelo alimento concentrado, o que poderá afetar, negativamente o seu crescimento; todavia a produção separada dos patos irá incrementar os custos de produção, a mão-de-obra, e diminuir a área disponível de produção.

A postura nas fêmeas inicia-se aos 7 meses (van der Meulen and den Dikken 2004), e o período de incubação é superior, 33 a 35 dias, à média dos outros patos (32 dias) (Lee

1937). As taxas de postura são baixas, 90 ovos por ano (Sandilands and Hocking 2012), mas em sistemas intensivos podem atingir produções de 120 a 150 ovos em dois períodos reprodutivos (Nickolova 2004).

Os patos desta espécie são, atualmente, produzidos, majoritariamente, para a produção de carne, tendo uma grande expressão na produção total de carne de pato nos países mediterrâneos, particularmente na França e Itália (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019). O interesse na sua produção advém do fato da sua carcaça possuir teores de gordura inferiores à da carcaça do pato Pequim (Garachka and Kas'yanenka 1994; Szasz and Bogenfurst 1998; Solomon et al. 2006), o que lhe confere uma vantagem junto dos consumidores que procuram alternativas mais saudáveis (Mead 2004).

3.2.4. Hibridismo

O pato *Mulard* (Figura 4), ou *Moulard*, é um híbrido estéril resultante do cruzamento entre duas espécies diferentes, *Cairina moschata* e *Anas platyrhynchos* (Larzul et al. 2006; Marie-Etancelin et al. 2008). Quando o progenitor do sexo masculino pertence ao gênero *Anas* e do sexo feminino ao gênero *Cairina*, a descendência tende a ser mais pequena e conseqüentemente não apresenta qualquer interesse produtivo e comercial (Rémignon 2004; Larzul et al. 2006). O cruzamento na natureza é pouco frequente de ocorrer, devido às diferenças no tamanho e peso entre os patos da Barbárie e os patos Pequim, e os ovos têm baixas taxas de fertilidade, cerca de 15 a 45% (Watanabe 1961; Olver et al. 1977; Hoffman 1992). A reprodução de patos *Mulard* ocorre exclusivamente em sistemas de grande escala por técnicas de inseminação artificial, devido ao maior investimento necessário em equipamentos de ponta e mão-de-obra especializada (Pingel 1999; Huang et al. 2012; Sandilands and Hocking 2012).

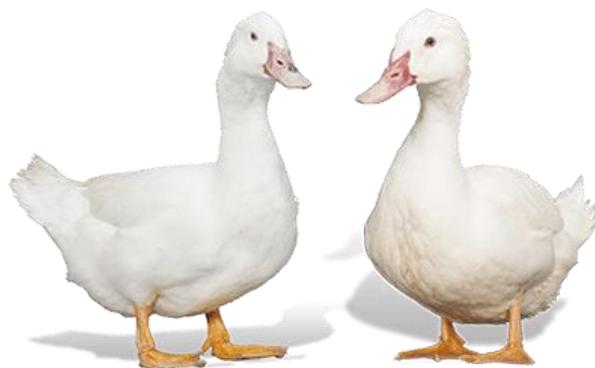


Figura 4. Patos *Mulard* (adaptado de Grimaud Frères [date unknown]).

O F1 resultante do cruzamento intergenérico herda a média das características dos progenitores, beneficiando do vigor híbrido, e demonstra um desempenho produtivo superior (Marie-Etancelin et al. 2008; Sandilands and Hocking 2012). O pato *Mulard* é um pato mais

rústico, mais precoce, mais dócil e menos temperamental que o pato da Barbárie; de carcaça mais magra do que a do pato Pequim; e possui um ligeiro dimorfismo sexual no tamanho, os machos são aproximadamente 10% mais pesados do que as fêmeas às 10 semanas (Pingel 1999), e o período médio de incubação é de 31 a 32 dias (Hui et al. 1996).

Os patos *Mulard* produzidos intensivamente são abatidos com cerca de 10 semanas de vida, em que os machos atingem, em média, 4 Kg e as fêmeas 3,6 Kg (Pingel 1999), ou são engordados para produzir *foie gras*. Em França, a produção de pato *Mulard* está altamente especializada, onde os machos são criados para a produção de *foie gras*, enquanto as fêmeas são produzidas para carne (Baéza 2006a; Larzul et al. 2006; Marie-Etancelin et al. 2008). Na França, 97% do *foie gras* produzido é proveniente do pato *Mulard* macho, e a carne de pato *Mulard* representa cerca de 58% da produção total de carne de pato neste país (Braine 2010). Atualmente, e além da Europa, nomeadamente nos países com maior expressão na produção de *foie gras* (França, Hungria e Bulgária) (Baéza 2006a; Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019), o pato *Mulard* é também muito utilizado nos sistemas de produção em Taiwan (Baéza 2006a).

3.2.5. Estirpes comerciais

Algumas variedades de pato tradicionalmente produzidas para carne, como *Aylesbury* e *Rouen*, e linhas não melhoradas de Pequim, têm vindo a tornar-se cada vez menos populares na produção comercial de pato devido em parte ao contributo de diversas empresas de genética que disponibilizam estirpes comerciais de pato Pequim ou de pato da Barbárie (Tai C and Tai J.J.L. 2001). As maiores empresas de seleção de genética de pato (Figura 5), mundialmente, são a *Cherry Valley Farms Ltd.* (Lacey, Reino Unido) fundada em 1959 (Cherry Valley Farms Ltd. 2021b), e a *Grimaud Frères Sélection* (Sèvremoine, França), fundada em 1966 (Grimaud Frères [date unknown]).



Figura 5. Logotipos da *Cherry Valley Farms Ltd.* (adaptado de Cherry Valley Farms Ltd. (2021b)), e da *Grimaud Frères Sélection* (adaptado de Grimaud Frères [date unknown]), respetivamente.

Nos programas de melhoramento genético e de seleção de reprodutores, os principais critérios de seleção estão relacionados com características produtivas e reprodutivas (Pingel 1999; Downing 2010). As linhas paternas são selecionadas com o objetivo de melhorar as características produtivas como taxa de crescimento, peso ao abate, rendimento de peito, deposição de gordura e eficiência alimentar (Pingel 1999; Downing 2010; Huang et al. 2012),

enquanto as linhas maternas são selecionadas de acordo com as características reprodutivas como produção de ovos, fertilidade, viabilidade do embrião, e taxa de eclosão (Pingel 1999; Downing 2010). A seleção dos reprodutores deve ter, ainda, em consideração o objetivo da produção da sua descendência, uma vez que a seleção de patos com maiores curvas de crescimento afeta negativamente os aspectos reprodutivos, dada a correlação negativa entre estes parâmetros (Huang et al. 2012).

Na reprodução das estirpes comerciais são realizados cruzamentos com linhas de progenitores específicas beneficiando a descendência através da heterose. Na produção comercial de carne de pato, tipicamente, utilizam-se cruzamentos de 4 vias, sendo ainda possível o retrocruzamento com linhas paternas com o objetivo de fixar características produtivas, relacionadas sobretudo com a qualidade da carcaça e eficiência alimentar (Pingel 1999; Huang et al. 2012).

A produção de estirpes comerciais permite criar patos com melhores índices produtivos, nomeadamente com menores índices de conversão e desperdícios alimentares, e consequentemente com menores custos de alimentação e impactos ambientais, e com melhores rendimentos de carcaça e qualidade de carne, em comparação com as linhas não melhoradas (Pingel 1999).

3.3. Potencial produtivo e económico

Recentemente, a procura por carnes de aves, de paladar diferente que a de frango, tem vindo a aumentar entre os consumidores (Kapkowska et al. 2011). Paralelamente, a consciencialização e a preocupação dos consumidores permitiram o aumento da procura por carnes de alta qualidade e com valores nutricionais benéficos para a saúde (Uhlířová et al. 2018). Entre as várias espécies avícolas produzidas, os patos demonstram uma potencial alternativa aos frangos, dado o rápido ganho de peso médio diário (Knížetová et al. 1995), desenvolvimento de emplumação, eficiente conversão alimentar (Galal et al. 2011), conformação corporal adequada e bom rendimento cárneo (Hassan et al. 2018). Para além disso, os patos possuem uma alta viabilidade, baixas exigências nutricionais quando comparadas com as dos frangos e perus, alta resistência a ambientes menos favoráveis e considerável imunidade a determinadas patologias (Adzitey F and Adzitey SP 2011; Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019).

A produção comercial de pato decorre, principalmente, pela obtenção de uma carne altamente nutritiva e de aroma e paladar únicos (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019). A carne de pato é particularmente popular nas culinárias francesa e chinesa (Tai C and Tai JLL 2001), sendo preparada e confeccionada em diversos pratos típicos. Os subprodutos decorrentes da produção, e de ótima qualidade, também são comercialmente valorizados, como as penas e penugem, e o estrume. A produção comercial de ovos e de *foie gras* têm

uma importância econômica para um determinado nicho de mercado, sendo de enorme relevância nos países asiáticos e europeus.

Embora a produção comercial de pato tenha aumentado nas últimas décadas, o ritmo de crescimento desta indústria tem sido desigual nas diversas regiões (FAO 2021a). As grandes disparidades na produção comercial podem ser atribuídas às preferências dos consumidores e aos custos de produção (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019). Ao contrário dos consumidores asiáticos, os consumidores europeu e norte-americano, demonstram uma maior preferência por carcaças de aves com maior teor cárneo e baixo teor lipídico, como o frango e peru (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019). Na Ásia, a carne de pato resulta sobretudo da produção de pato Pequim, sendo, igualmente, produzido para a obtenção de ovos de consumo que são muito populares entre os consumidores locais (Tai C and Tai JLL 2001). Ainda na Ásia, uma proporção, relativamente, grande de carne de pato é obtida como subproduto da produção de ovos, a partir de patos que se encontram no fim do seu ciclo produtivo (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019). Na Europa do Norte e Central, a carne de pato é obtida, maioritariamente, a partir da produção de pato Pequim, enquanto nos países mediterrâneos, especialmente na França e Itália, a carne é obtida a partir da criação de patos da Barbárie e *Mulard* (Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019).

3.3.1. Produção de carne

Apesar das suas vantagens, a carne de pato e os seus preparados têm despertado pouco interesse na maioria dos consumidores, exceto na China, e em alguns países do sudeste asiático e europeus, nos quais a produção e o consumo de carne são relativamente altos (Graczyk et al. 2016). O alto teor de gordura da carcaça, os preços menos acessíveis, e as confeções culinárias mais elaboradas, são motivos suficientes para dissuadir a maior parte dos consumidores a adquirir carne de pato (Bernacki et al. 2008).

Segundo Guémené et al. (2012), na produção comercial de carne, o pato mais utilizado é o Pequim (aproximadamente, 90% da produção total de carne de pato), o *Mulard* (6%), e o da Barbárie (4%). A escolha do pato Pequim para a produção de carne assenta nas seguintes vantagens: precocidade, elevadas taxas de crescimento, boa condição corporal, baixos índices de conversão, rusticidade, imunocompetência, e a boa qualidade de carne (El-Edel et al. 2015). O pato Pequim é abatido com um peso vivo médio de 3,5 Kg às sete ou oito semanas de vida (Fan et al. 2008). O peso vivo e o peso da carcaça, do pato Pequim, aumenta em média cerca de 16 e 23 vezes entre a primeira e a oitava semana de vida, respetivamente (Murawska 2012).

O índice de conversão alimentar permite expressar a aptidão de um animal em ganhar mais peso em relação a uma determinada quantidade de ração ingerida durante um determinado intervalo de tempo. Recentemente, a avaliação do índice de conversão alimentar

tornou-se mais relevante na produção animal do que nunca, devido ao aumento dos custos com a alimentação, à consciencialização dos recursos limitados e das questões ambientais (Thiele 2016). De acordo com os dados disponibilizados pelas empresas de genética, a estirpe comercial de pato Pequim *Cherry Valley* (CV) *SM3 Medium* é capaz de atingir aos 42 dias um peso de abate de 3,5 Kg, com um índice de conversão de 1,9 Kg Kg⁻¹ e uma taxa de mortalidade de 2%, enquanto o CV *SM3 Heavy* pode atingir 3,6 Kg aos 42 dias, com um índice de conversão de 1,9 Kg Kg⁻¹ e uma taxa de mortalidade de 2% (Cherry Valley Farms Ltd. 2021a). Por outro lado, a estirpe de pato Pequim *Grimaud* (G) *Star 53 Lourd* pode pesar 3,5 Kg com um índice de conversão alimentar de 1,9 Kg Kg⁻¹, aos 42 dias (Grimaud Frères 2017).

Atualmente, a carne de pato é comercializada sob as mais diversas apresentações oferecendo várias opções de escolha aos consumidores, como produtos frescos ou congelados, patos inteiros ou porções da carcaça como peito, perna, asa e miudezas (coração, moela e fígado) (Biswas et al. 2019).

3.3.2. Produção de ovos

Os ovos de pato são popularmente consumidos no continente asiático, onde desempenham uma função nutricional importante (Tai C and Tai JYL 2001; Cherry and Morris 2008), representando 10 a 30% da totalidade de ovos consumidos na China e nos países do sudoeste asiático, como Vietname e Filipinas (Pingel 2011; Arthur 2017; Ismoyowati and Sumarmono 2019). Nesta região são feitas diversas iguarias locais a partir de ovos de pato, como os ovos *balut*², os ovos salgados³ e os ovos do século⁴ (Cherry and Morris 2008; Huang and Lin 2011).

Na produção industrial de ovos são utilizadas estirpes altamente produtivas derivadas do *Khaki Campbell* e *Indian Runner* (Besbes et al. 2007; Biswas et al. 2019), com taxas de postura que podem alcançar os 300 ovos por ano (Cherry and Morris 2008; Huang et al. 2008). Nos países asiáticos, também são produzidas raças autóctones altamente produtivas (Arthur 2017), como *Shaoxing*, *Gaoyou*, e *Jinding* na China (Yang 2011), *Alabio* e *Tegal* na Indonésia, *Brown Tsaiya* em Taiwan, *Paknum* e *Nakonphatom* na Tailândia, *Co* no Vietname, e *Deshi* no Bangladesh (Huang et al. 2008).

Fisicamente, e apesar das características variarem de acordo com o tipo de pato produzido, os ovos de pato são maiores do que os de galinha, pesando entre 60 e 90 gramas (g). A casca dos ovos é mais dura e espessa, entre 0,36 a 0,42 milímetros (mm), e a sua cor

² Ovos de pato fertilizados;

³ Os ovos de pato são salgados e armazenados por um longo período;

⁴ Os ovos de pato são colocados numa solução salina com argila, casca de arroz, cal e cinzas, resultando em ovos escuros e de textura cremosa.

pode variar desde o branco, azul, verde e cinzento (Huang and Lin 2011). Nutricionalmente, os ovos contêm todos os aminoácidos essenciais necessários à dieta humana e são uma rica fonte de vitaminas e minerais. Também, contêm um teor lipídico mais elevado, bem como um perfil de ácidos gordos ómega-3, ómega-6 e ómega-9 superior ao dos ovos da galinha (Ismoyowati and Sumarmono 2019; USDA 2019).

No final da postura, as aves são abatidas e a carne é um subproduto (Kokoszyński et al. 2020). A carne destas aves é dura e seca, de cor escura, e de *flavour* bastante marcado, o que afeta negativamente as suas qualidades culinárias e propriedades tecnológicas (Sumarmono and Wasito 2010; Qiao et al. 2016). Esta carne é, maioritariamente, aplicada em enlatados, produtos curados (salsichas, carnes de fumeiro), *nuggets* e almôndegas (Kumar et al. 2014; Kumar et al. 2016; Naveen et al. 2016). Porções da carcaça destas aves são, também frequentemente utilizadas na preparação de caldos ou sopas de aromas fortes, nos países africanos e asiáticos (Qiao et al. 2016).

3.3.3. Produção de *foie gras*

O *foie gras* é uma confeção culinária altamente prestigiada e valorizada no mercado, preparada a partir de fígado, de ganso ou de pato, com um elevado teor lipídico. É considerado uma iguaria de alto valor nutricional, e o seu paladar é descrito como sendo rico, amanteigado e delicado (Lavilla et al. 2019).

A França é, atualmente, o maior produtor e consumidor mundial de *foie gras*. A produção de *foie gras*, também, tem uma enorme expressão em outros países europeus, como a Hungria, Bulgária, Espanha e Bélgica, e em outras regiões do mundo, como a China, Estados Unidos da América e Canadá (Euro Foie Gras 2019). Tradicionalmente, o *foie gras* era produzido a partir da alimentação forçada de gansos. Atualmente, a ave mais utilizada na produção comercial é o pato *Mulard*, por possuir bons índices produtivos, e devido ao seu temperamento dócil é de fácil manejo (Guémené and Guy 2004; Baéza 2006a), ao contrário dos gansos e dos patos da Barbárie. O *foie gras* é produzido apenas a partir do fígado de patos machos, pois as fêmeas tendem a produzir fígados gordos de má qualidade, com muitas veias que precisam de ser removidas, e um ponto de fusão excessivamente alto (Marie-Etancelin et al. 2015).

A esteatose hepática é caracterizada por uma deposição e acumulação de triacilgliceróis nos hepatócitos, resultante do aumento da lipogénese hepática e da insuficiente capacidade de transportar os triacilgliceróis sintetizados. Em animais selvagens, a acumulação de lípidos no fígado é uma adaptação fisiológica às necessidades energéticas em situações muito específicas, como a migração e hibernação (Baéza et al. 2013). Na produção comercial, a alimentação forçada, ou *gavage*, promove o aumento de tamanho e peso, e do teor lipídico, do fígado em menos de duas semanas (Gabarrou et al. 1996). Na UE,

a criação de pato na produção de *foie gras* é dividida em duas fases, na fase de crescimento e na fase de engorda (Euro Foie Gras 2019). A fase de crescimento decorre, em média, desde a eclosão até às 11 semanas, e os patos têm acesso permanente ao exterior, com água e alimento *ad libitum*. A partir das 12 semanas, os patos iniciam a fase de engorda, onde são mantidos em gaiolas coletivas, e são alimentados duas vezes ao dia durante 12 dias, com dietas altamente calóricas, de alto teor em hidratos de carbono e lípidos e de baixo teor proteico, à base de milho e óleos (Gabarrou et al. 1996; Euro Foie Gras 2019).

A produção de pato para *foie gras* permite a comercialização de uma variedade de produtos. O *foie gras* de pato distingue-se pela assimetria lobular e a cor é amarelo-claro com tendência para rosa. O fígado gordo contém, em média, 350 a 600 g de peso, um teor lipídico que pode variar entre 50 e 60% (Nistor et al. 2005), e é comercializado inteiro ou em porções, fresco ou pasteurizado (Saucier et al. 2016). A carne destes patos possui um maior teor de lípidos, o que lhe confere um sabor e textura típicos, resultando em produtos muito apreciados pelos consumidores. O peito, mais especificamente, o *pectoralis major* que é designado de *magret*, é a porção mais nobre, e o *aiguillette* que corresponde ao *pectoralis minor*, são comercializados em diferentes apresentações bastante apreciadas (Guémené and Guy 2004).

3.3.4. Subprodutos

De forma a resolver o problema da gestão dos subprodutos decorrentes da produção comercial, e potenciar as fontes de rendimento, a produção de pato tem vindo a aproveitar o valor comercial das penas e penugem (Pingel 2011), e dos fertilizantes orgânicos.

As penas e penugem são muito procuradas pelo mercado têxtil, pois são um ótimo isolante térmico, extremamente leves e hipoalergénicas, o que as torna altamente valiosas para o fabrico de roupas *outdoor*, almofadas, sacos-de-cama, édredons e colchas (Kozák et al. 2010). O maior produtor de penas e penugem é a China (aproximadamente, 80% da produção global), seguida por Taiwan, Tailândia, Hungria e Polónia (Pingel 2011), e os principais importadores são os Estados Unidos da América, Taiwan, Japão e Alemanha (Pingel 2004). É estimado que a produção mundial de penas e penugem em 2014 tenha alcançado as 270 mil toneladas (Bible 2014), e que em 2018, o comércio mundial de penas tenha atingido os 4,6 mil milhões de dólares americanos (\$), sendo expectável que o mercado atinja os 8,8 mil milhões de \$ até 2027 (Transparency Market Research 2020).

As penas e penugem são aproveitadas após o abate das aves, e são removidas principalmente a partir das zonas do peito, abdómen e flancos (Kozák et al. 2010). A depena no pato é mais difícil do que a no frango, e é realizada em três etapas, escaldão, depena mecânica e depilação com cera. De seguida, as penas e penugem são depois sujeitas a diferentes processos (lavagem, secagem, desempoeiramento, seleção e calibração) para posterior comercialização (Ádám 2001).

A rápida expansão da indústria avícola, e dos seus subsectores, aumentou a necessidade de encontrar formas ambientalmente sustentáveis de reutilizar os seus subprodutos, nomeadamente os resíduos de produção, como são o estrume e as penas não aproveitáveis, originando fertilizantes orgânicos de excelente qualidade, como húmus de minhoca e composto, podendo substituir em grande parte a aplicação de adubos químicos nas culturas hortofrutícolas.

3.3.5. Criação de patos ornamentais

Para além da sua utilização em sistemas de produção, de grande ou pequena dimensão, os patos podem ser criados em jardins ou quintais, como aves ornamentais ou para eventos de exibição (Huang et al. 2012), os quais podem ainda constituir como uma fonte de rendimento. Atualmente, existe uma grande variedade de patos, de diferentes tamanhos e aptidões, tipos e cores, resultantes das sucessivas seleções (Lee 1937), além de que a maioria dos patos exhibe um comportamento dócil o que permite a sua grande adaptação aos espaços domésticos.

3.4. Rendimento de carcaça

A carcaça é uma medida de produtividade e é o objetivo final nos sistemas de produção de carne. Segundo o Regulamento (CE) n.º 543/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de junho de 2008, a carcaça de pato é definida como o corpo completo da ave depois de sangrada, depenada e eviscerada, sendo a ablação dos rins facultativa.

No que diz respeito às miudezas de pato, estas incluem o coração, pescoço, fígado e a moela, e todas as outras partes consideradas comestíveis pelo mercado a que o produto se destina para consumo (CCE 2008). Se o pescoço permanecer ligado à carcaça não é considerado uma miudeza (CCE 2008).

O peso da carcaça varia consoante esta seja pesada a quente ou a frio, depois do enxugo. Deste modo, o registo do peso da carcaça pode ser efetuado a quente, no final da linha de abate, e/ou a frio, medido após a refrigeração. A partir do peso da carcaça é possível estimar o rendimento de carcaça, e as diferenças no peso observadas a quente e a frio permitem estimar as perdas de água durante a refrigeração. O rendimento de carcaça é definido como a relação percentual entre o peso da carcaça e o peso vivo ao abate do respetivo animal.

Devido à precocidade, à conformação corporal, ao eficiente índice de conversão alimentar, e ao rendimento de carcaça, o pato Pequim é ideal para a produção de carne (Knížetová et al. 1995; Biesiada-Drzazga 2012; Hassan et al. 2018). O rendimento de carcaça em patos varia consoante idade, sexo, espécie e estirpe produzida (Abdelsamie and Farrell 1986; Górski 1989; Mazanowski et al. 1998; Wilkiewicz-Wawro et al. 1999; Mazanowski et al. 2001; Mazanowski and Książkiewicz 2004; Adamski et al. 2005). A sétima (Wilkiewicz-Wawro

et al. 1999; Mazanowski and Bernacki 2004; Adamski et al. 2005) e a oitava (Górski 1989; Górski 1992; Mazanowski et al. 1998; Mazanowski et al. 2001; Kokoszyński and Korytkowska 2005) semana de vida, são consideradas a idade ideal de abate para a maioria dos patos, pois o conteúdo cárneo da carcaça é máximo e o rácio carne/lípidos é o mais favorável. A produção de estirpes comerciais possibilita que as carcaças de pato correspondam às exigências do mercado, com a obtenção de carcaças com baixo teor de gordura, nomeadamente gordura subcutânea e abdominal, e peito bem desenvolvido (Kokoszyński et al. 2016). O principal objetivo nos programas de melhoramento genético e de seleção de reprodutores, tem sido a constante melhoria no rendimento de carcaça (Kokoszyński and Bernacki 2011; Xie et al. 2014). No entanto, a seleção de patos mais precoces e com rendimentos de carcaça superiores, afetam, negativamente, a qualidade da carne (Kwon et al. 2014).

3.5. Qualidade nutricional da carne

Apesar da carne estar tradicionalmente associada ao tecido muscular, conjuntivo e adiposo da carcaça (Warriss 2003; Williams 2007; Hui 2012), o *Codex Alimentarius* (2005) define carne como sendo todas as partes de uma carcaça animal que se destinam, ou foram aprovadas como seguras e adequadas, para consumo humano, classificando, também, as miudezas como carne (Williams 2007). Graças ao seu valor nutricional, a carne é uma fonte proteica de alta qualidade e biodisponibilidade, de ácidos gordos essenciais, de minerais, como o ferro, cobre, fósforo, zinco e selénio, e ainda de vitaminas, como a vitamina A e as vitaminas do complexo B (Biesalski 2005; Williams 2007; Pereira and Vicente 2013).

A qualidade de um produto alimentar, particularmente da carne, é determinante na sua preferência e na sua aquisição por parte dos consumidores (Carpenter et al. 2001; van Ba et al. 2012; Garmyn 2020). A qualidade da carne engloba uma série de propriedades como as características intrínsecas (aparência, cor, estrutura, composição, entre outros) (Issanchou 1996), das quais se destacam a composição nutricional, e as características sensoriais (Aumaître 1999). Os atributos de qualidade da carne dependem de uma série de fatores inerentes ao animal e sistema de produção, como por exemplo, genótipo, sexo, idade, dieta e peso (Alao et al. 2017). A qualidade nutricional da carne é avaliada nos seus principais constituintes (composição proximal), quer no perfil de aminoácidos, no teor e composição lipídica, e no teor de minerais e vitaminas (Williams 2007; Pereira and Vicente 2013).

3.5.1. Fração lipídica

Os lípidos constituem um grupo heterogéneo de moléculas biologicamente diversas, com funções estruturais, metabólicas ou de reserva. A fração lipídica da carne é composta pelos lípidos estruturais, componentes essenciais das membranas celulares e subcelulares dos quais fazem parte os fosfolípidos e o colesterol, e pelos lípidos de reserva, essencialmente

constituídos por triacilgliceróis que se encontram localizados entre as fibras musculares (localização intramuscular) ou entre os músculos (localização intermuscular). Apesar de os lípidos de reserva se localizarem maioritariamente nos adipócitos, também se localizam, em menor quantidade, no citoplasma das fibras musculares oxidativas (Enser 1995).

A fração lipídica, ou o perfil lipídico da carne é influenciado por diversos fatores, como genótipo (Smith et al. 2006; Wood et al. 2008), sistema de produção, idade e sexo (French et al. 2000), e condição corporal no momento do abate. O tipo de fibra muscular predominantemente presente no músculo afeta o teor lipídico e a composição lipídica, o que justifica a variação no teor de fosfolípidos, triacilgliceróis e de colesterol entre os diferentes músculos no mesmo animal, bem como do mesmo músculo nas diferentes espécies animais (Chizzolini et al. 1999; Dinh et al. 2011). No músculo, o teor de fosfolípidos é relativamente constante e pouco variável com a espécie animal, raça, alimentação e idade, sendo influenciado pelo tipo de fibra muscular predominante. Desta forma, os músculos constituídos predominantemente por fibras do tipo I, do tipo oxidativo (fibras “vermelhas”), contêm maior teor de fosfolípidos, devido ao menor diâmetro desta fibra muscular relativamente às fibras IIA e IIB, e pela maior concentração de mitocôndrias que os músculos constituídos predominantemente por fibras do tipo IIB, do tipo glicolítico (fibras “brancas”), e consequentemente têm um maior teor de ácidos gordos poliinsaturados (Wood et al. 2003; Raes et al. 2004). O teor de triacilgliceróis está dependente do teor de lípidos e da localização no músculo, e são constituídos maioritariamente por ácidos gordos saturados e monoinsaturados, e o perfil de ácidos gordos poliinsaturados é muito variável, sendo influenciado pela espécie animal (Raes et al. 2004).

A carne é uma importante fonte nutricional de lípidos e colesterol (Valsta et al. 2005; Williams 2007; Pereira and Vicente 2013), em que o perfil lipídico ocorre em variáveis proporções. O teor lipídico e a composição em ácidos gordos são relevantes para a qualidade da carne, particularmente por questões relacionadas com a saúde humana (Enser et al. 1998; Pighin et al. 2016). Atualmente, existe uma crescente preocupação não só com o consumo excessivo de lípidos, mas também com a sua composição e o seu impacto na saúde humana (Scollan et al. 2014). O consumo excessivo de ácidos gordos saturados está associado à elevação do colesterol sérico e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), que são fatores de risco para a ocorrência de doenças cardiovasculares (Katan et al. 1994; Webb and O'Neill 2008; Wood et al. 2008).

Para além da caracterização dos ácidos gordos, na avaliação da qualidade nutricional da fração lipídica da carne, ainda fazem parte do seu estudo os esteróis, nomeadamente o colesterol, e as vitaminas lipossolúveis, como a vitamina A, D, E, e K.

3.5.1.1. Ácidos gordos

Os ácidos gordos são compostos orgânicos simples, constituídos por carbono, hidrogénio e oxigénio, e correspondem às unidades básicas da maioria dos lípidos, como os fosfolípidos e triacilgliceróis. Os ácidos gordos possuem na extremidade alfa (α) um grupo carboxilo (COOH), e na extremidade ómega (ω) um grupo metilo (CH₃) não funcional (Rustan and Drevon 2001). Os ácidos gordos dividem-se em três grandes grupos consoante a sua estrutura química, sendo classificados de acordo com o número de carbonos, e a presença e o número de duplas ligações, em ácidos gordos saturados (SFA), ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) e ácidos gordos poliinsaturados (PUFA) (Rustan and Drevon 2001; Wood et al. 2008).

Os SFA não possuem dupla ligação entre os átomos de carbono, dado que se encontram saturados com átomos de hidrogénio (Rustan and Drevon 2001). Os SFA mais comuns nos lípidos intramusculares são o C16:0 (ácido palmítico) e o C18:0 (ácido esteárico) (Frank et al. 2016; Hwang and Joo 2016; Hwang and Joo 2017). A presença de SFA na carne, mais especificamente de C12:0 (ácido láurico), C14:0 (ácido mirístico) e C16:0, está correlacionada com a incidência de patologias cardiovasculares (Hu et al. 1999; Praagman, Beulens, et al. 2016; Praagman, de Jonge, et al. 2016), pois promovem a síntese de colesterol e de LDL (Mensink et al. 2003; Mensink and WHO 2016). Por sua vez, o C18:0, que é maioritariamente convertido em C18:1_{cis-9} (ácido oleico) (Sinclair 1993), apresenta um efeito neutro na síntese de colesterol sanguíneo (Mensink et al. 2003; Mensink and WHO 2016).

Os MUFA possuem uma ligação dupla de carbono-carbono, que pode ocorrer em diferentes posições (Rustan and Drevon 2001). O MUFA predominante na carne é o C18:1_{cis-9} (Martins et al. 2018), e é considerado um lípido “saudável” pois contribui para a diminuição das concentrações de LDL em circulação (Rudel et al. 1995; Smith et al. 2006; Calder et al. 2009). A presença de teores elevados de C18:1_{cis-9} na carne é desejável dado o seu contributo na redução do risco no desenvolvimento de patologias cardiovasculares, dada a sua ação hipocolesterolémica, com a vantagem de não reduzir os níveis séricos das lipoproteínas de alta densidade (HDL) (de Freitas 2006).

Os PUFA contêm duas ou mais ligações duplas de carbono-carbono (Rustan and Drevon 2001). Os PUFA classificam-se em diferentes famílias, em que duas são de maior relevância em produtos de origem animal, os ómega-6 (n-6 PUFA) e os ómega-3 (n-3 PUFA) (Spector 1999; Wood et al. 2008). Os ómega-6 possuem a primeira ligação dupla entre o sexto e o sétimo átomo de carbono a partir da extremidade ómega, enquanto os ómega-3 têm a primeira ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono (Rustan and Drevon 2001). Os PUFA mais representativos na carne são o C18:2_{n-6} (ácido linoleico, LA) e o C18:3_{n-3} (ácido α -linolénico, ALA) (Valsta et al. 2005; Wood et al. 2008).

Os ácidos gordos essenciais, que não são sintetizados biologicamente e daí a necessidade de serem incorporados através da dieta, incluem o C18:2_{n-6} e o C18:3_{n-3} (Spector 1999; Martins et al. 2018). O equilíbrio na ingestão diária de alimentos ricos em ómega-6 e ómega-3 (rácio n-6/n-3) é de maior relevância para a saúde humana, dado que estes têm diferentes efeitos moduladores na resposta imunitária e inflamatória, e o desequilíbrio na sua proporção pode ser um dos fatores que contribui para o desenvolvimento de muitas patologias, como neoplasias, doenças inflamatórias e doenças autoimunes (Simopoulos 2008). Deste modo, o C18:2_{n-6}, o principal ómega-6, é metabolizado no organismo em C20:4_{n-6} (ácido araquidónico, ARA) (Simopoulos 1991; Harris et al. 2009). O C20:4_{n-6} estimula a produção de eicosanóides, alguns com efeitos pró-inflamatórios e vasoconstritores como a prostaglandina E₂, tromboxano A₂ e leucotrieno B₄ (Harris et al. 2009), enquanto outros eicosanóides têm um efeito anti-inflamatório como a prostaciclina, lipoxina A₄ e o ácido epóxieicosatrienóico (Serhan 2005). Em oposição, o C18:3_{n-3}, o principal ómega-3, é metabolizado em C20:5_{n-3} (ácido eicosapentaenóico, EPA), C22:5_{n-3} (ácido docosapentaenóico, DPA) e em C22:6_{n-3} (ácido docosahexaenóico, DHA) (Simopoulos 1991; Martins et al. 2018). Os C20:5_{n-3}, C22:5_{n-3} e C22:6_{n-3} são precursores de alguns eicosanóides, como a prostaglandina E₃, tromboxano A₃, prostaciclina 3 e leucotrieno B₅ (Simopoulos 2002). O EPA e o DHA contribuem para a redução do risco de patologias cardiovasculares, e são fundamentais durante o desenvolvimento fetal do cérebro e da visão, e na manutenção dos tecidos neuronais e visuais ao longo da vida (Leaf et al. 2003; Calder 2004), e também contribuem na diminuição do risco de neoplasias, obesidade e diabetes *mellitus* (DM) tipo 2 (WHO 2003).

É ainda de referir que, existem três sistemas de nomenclatura para designar os ácidos gordos, sendo que na nomenclatura ómega os átomos de carbono são contados a partir do grupo metilo (extremidade ω) e o símbolo ómega (ω) ou a letra "n" são utilizados nesta nomenclatura, enquanto na nomenclatura delta os átomos de carbono são contados a partir do grupo carboxilo (extremidade α) e o símbolo usado é o delta (Δ) (Rustan and Drevon 2001; Webb and O'Neill 2008; Calder et al. 2009). Os ácidos gordos insaturados, MUFA e PUFA, podem ainda ser classificados quanto à sua isomeria espacial em ácidos gordos *cis* e *trans*, dependendo da orientação dos átomos de hidrogénio de cada lado da ligação dupla, sendo que no isómero *cis* estão orientados na mesma direção, e no isómero *trans* estão orientados em direções opostas (Rustan and Drevon 2001).

3.5.1.2. Colesterol

O colesterol é o principal esteroide nas células animais, e é indispensável para a viabilidade e proliferação celular. A molécula de colesterol é constituída por quatro anéis de hidrocarbonetos, que são altamente hidrofóbicos, enquanto o grupo hidroxilo (OH) ligado a

uma das extremidades é fracamente hidrofílico, conferindo à molécula de colesterol propriedades anfipáticas (Figura 6) (Goluszko and Nowicki 2005).

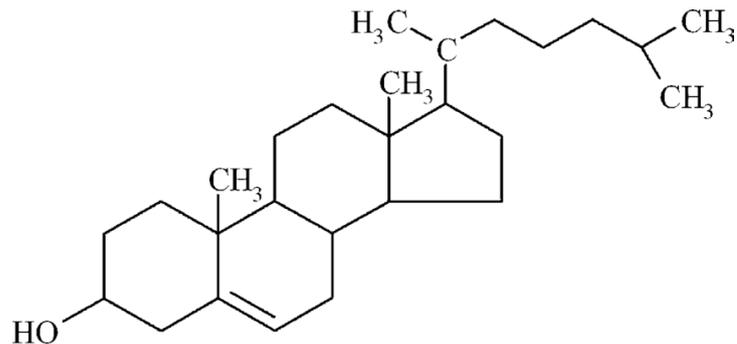


Figura 6. Estrutura molecular do colesterol (adaptado de Raczyński et al. (2006)).

O colesterol é um elemento fundamental na estrutura das membranas celulares, responsável por conferir fluidez (Cooper 2000), e da camada externa das lipoproteínas plasmáticas. É, também o precursor de vários esteroides no organismo, como os corticosteroides e as hormonas sexuais (androgénios, estrogénios e progestagénios) (Hu et al. 2010), dos ácidos biliares (Norlin and Wikvall 2007) e da vitamina D (Bouillon et al. 1998).

O colesterol localiza-se predominantemente ao nível do sarcolema⁵ e das membranas subcelulares (Alasnier et al. 1996; Dinh et al. 2011). O teor de colesterol presente nos músculos é influenciado pelas características do tecido muscular, nomeadamente pelo diâmetro celular em corte transversal e tipo de fibras (I, IIA e IIB) (Chizzolini et al. 1999; Dinh et al. 2011). Em termos estruturais, as fibras musculares de menor diâmetro (tipo I) têm uma maior percentagem de sarcolema em relação ao volume de citoplasma do que as fibras de maior diâmetro (tipo IIB) (Chizzolini et al. 1999), o que confere às fibras oxidativas (tipo I) um maior teor de fosfolípidos e colesterol do que as fibras glicolíticas (IIB) (Alasnier et al. 1996; Chizzolini et al. 1999). Por sua vez, as fibras oxidoglicolíticas (tipo IIA) contém um teor intermédio de colesterol (Alasnier et al. 1996). Em termos metabólicos, as fibras oxidativas possuem uma maior concentração de mitocôndrias, e conseqüentemente um maior teor de colesterol do que as fibras oxidoglicolíticas e glicolíticas, devido à maior concentração de membranas subcelulares (Alasnier et al. 1996; Chizzolini et al. 1999; Dinh et al. 2011).

O colesterol é uma molécula relativamente estável, porém pode sofrer oxidação sob determinadas condições, levando à formação de óxidos de colesterol (oxisteróis) como 7-cetocolesterol, 20-hidroxicolesterol, 25-hidroxicolesterol, 7 α -hidroxicolesterol, 7 β -hidroxicolesterol, 5, 6 α -epóxido, 5, 6 β -epóxido e triol (Hur et al. 2007). Os oxisteróis estão envolvidos na fisiopatologia de doenças relacionadas com a idade, nomeadamente

⁵ Membrana lipoproteica composta por fosfolípidos e colesterol, e que envolve as fibras musculares. Nos outros tipos de células, corresponderia à membrana plasmática.

aterosclerose, DM tipo 2, demência vascular, doença de *Alzheimer*, degeneração macular e cataratas, osteoporose, e neoplasias como carcinoma do cólon e cancro da próstata (Kulig et al. 2016). De forma a prevenir e a reduzir a incidência de várias doenças crônicas como obesidade, patologias do foro cardiovascular e neoplásicas, as recomendações dietéticas aconselham a que a ingestão diária não exceda os 300 miligramas (mg) de colesterol, e que a ingestão de ácidos gordos saturados não seja superior a 10% das calorias totais (Krauss et al. 2000; WHO 2003).

3.5.1.3. Vitamina E

A vitamina E é uma vitamina lipossolúvel e que engloba oito moléculas (Hosomi et al. 1997; Schneider 2005), quatro tocoferóis e quatro tocotrienóis, de estrutura análoga (Brigelius-Flohé and Traber 1999; Schneider 2005) e todas com atividade antioxidante RRR-tocoferol (Brigelius-Flohé and Traber 1999; Brigelius-Flohé et al. 2002).

Os tocoferóis e os tocotrienóis são constituídos por um anel 6-cromanol comum, e diferenciam-se entre si pela sua cadeia lateral constituída por dezasseis carbonos na posição C2, sendo que os tocoferóis contêm uma cauda fitil saturada com três centros quirais, e os tocotrienóis possuem uma cadeia lateral isoprenóide insaturada com três ligações duplas nas posições 3', 7' e 11' (Traber and Packer 1995; Brigelius-Flohé et al. 2002; Yoshida et al. 2003; Schneider 2005). Ambas as estruturas apresentam quatro vitâmeros ou homólogos, α -, β -, γ - e δ -, diferenciando-se na posição e no número de grupos metilo ligados ao anel cromanol (Figura 7) (Hosomi et al. 1997; Quaresma et al. 2008).

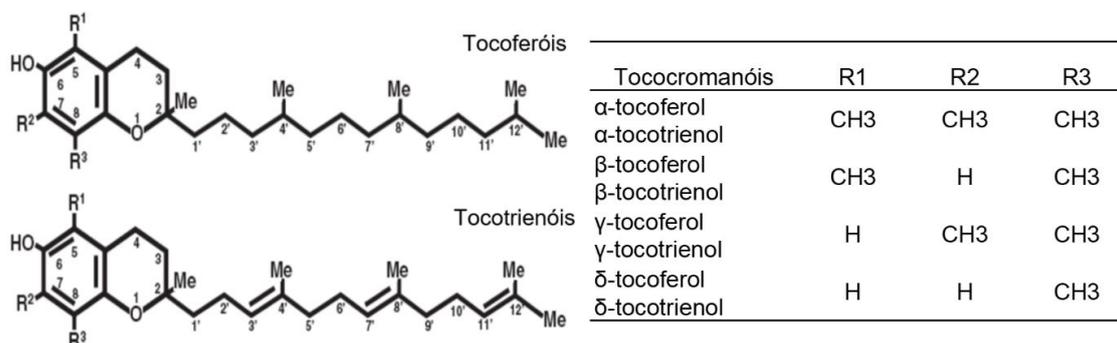


Figura 7. Estrutura química da vitamina E (adaptado de Quaresma et al. (2008)).

A vitamina E, mais especificamente, o α -tocoferol é o principal antioxidante lipossolúvel presente nos tecidos biológicos (Traber and Packer 1995; Schneider 2005) protegendo os fosfolípidos membranares da atividade oxidante das espécies reativas do oxigénio (Brigelius-Flohé and Traber 1999; Brigelius-Flohé et al. 2002), promovendo a integridade celular. No caso da carne, a atividade antioxidante da vitamina E é de extrema importância, pois retarda a oxidação da mesma, o que possibilita a preservação da cor e da qualidade nutricional da carne por mais tempo (Russell et al. 2003; Russell et al. 2004). A oxidação lipídica e da mioglobina, afetam negativamente a qualidade da carne (Buckley et al. 1995), diminuindo o

seu valor nutricional e as suas características organolélicas, e conseqüentemente a aceitabilidade dos consumidores. A oxidação dos ácidos gordos poliinsaturados dos fosfolípidos membranares, e a oxidação da oximioglobina em metamioglobina promovem a rancificação da carne, o que resulta em alterações a nível do *flavour* e cor (Morrissey et al. 1994; Buckley et al. 1995; Renerre et al. 1996; Morrissey et al. 1998).

4. EFEITO DA ESTIRPE E DO SEXO NO RENDIMENTO DE CARÇAÇA E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA NA CARNE DE PATO

4.1. Objetivo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da estirpe (*Cherry Valley versus Grimaud*) e do sexo (macho *versus* fêmea), e a sua interação, nos pesos vivos e na composição da carcaça de pato, nos rendimentos de carcaça, de porções e miudezas, e analisar a composição nutricional da fração lipídica (perfil de ácidos gordos e dimetilacetais, teor de colesterol total e vitamina E) na carne de pato.

4.2. Material e métodos

4.2.1. Material biológico

Para a realização deste estudo foram utilizadas duas estirpes comerciais de pato Pequim (*Anas platyrhynchos*), *Cherry Valley* e *Grimaud*, de ambos os sexos, machos (M) e fêmeas (F). A população em estudo era constituída na totalidade por 50 patos, estando distribuída em dois grupos de 25 aves cada (Tabela 1). Um grupo era constituído por 25 patos Pequim *Cherry Valley* (17 M e 8 F), e outro grupo por 25 patos Pequim *Grimaud* (18 M e 7 F) (Tabela 1). As aves utilizadas no estudo foram cedidas pela Marinhave S.A. (Santo Estêvão, Benavente), entidade responsável pela produção e pelo abate dos patos, e desmancha das respetivas carcaças.

Tabela 1. População de patos Pequim em estudo, distribuída consoante estirpe e sexo.

Estirpe \ Sexo	Sexo		Total
	Macho	Fêmea	
<i>Cherry Valley</i>	17	8	25
<i>Grimaud</i>	18	7	25
Total	35	15	50

Para a determinação da qualidade nutricional da fração lipídica foram utilizados, 50 peitos (*pectoralis major* e *pectoralis minor*) (25 CV e 25 G) e 50 pernas (25 CV e 25 G). Porém, e dado que algumas amostras não se apresentavam nas condições ideais para serem submetidas à análise estatística, temos então que foram utilizados ao todo 47 peitos (25 CV e 22 G) e 49 pernas (24 CV e 25 G) de pato para a determinação do perfil de ácidos gordos e dimetilacetais (Tabela 2). Por outro lado, utilizaram-se na totalidade 45 peitos (22 CV e 23 G) e 44 pernas (25 CV e 19 G) de pato para a determinação do teor de colesterol total e vitamina E (Tabela 3).

Tabela 2. Amostras de carne utilizadas na determinação do perfil de ácidos gordos e dimetilacetais, distribuídas consoante estirpe, sexo e porção.

		Porção	
		Peito	Perna
Estirpe e Sexo			
<i>Cherry Valley</i>		25	24
	Macho	17	16
	Fêmea	8	8
<i>Grimaud</i>		22	25
	Macho	16	18
	Fêmea	6	7
Total		47	49

Tabela 3. Amostras de carne utilizadas na determinação do teor de colesterol total e vitamina E, distribuídas consoante estirpe, sexo e porção.

		Porção	
		Peito	Perna
Estirpe e Sexo			
<i>Cherry Valley</i>		22	25
	Macho	15	17
	Fêmea	7	8
<i>Grimaud</i>		23	19
	Macho	16	13
	Fêmea	7	6
Total		45	44

4.2.2. Preparação da amostra

Todos os procedimentos de abate e conversão da ave em carcaça, e de desmancha das respetivas carcaças, foram realizados no matadouro da Marinhave S.A. (Santo Estêvão, Benavente). Os patos foram criados, e abatidos, em condições semelhantes de forma a minimizar quaisquer outros fatores externos que pudessem influenciar os resultados obtidos. Quando atingiram a idade de abate, cerca de 45 dias, 25 patos de cada estirpe, e de ambos os sexos, foram abatidos aleatoriamente. Antes do abate, os patos foram pesados, e os pesos foram registados. O abate dos patos iniciou-se com a pendura, pelos metatarsos, nos ganchos da linha de abate, foram posteriormente insensibilizados por eletronarcole em tanque de água, e sangrados com recurso a uma serra automática através da secção dos principais vasos sanguíneos do pescoço. Após a sangria, os patos foram escaldados, e depenados, mecanicamente, e sujeitos a uma dupla depena com cera. A seguir à depena, foram efetuados o corte e separação da cabeça, corte das patas, evisceração, lavagem final, e procedeu-se à

pesagem das carcaças evisceradas, antes da refrigeração. Após a refrigeração, as carcaças foram novamente pesadas, e desmanchadas. Cada carcaça foi desmanchada em pescoço sem pele, asas com pele, peito, perna (incluindo a coxa), até sobrar o canastro. O canastro era composto pelo esqueleto provido de uma certa quantidade de músculos esqueléticos (intercostais, dorsais, supraescapulares), e dos rins. Todas as porções da carcaça foram pesadas com precisão.

À FMV chegaram as vísceras, os peitos e as pernas de pato, devidamente identificados de acordo com a estirpe e o sexo. Na FMV procedeu-se à limpeza e dissecação das vísceras, e à pesagem das vísceras edíveis (coração, fígado e moela). As gorduras viscerais foram removidas, e pesou-se a gordura abdominal. Removeu-se a pele, tendões e outras estruturas adjacentes à componente muscular, dos peitos e das pernas. A carne resultante de cada porção foi homogeneizada, separadamente consoante a porção (peito ou perna), numa picadora *Moulinex* (3 x 5 segundos). A carne de cada porção foi embalada a vácuo em sacos de polietileno, tendo sido armazenada em congelação a uma temperatura de -18 °C (grau Celsius).

4.2.3. Determinação do rendimento de carcaça

4.2.3.1. Material utilizado

- Balança (Gilbertini, E42).

4.2.3.2. Medições e observações

Antes e após o abate dos patos, na desmancha, e durante o processamento das diferentes porções e miudezas em estudo, foram registados os seguintes parâmetros, em g: peso vivo ao abate, peso da carcaça eviscerada (a quente) e refrigerada, peso do peito, da perna, da asa, do pescoço, das vísceras edíveis (coração, fígado e moela), da cabeça, das patas, da gordura abdominal, e do canastro (composto pelos ossos, alguns músculos esqueléticos, rins, pele e gordura subcutânea).

4.2.3.3. Cálculo dos rendimentos

O rendimento de carcaça (RC) foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$RC = (\text{Peso da Carcaça Refrigerada (g)} / \text{Peso Vivo ao Abate (g)}) \times 100.$$

As proporções das porções individuais, e das vísceras edíveis da carcaça foram determinadas em função do peso da respetiva carcaça refrigerada:

$$\% = (\text{Peso da Porção Individual ou da Víscera (g)} / \text{Peso da Carcaça Refrigerada (g)}) \times 100.$$

As perdas no enxugo (PE) foram determinadas de acordo com a seguinte equação:

$$PE = [(\text{Peso da Carcaça Eviscerada (g)} - \text{Peso da Carcaça Refrigerada (g)}) / \text{Peso da Carcaça Eviscerada (g)}] \times 100.$$

4.2.4. Determinação do perfil de ácidos gordos e dimetilacetais

4.2.4.1. Material utilizado

- Banho-maria com termóstato e agitação (GFL, 1083);
- Centrífuga Sigma, modelo 6K10 (Laboratory Centrifuges GmbH, Melsungen, Alemanha);
- Tubos de vidro borossilicado de 16 mililitros (ml) (Kimax), tampa com vedante teflon;
- Viais de cromatografia gasosa (GC);
- Vórtex (Heidolph, Multireax).

4.2.4.2. Reagentes utilizados

- Ácido sulfúrico (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Hidróxido de potássio (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Metanol (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- n-Hexano (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Sulfato de sódio anidro (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha).

4.2.4.3. Soluções preparadas

- Padrão interno, ácido nonadecanóico (C19:0) (0,5 mg/ml em metanol);
- Solução de ácido sulfúrico em água (24NH₂SO₄; 12M);
- Solução de hidróxido de potássio em água (10NKOH).

4.2.4.4. Transesterificação e extração dos ácidos gordos

No presente estudo, os ácidos gordos foram analisados por cromatografia gasosa na forma de ésteres metílicos. Os ésteres metílicos de ácidos gordos (FAME) foram obtidos por transesterificação direta em meio ácido, através da técnica descrita por O'Fallon et al. (2007). Descongelou-se previamente as amostras, e pesou-se 1 g de amostra homogeneizada para tubos de vidro borossilicado de 16 ml (Kimax), adicionou-se 0,5 ml de padrão interno (C19:0, 0,5 mg/ml em metanol), 0,7 ml de solução de hidróxido de potássio (10NKOH), e 5,3 ml de metanol. De seguida, agitou-se durante 1 minuto em vórtex. Colocou-se os tubos em banho-maria, a uma temperatura de 55 °C durante 1 hora e 30 minutos, e agitaram-se os tubos no vórtex, durante 5 segundos, de 20 em 20 minutos. Depois do banho-maria, arrefeceram-se os tubos em água a temperatura ambiente e adicionou-se 0,58 ml de solução de ácido sulfúrico (24NH₂SO₄; 12M), agitaram-se os tubos no vórtex até à formação de precipitado, e colocaram-se os tubos novamente em banho-maria a 55 °C durante 1 hora e 30 minutos, agitando os tubos no vórtex, durante 5 segundos, de 20 em 20 minutos. Após o arrefecimento da solução, adicionou-se 3 ml de n-Hexano, agitou-se, centrifugou-se durante 5 minutos a 1500 G, e aspirou-se o sobrenadante (fase de n-Hexano) para novos tubos, os quais já continham 0,5 g de sulfato de sódio anidro. Os novos tubos foram centrifugados, novamente durante 5 minutos

a 1500 G, e o sobrenadante foi transferido para viais de GC, os quais foram armazenados a uma temperatura de -20 °C até se efetuar a cromatografia gasosa.

4.2.4.5. Cromatografia gasosa com detetor de ionização de chama

4.2.4.5.1. Material utilizado

- Cromatógrafo gasoso, Shimadzu GC2010-plus (Shimadzu, Quioto, Japão);
- Sistema de cromatografia gasosa de injeção manual, equipado com uma coluna capilar de sílica-fundida (SupraWax-280, 10 m x 0,10 mm x 0,10 µm, Teknokroma, Barcelona, Espanha) e um detetor de ionização de chama (GC-FID).

4.2.4.5.2. Reagentes e soluções

- Gás de arraste, hélio comercial;
- Mistura padrão de ácidos gordos (FAME mix 37 components, Supelco Inc., Bellefont, PA, EUA).

4.2.4.5.3. Análise

Os ácidos gordos foram analisados por cromatografia gasosa com detecção por ionização de chama (GC-FID), utilizando-se um equipamento Shimadzu GC2010-plus (Shimadzu, Quioto, Japão) equipado com uma coluna capilar de sílica-fundida (SupraWax-280, 10 m x 0,10 mm x 0,10 µm, Teknokroma, Barcelona, Espanha). Durante a análise, o injetor e o detetor foram mantidos a 250 °C e 280 °C, respetivamente. Utilizou-se hélio como gás de arraste a pressão constante de 296,7 KPa e foi injetado 1 µl de amostra. A temperatura do forno foi programada para iniciar a 120 °C, aumentou até aos 175 °C a 35 °C/min e foi mantida durante 0,5 minutos, posteriormente aumentou até aos 260 °C a 70 °C/min. A identificação dos ácidos gordos foi feita por comparação com padrões comerciais (FAME mix 37 components, Supelco Inc., Bellefont, PA, EUA). Os ácidos gordos foram expressos em percentagem do total de ácidos gordos (FA) mais dimetilacetais (DMA) identificados (g/100g de FA + DMA totais).

4.2.4.6. Cálculo dos rácios e índices de qualidade do perfil de ácidos gordos

A relação nutricional entre os ácidos gordos poliinsaturados e saturados (rácio P/S) foi calculada conforme a equação anteriormente estabelecida pelo British Department of Health (1994), enquanto a relação entre os ómega-6 e ómega-3 foi calculada considerando todos os ácidos gordos poliinsaturados n-6 e n-3 detetados:

$$P/S = [(C18:2_{n-6}) + (C18:3_{n-3}) / (C14:0 + C16:0 + C18:0)];$$

$$n-6/n-3 = [\sum(n-6) / \sum(n-3)].$$

A relação entre os ácidos gordos hipocolesterolémicos e os hipercolesterolémicos (rácio h/H) foi calculada segundo a equação, anteriormente estabelecida por Santos-Silva et al. (2002):

$$h/H = [(C18:1_{cis-9} + C18:2_{n-6} + C18:3_{n-3} + C20:4_{n-6} + C20:5_{n-3} + C22:5_{n-3} + C22:6_{n-3}) / (C14:0 + C16:0)].$$

Os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) foram determinados de acordo com as respetivas equações (Ulbricht and Southgate 1991):

$$IA = (C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0) / [(\sum MUFA + \sum(n-6) + \sum(n-3))];$$

$$IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [0,5 \times \sum MUFA + 0,5 \times \sum(n-6) + 3 \times \sum(n-3) + \sum(n-3) / \sum(n-6)].$$

O índice de peroxidabilidade (IP) foi calculado de acordo com a equação anteriormente proposta por Arakawa and Sagai (1986):

$$IP = (\% \text{ monoenóico} \times 0,025) + (\% \text{ dienóico} \times 1) + (\% \text{ trienóico} \times 2) + (\% \text{ tetraenóico} \times 4) + (\% \text{ pentaenóico} \times 6) + (\% \text{ hexaenóico} \times 8).$$

4.2.5. Determinação do teor de colesterol total e vitamina E

4.2.5.1. Material utilizado

- Balança (Gilbertini, E42);
- Banho-maria com termóstato e agitação (GFL, 1083);
- Centrífuga Sigma, modelo 6K10 (Laboratory Centrifuges GmbH, Melsungen, Alemanha);
- Filtros de seringa hidrofóbicos de 0,45 µm (GHP Acrodisc, Life Sciences);
- Seringa de vidro (Originali Leber, Itália);
- Tubos de vidro borossilicado de 16 ml (Kimax), tampa com vedante teflon;
- Viais de cromatografia de cor âmbar de 1,5 ml (VWR);
- Vórtex (Heidolph, Multireax).

4.2.5.2. Reagentes utilizados

- Ácido ascórbico (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Água desionizada e ultra-purificada (Mili-Q, Tipo I);
- Azoto (Gasin, Portugal);
- Hidroxitolueno butilado (BHT) (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Etanol absoluto (99,8% puro) (AGA, Portugal);
- Isopropanol (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- n-Hexano (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Sulfato de sódio anidro (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha).

4.2.5.3. Soluções preparadas

- Solução de n-Hexano com antioxidante (BHT na concentração de 25 mg/l);
- Solução de saponificação (solução metanólica de hidróxido de potássio 11%), KOH (Merck) 11% (w/v) em etanol absoluto 55% (v/v) e água ultra-pura 45% (v/v);
- Solução móvel para HPLC, 1% de isopropanol (1 ml) em n-Hexano (99 ml).

4.2.5.4. Saponificação e extração

Para a quantificação simultânea dos teores de colesterol total e vitamina E, a técnica utilizada foi a cromatografia líquida de alta pressão (HPLC) em fase normal, na qual ocorre uma saponificação direta, e há extração dos resíduos lipofílicos com n-Hexano. O método de saponificação e extração utilizado foi o anteriormente descrito por Prates et al. (2006). Descongelou-se as amostras homogeneizadas, e pesou-se 0,750 g de cada amostra para tubos de vidro borossilicado de 16 ml (Kimax). Adicionou-se 0,2 g de ácido ascórbico e 5,5 ml de solução de saponificação (solução metanólica de hidróxido de potássio 11%), e agitou-se de imediato os tubos no vórtex para evitar a aglomeração da amostra. Substituiu-se a atmosfera dos tubos por azoto, e os tubos foram novamente agitados até à completa homogeneização da amostra. A saponificação decorreu em banho-maria, a uma temperatura de 80 °C e a uma agitação de 200 rpm durante 15 minutos, seguida de 1 minuto de arrefecimento em água a temperatura ambiente. Após o arrefecimento dos tubos, adicionou-se 1,5 ml de água desionizada e ultra-purificada (Mili-Q) e 3 ml de solução de n-Hexano com antioxidante (BHT na concentração de 25 mg/l), e agitou-se vigorosamente os tubos no vórtex durante 2 minutos. De seguida, e de forma a acelerar a separação de fases, centrifugou-se os tubos durante 5 minutos a 2500 rpm. Aspirou-se o sobrenadante (fase de n-Hexano) para novos tubos de vidro borossilicado, aos quais já se tinha adicionado 0,10 g de sulfato de sódio anidro, e agitou-se durante 10 segundos no vórtex. Transferiu-se o conteúdo líquido para uma seringa de vidro com um filtro de seringa hidrófobo acoplado, e filtrou-se o n-Hexano para vias de cromatografia de cor âmbar de 1,5 ml. Os vias foram armazenados a uma temperatura de -20 °C até à conclusão das análises.

4.2.5.5. Cromatografia líquida de alta pressão

4.2.5.5.1. Material utilizado

- Bomba (Waters 515 HPLC Pump);
- Coluna (Nova Pack Silica 4 µm, Waters 010025);
- Detetor de fluorescência (Waters 474 Scanning Fluorescence Detector);
- Detetor de fotodíodos UV-visível (Waters 2487 Dual λ Absorbance Detector);
- Injetor automático (Waters 717 Plus Autosampler).

4.2.5.5.2. Reagentes e soluções

- Fase móvel, 1% de isopropanol em n-Hexano.

4.2.5.5.3. Análise

Na análise simultânea de colesterol total e vitamina E (α -tocoferol) nas amostras, foi utilizada uma coluna de sílica de fase normal (Zorbax RX-Sil com a pré-coluna analítica 12,5 mm, 4,6 mm ID x 250 mm; 5 μ m de tamanho de partícula, Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA) ajustada a 20 °C, um detetor de fluorescência para vitamina E (excitação a um comprimento de onda de 295 nm e emissão a um comprimento de onda de 325 nm) e um detetor de fotodíodos UV-visível para colesterol (comprimento de onda de 202 nm). De forma a obter volumes dentro do intervalo de linearidade das duas curvas padrão, o volume de amostra injetado variou entre 20 e 100 μ l. A fase móvel foi constituída por 1% de isopropanol em n-Hexano com um fluxo de 1,0 ml/min, e o tempo de corrida foi de 17 minutos. Os teores de colesterol total e vitamina E foram determinados com base na técnica de padrão externo, a partir da área do pico da curva padrão *versus* concentração. O teor de colesterol total foi expresso em mg/100g de carne, enquanto o teor de α -tocoferol foi expresso em μ g/g de carne.

4.2.6. Análise descritiva e estatística

Através do *Microsoft Office Excel 365* foi possível registrar todos os dados em suporte informático, bem como calcular toda a estatística descritiva, e gerar figuras, tabelas e gráficos.

O tratamento estatístico dos dados foi realizado a dois tempos. Os dados referentes ao rendimento de carcaça, perfil de ácidos gordos e dimetilacetais, e teor de colesterol total e vitamina E, foram submetidos à análise de variância com recurso ao programa *Statistical Analysis System* (SAS 2004) através do procedimento *General Linear Model* (GLM). O método estatístico utilizado envolveu um modelo que incluiu os seguintes efeitos principais: estirpe (E), sexo (S), e a sua interação (E*S). Por outro lado, os dados referentes ao perfil de ácidos gordos e dimetilacetais, e teor de colesterol total e vitamina E, foram, novamente, analisados usando o PROC MIXED do SAS, em que se considerou a estirpe, porção (P), e a interação da estirpe com a porção (E*P), como os efeitos principais. As médias dos quadrados mínimos (LSM), o erro padrão da média (SEM) ou o desvio padrão residual (RSD), dependendo se o número de amostras é idêntico entre grupos ou difere, foram apresentados nas tabelas. Quando foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) ou muito significativas ($P < 0,01$) procedeu-se à comparação múltipla das médias ajustadas pelo método de Tukey-Kramer.

4.2.7. Superioridade e inferioridade

A superioridade e a inferioridade foram determinadas segundo as respetivas equações:

$$\text{Superioridade} = [(\text{Maior} - \text{Menor}) / \text{Menor}] \times 100;$$

Inferioridade = [(Maior - Menor) / Maior] x 100.

4.3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos, e respetiva discussão, são apresentados de seguida de acordo com a sequência anteriormente estabelecida (determinação do rendimento de carcaça, do perfil de ácidos gordos e dimetilacetais, e do teor de colesterol total e vitamina E).

No presente estudo, para além da caracterização da qualidade nutricional da fração lipídica na carne de pato Pequim, ainda nos foi possível avaliar o efeito da estirpe (CV vs. G), do sexo (M vs. F) e da porção (peito vs. perna) na qualidade nutricional da fração lipídica.

Ao contrário do que fora inicialmente planeado, e devido a problemas técnicos, não nos foi possível determinar o perfil de aminoácidos na carne de pato.

4.3.1. Rendimento de carcaça

Os efeitos da estirpe (CV vs. G) e do sexo (M vs. F), bem como suas interações, nos pesos dos diferentes parâmetros em estudo, e nos rendimentos de carcaça encontram-se disponibilizados na Tabela 4.

Tabela 4. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, nos pesos, e nos rendimentos de carcaça de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>		<i>Grimaud</i>		RSD	Análise Estatística		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea		E	S	E*S
Pesos¹								
Peso Vivo ao Abate	3251,47	2772,50	3028,33	2832,14	286,437	0,361	<0,001	0,117
Peso de Carcaça Eviscerada	1983,82	1649,38	1780,28	1666,43	233,199	0,202	0,003	0,133
Peso de Carcaça Refrigerada	1929,71	1625,00	1727,72	1644,29	253,229	0,249	0,017	0,164
Peito	438,53	348,75	363,89	353,57	73,764	0,133	0,033	0,088
Perna	477,94	413,13	431,11	407,86	43,793	0,061	0,002	0,132
Asa	265,88	232,50	240,00	217,14	23,754	0,007	<0,001	0,477
Pescoço	112,65	97,50	111,67	114,29	19,183	0,189	0,296	0,141
Coração	14,71	15,00	15,00	15,71	4,024	0,687	0,687	0,867
Fígado	79,59 ^a	63,19 ^{a,b}	61,67 ^b	69,29 ^{a,b}	17,484	0,280	0,421	0,031
Moela	108,82	93,13	91,39	87,57	14,258	0,012	0,032	0,184
Cabeça	123,82	110,63	113,89	110,71	10,731	0,145	0,017	0,138
Patás	78,82	68,75	68,33	60,00	8,027	<0,001	<0,001	0,728
Gordura Abdominal	19,94	20,50	22,56	28,93	6,263	0,007	0,080	0,140
Canastro	762,94	638,75	728,89	670,00	76,821	0,953	<0,001	0,176
Rendimentos²								
Rendimento de Carcaça	59,44	58,68	57,08	58,13	0,062	0,451	0,942	0,636
Perdas no Enxugo	1,70	1,48	2,87	1,30	0,102	0,875	0,777	0,830
Peito	23,21	21,04	21,22	21,49	0,045	0,582	0,501	0,385
Perna	25,35	25,56	25,13	24,84	0,034	0,659	0,971	0,819
Asa	14,07	14,30	14,03	13,23	0,017	0,312	0,607	0,346
Pescoço	5,94	6,07	6,52	6,96	0,012	0,044	0,436	0,666
Coração	0,77	0,94	0,88	0,97	0,002	0,385	0,094	0,618
Fígado	4,23	3,98	3,68	4,27	0,013	0,760	0,685	0,311
Moela	5,81	5,73	5,36	5,33	0,011	0,209	0,864	0,941
Cabeça	6,57	6,86	6,66	6,76	0,009	0,982	0,485	0,732
Patás	4,18	4,32	4,01	3,67	0,007	0,080	0,668	0,299
Gordura Abdominal	1,04	1,27	1,32	1,76	0,004	0,001	0,004	0,346
Canastro	40,50	39,55	42,50	40,75	0,061	0,398	0,474	0,832

Legenda: 1, expresso em grama (g). 2, expresso em percentagem (%). RSD, desvio padrão residual. E, estirpe. S, sexo. E*S, interação entre estirpe (E) e sexo (S). A diferentes supraescritos na mesma linha correspondem a diferenças estatisticamente significativas (P<0,05).

O peso vivo ao abate foi significativamente (P<0,01) superior nos machos do que nas fêmeas (3139,9 e 2802,3 g, respetivamente), o que corresponde a uma superioridade dos machos de 12,0%. Consequentemente, os pesos das carcaças, eviscerada (P<0,01) e

refrigerada ($P < 0,05$), foram significativamente superiores nos machos, sendo que a superioridade dos machos relativamente às fêmeas foi de 13,5 e 11,9%, respetivamente (correspondendo a uma diferença de 224,1 g no peso de carcaça eviscerada, e 194,1 g no peso de carcaça refrigerada). Os pesos do peito ($P < 0,05$) e da perna ($P < 0,01$) foram, igualmente, superiores nos machos (401,2 e 454,5 g, respetivamente) do que nas fêmeas (351,2 e 410,5 g, respetivamente), o que equivale a uma superioridade dos machos de 14,3 e 10,7% nos pesos do peito e da perna, respetivamente. Os pesos da asa foram, simultânea e significativamente ($P < 0,01$) superiores na estirpe *Cherry Valley*, e nos machos, em que a superioridade da estirpe *Cherry Valley* relativamente à *Grimaud* foi de 9,0%, e a superioridade dos machos comparativamente às fêmeas foi de 12,5%. Do mesmo modo, os pesos de moela ($P < 0,05$) e patas ($P < 0,01$) foram significativamente superiores na estirpe *Cherry Valley*, e nos machos, correspondendo a uma superioridade da estirpe *Cherry Valley* de 12,8 e 15,0% relativamente à *Grimaud* nos pesos de moela e patas, respetivamente; enquanto a superioridade dos machos comparativamente às fêmeas foi de 10,8% no peso de moela e de 14,3% no peso de patas. Os pesos de cabeça ($P < 0,05$) e canastro ($P < 0,01$) foram significativamente mais altos nos machos do que nas fêmeas, sendo que a superioridade dos machos em comparação às fêmeas foi de 7,4% no peso de cabeça, e de 14,0% no peso de canastro. Por fim, o peso da gordura abdominal foi significativamente ($P < 0,01$) superior na estirpe *Grimaud* do que na estirpe *Cherry Valley*, em que a sua superioridade foi de 27,3% (correspondendo a uma diferença de 5,5 g).

De referir ainda que, o peso do fígado foi influenciado por uma interação estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre a estirpe e o sexo. Os machos *Cherry Valley* e *Grimaud*, apresentaram os pesos de fígado mais alto e mais baixo (79,6 e 61,7 g, respetivamente), diferindo significativamente ($P < 0,05$) entre si, enquanto as fêmeas das duas estirpes apresentaram pesos intermédios, não diferindo significativamente ($P > 0,05$) entre si (apresentado um peso médio de 66,2 g) e dos machos.

No nosso estudo, as proporções também foram significativamente influenciadas pela estirpe e pelo sexo. As proporções de pescoço ($P < 0,05$) e gordura abdominal ($P < 0,01$), em função do peso da carcaça refrigerada, foram significativamente superiores na estirpe *Grimaud* do que na estirpe *Cherry Valley*, em que a superioridade da estirpe *Grimaud* foi de 12,2% na proporção de pescoço, e de 33,3% na proporção de gordura abdominal. Por último, a proporção de gordura abdominal foi também significativamente ($P < 0,01$) superior nas fêmeas, o que corresponde a uma superioridade das fêmeas de 28,4% em relação à proporção de gordura abdominal determinada nos machos.

Em ambas as estirpes, o peso vivo ao abate foi alto, tendo variado entre 2772,5 e 3251,5 g na estirpe *Cherry Valley* e entre 2832,1 e 3028,3 g na estirpe *Grimaud*, o que é indicativo do alto potencial genético das estirpes usadas na produção de carne. Contudo,

estas não alcançaram o peso de abate desejado aos 42 dias (3,5 a 3,6 Kg para a estirpe *Cherry Valley*, e 3,5 Kg para a *Grimaud*) (Grimaud Frères 2017; Cherry Valley Farms Ltd. 2021a). A diferença observada entre o peso vivo obtido no estudo para ambas as estirpes e o seu potencial de crescimento, pode ter resultado de não estarem garantidas as condições ideais de produção. A ausência de diferenças significativas no peso vivo ao abate entre estirpes observada no nosso estudo, está em consonância com os resultados de outros estudos (Kokoszyński et al. 2015; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Bašić, et al. 2021), embora também existam estudos onde se observou uma superioridade da estirpe *Cherry Valley* relativamente à *Grimaud* (El-Edel et al. 2015), sendo esta de 5,2% (o que corresponde a uma diferença de 150,2 g).

Por outro lado, e tendo sempre em consideração que ambas as estirpes foram produzidas e abatidas nas mesmas condições, os parâmetros aqui analisados sugerem um dimorfismo sexual bastante marcado, em que os machos apresentam melhores parâmetros de carcaça do que as fêmeas. A diferença observada entre sexos no peso vivo, está de acordo com resultados previamente publicados (Sari et al. 2013), em que a superioridade dos machos relativamente às fêmeas foi de 7,1 e 8,6% às seis e oito semanas de vida, respetivamente. As diferenças observadas no peso vivo ao abate, podem dever-se ao efeito das hormonas androgénicas no metabolismo proteico e no desenvolvimento dos músculos esqueléticos (Hong et al. 2014), o que também se refletiu no nosso estudo, onde o peito ($P < 0,05$) e a perna ($P < 0,01$) dos machos apresentaram pesos significativamente superiores aos das fêmeas. O maior peso corporal dos machos relativamente às fêmeas, também pode ser devido a uma maior eficiência alimentar (Dong and Ogle 2003; Etuk et al. 2006). Na análise das vísceras edíveis observaram-se diferenças significativas no peso de moela, tanto entre estirpes como entre sexos, embora não se tenham observado diferenças significativas na proporção de moela, entre as estirpes e os sexos. O fígado revelou a existência de uma interação estatisticamente significativa entre a estirpe e o sexo, com as fêmeas de ambas as estirpes a apresentarem valores intermédios aos dos machos, dos quais não diferem significativamente. Por outro lado, o fígado de pato *Grimaud* macho apresentou um peso significativamente inferior ao seu congénero *Cherry Valley*. Esta diferença no peso de fígado não é relevante do ponto de vista da rentabilidade, uma vez que o fígado de pato Pequim não apresenta um valor acrescentado, mas pode comprometer o seu adequado crescimento, na medida em que o fígado é o principal órgão envolvido no metabolismo energético e lipídico das aves (Zaefarian et al. 2019). Em contrapartida, a maior quantidade de gordura abdominal observada nas carcaças das fêmeas pode estar relacionada com a secreção de estrogénio, que é responsável pelo aumento da síntese hepática de lipoproteínas da gema (Kaewtapee et al. 2018). Assim sendo, a deposição de gordura abdominal nas fêmeas aumenta se os lípidos na corrente sanguínea não forem utilizados para a produção da gema de ovo (Lorenz et al. 1938).

Dado estas evidências, é discutível se o dimorfismo sexual nas estirpes é suficiente para justificar a produção separada por sexos, e se o abate mais precoce dos machos relativamente às fêmeas não seria em termos produtivos e económicos mais rentável.

Para além da estirpe e do sexo, o peso corporal dos patos pode ser influenciado por outros fatores, como idade, dieta (incluindo a quantidade de ração ingerida), composição nutricional da dieta (Murawska 2012; Kokoszyński et al. 2015; Kokoszyński, Wasilewski, et al. 2019), densidade animal (Onbaşilar and Yalçin 2018), iluminação (El-Edel et al. 2015), e sistema de produção (Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Bašić, et al. 2021). Partindo do pressuposto que os patos aqui estudados beneficiariam de igual nutrição e manejo produtivo, e foram abatidos nas mesmas condições, as diferenças observadas devem-se sobretudo à variabilidade genética entre as estirpes e os sexos.

A carne é o componente mais valioso da carcaça (Stęczny et al. 2017). Ao comparar os principais parâmetros de carcaça avaliados no presente estudo com estudos anteriores, temos que a relação percentual entre o peso da carcaça refrigerada e o peso vivo ao abate (RC) determinada neste estudo variou entre 57,1 e 59,4%, a qual foi inferior aos rendimentos de carcaça publicados nestas estirpes (63,6 a 68,6%) (Kokoszyński, Wasilewski, et al. 2019; Kokoszyński, Piwczyński, et al. 2019; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Bašić, et al. 2021). O peito representou cerca de 21,0 a 23,2% do peso da carcaça refrigerada, sendo estas proporções intermédias às anteriormente descritas para as estirpes em estudo, que oscilaram entre 17,6 e 35,9% (Kokoszyński 2011; Kokoszyński et al. 2015; Stęczny et al. 2017; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Bašić, et al. 2021). A proporção de perna nas carcaças das duas estirpes foi, em média, de 25,2%, valor este superior ao anteriormente registado nestas estirpes (21,6 a 22,9%) (Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Bašić, et al. 2021). Os diferentes valores na rentabilidade das principais porções da carcaça entre os vários autores, são sugestivos de que os patos poderão ter sido submetidos a diferentes pressões de seleção. Em termos de proporção de asa, os nossos resultados (13,2 a 14,3%) foram semelhantes aos anteriormente observados (11,9 a 13,9%) (Kokoszyński et al. 2015; Stęczny et al. 2017; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Bašić, et al. 2021). A proporção de pescoço (5,9 a 7,0%) foi também semelhante aos valores anteriormente verificados (6,6 a 7,3%) (Kokoszyński et al. 2015; Stęczny et al. 2017).

O canastro era constituído por pequenos músculos esqueléticos (intercostais e dorsais), ossos, pele e gordura subcutânea, e esta parte é reaproveitada na preparação de caldos e sopas. O peso do canastro (638,8 a 762,9 g), e a sua proporção (39,6 a 42,5%) foram elevados, e bastante superior aos valores anteriormente observados (21,4 a 26,4%) (Kokoszyński et al. 2015; Stęczny et al. 2017; Kokoszyński, Wasilewski, et al. 2019).

4.3.2. Perfil de ácidos gordos e dimetilacetais

Na Tabela 5, encontram-se disponibilizados os somatórios dos principais grupos de FA e DMA, na carne de ambas as estirpes e de ambos os sexos em estudo, bem como os rácios (P/S, n-6/n-3, e h/H) e índices (IA, IT e IP) de qualidade da fração lipídica.

Tabela 5. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, nos somatórios dos principais grupos de ácidos gordos e dimetilacetais, e nos rácios e índices de qualidade da fração lipídica na carne de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>		<i>Grimaud</i>		RSD	Análise Estatística		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea		E	S	E*S
TFA ¹	15,75	16,01	15,18	15,14	9,265	0,730	0,957	0,943
Somatórios²								
Σ SFA	29,77	30,16	30,02	30,00	2,325	0,931	0,718	0,699
Σ MUFA	30,30	29,55	31,24	31,27	8,063	0,463	0,841	0,831
Σ PUFA	37,34	37,29	35,99	35,91	4,727	0,197	0,950	0,989
Σ n-6 PUFA	35,40	34,89	34,35	34,28	4,471	0,408	0,772	0,829
Σ n-3 PUFA	1,94	2,40	1,63	1,63	0,988	0,016	0,314	0,298
Σ DMA	2,58	2,99	2,75	2,82	1,596	0,997	0,500	0,636
Rácios								
P/S	0,86	0,85	0,85	0,83	0,150	0,538	0,691	0,916
n-6/n-3	19,34	18,70	21,14	21,35	3,136	0,002	0,759	0,544
h/H	3,15	3,20	3,14	3,16	0,251	0,671	0,541	0,722
Índices								
IA	0,31	0,32	0,31	0,31	0,025	0,441	0,925	0,455
IT	0,74	0,72	0,76	0,75	0,087	0,192	0,468	0,810
IP	76,63	78,58	72,48	73,00	23,278	0,352	0,813	0,891

Legenda: 1, expresso em mg/g de matéria seca. 2, expresso em g/100g de FA + DMA totais. RSD, desvio padrão residual. E, estirpe. S, sexo. E*S, interação entre estirpe (E) e sexo (S).

A estirpe influenciou significativamente o teor total de n-3 PUFA e o rácio n-6/n-3. O teor total de n-3 PUFA na carne da estirpe *Cherry Valley* foi significativamente ($P < 0,05$) superior ao teor determinado na estirpe *Grimaud*, em que a superioridade da estirpe *Cherry Valley* foi de 33,1% (correspondendo a uma diferença de 0,5 g/100g de FA + DMA totais), o que naturalmente se traduziu num n-6/n-3 significativamente ($P < 0,01$) inferior na estirpe *Cherry Valley*.

Os efeitos da estirpe e do sexo, e suas interações, na composição e no teor de ácidos gordos, e de dimetilacetais, na carne de pato Pequim encontram-se representados na Tabela 6.

Tabela 6. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, no perfil de ácidos gordos e dimetilacetais na carne de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>		<i>Grimaud</i>		RSD	Análise Estatística		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea		E	S	E*S
Ácidos Gordos¹								
C12:0	0,46	1,09	0,47	0,53	1,069	0,255	0,155	0,234
C14:0	0,36	0,31	0,36	0,36	0,091	0,209	0,256	0,255
C15:0	0,09	0,07	0,07	0,07	0,031	0,213	0,149	0,631
C16:0	19,24	18,76	19,05	18,75	1,075	0,692	0,108	0,700
C17:0	0,19	0,27	0,19	0,18	0,121	0,135	0,197	0,071
C18:0	9,03	9,15	9,26	9,19	2,362	0,800	0,962	0,855
C20:0	0,41	0,51	0,61	0,93	0,328	<0,001	0,005	0,133
C14:1 _{cis-9}	0,04	0,04	0,05	0,04	0,033	0,370	0,310	0,712
C16:1 _{cis-9}	1,85	1,77	1,85	1,90	0,681	0,641	0,920	0,663
C17:1	0,15	0,16	0,16	0,16	0,069	0,603	0,542	0,735
C18:1 _{cis-9}	28,27	27,59	29,18	29,16	7,448	0,457	0,834	0,845
C18:2 _{n-6}	23,65	22,80	23,25	22,47	2,634	0,540	0,168	0,957
C20:2 _{n-6}	0,56	0,65	0,87	1,02	0,513	0,004	0,313	0,812
C20:3 _{n-6}	1,19	1,11	1,19	1,69	0,933	0,172	0,308	0,162
C20:4 _{n-6}	8,06	8,43	6,95	7,16	4,288	0,217	0,764	0,934
C22:4 _{n-6}	1,32	1,33	1,34	1,22	0,558	0,729	0,653	0,620
C22:5 _{n-6}	0,62	0,58	0,75	0,72	0,367	0,091	0,674	0,954
C18:3 _{n-3}	0,75	1,00	0,69	0,67	0,502	0,085	0,294	0,225
C20:3 _{n-3}	0,33	0,36	0,06	0,08	0,456	0,008	0,803	0,956
C20:5 _{n-3}	0,07	0,19	0,07	0,06	0,230	0,237	0,275	0,222
C22:5 _{n-3}	0,45	0,48	0,44	0,43	0,189	0,529	0,822	0,672
C22:6 _{n-3}	0,35	0,37	0,37	0,38	0,168	0,709	0,715	0,841
Dimetilacetais¹								
DMA-16:0	1,66	1,89	1,77	1,82	0,990	0,935	0,523	0,704
DMA-18:0	0,51	0,56	0,55	0,56	0,301	0,717	0,670	0,741
DMA-18:1	0,41	0,55	0,43	0,44	0,340	0,567	0,352	0,410

Legenda: 1, expresso em g/100g de FA + DMA totais. RSD, desvio padrão residual. E, estirpe. S, sexo. E*S, interação entre estirpe (E) e sexo (S).

No presente estudo, a estirpe influenciou os teores de C20:0 (ácido araquídico), C20:2_{n-6} (ácido 11,14-eicosadienóico) e C20:3_{n-3} (ácido di-homo- α -linolénico). Os teores de

C20:0 e C20:2_{n-6} na carne de pato foram significativamente ($P < 0,01$) superiores na estirpe *Grimaud*, relativamente à *Cherry Valley*, com uma superioridade de 67,4 e 56,2%, respetivamente. Por outro lado, o teor de C20:3_{n-3} na carne da estirpe *Cherry Valley* foi significativamente ($P < 0,01$) superior ao teor observado na estirpe *Grimaud*, a que corresponde uma superioridade de 392,9%. Relativamente às diferenças entre sexos, o teor de C20:0 foi mais alto ($P < 0,01$) nas fêmeas do que nos machos (0,7 e 0,5 g/100g de FA + DMA totais, respetivamente), o que corresponde a uma superioridade das fêmeas de 41,2%.

Na Tabela 7, encontram-se representados os somatórios dos grupos de ácidos gordos e DMA, os rácios e os índices de qualidade da fração lipídica, do peito e da perna das estirpes comerciais de pato Pequim.

Tabela 7. Efeito da estirpe e da porção, e sua interação, nos somatórios dos principais grupos de ácidos gordos e dimetilacetais, e nos rácios e índices de qualidade da fração lipídica na carne de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>				<i>Grimaud</i>				Análise Estatística		
	Peito		Perna		Peito		Perna				
	LSM	SEM	LSM	SEM	LSM	SEM	LSM	SEM	E	P	E*P
TFA ¹	8,44	1,071	23,53	1,093	7,38	1,142	21,93	1,142	0,264	<0,001	0,800
Somatórios²											
ΣSFA	31,85	0,200	27,86	0,204	32,28	0,213	28,02	0,200	0,143	<0,001	0,501
ΣMUFA	23,11	0,566	37,28	0,577	23,03	0,602	38,47	0,566	0,315	<0,001	0,256
ΣPUFA	41,20	0,457	33,30	0,466	40,38	0,487	32,08	0,457	0,026	<0,001	0,661
Σn-6 PUFA	38,58	0,485	31,75	0,495	38,52	0,517	30,64	0,485	0,232	<0,001	0,285
Σn-3 PUFA	2,62	0,181	1,54	0,185	1,85	0,193	1,44	0,181	0,022	<0,001	0,077
ΣDMA	3,83	0,182	1,56	0,186	4,29	0,194	1,43	0,182	0,396	<0,001	0,133
Rácios											
P/S	0,73	0,015	0,99	0,015	0,70	0,016	0,96	0,015	0,051	<0,001	0,891
n-6/n-3	17,58 ^c	0,585	20,73 ^{a,b}	0,597	21,02 ^{a,b}	0,623	21,39 ^a	0,585	0,001	0,006	0,027*
h/H	3,00 ^b	0,028	3,33 ^a	0,029	2,90 ^c	0,030	3,37 ^a	0,028	0,205	<0,001	0,009**
Índices											
IA	0,33	0,004	0,30	0,004	0,33	0,004	0,30	0,004	0,752	<0,001	0,535
IT	0,78 ^b	0,012	0,69 ^c	0,012	0,84 ^a	0,012	0,69 ^c	0,012	0,012	<0,001	0,025*
IP	98,02	1,792	55,72	1,828	94,89	1,906	53,02	1,792	0,095	<0,001	0,901

Legenda: 1, expresso em mg/g de matéria seca. 2, expresso em g/100g de FA + DMA totais. LSM, média dos quadrados mínimos. SEM, erro padrão da média. E, estirpe. P, porção. E*P, interação entre estirpe (E) e porção (P). A diferentes supraescritos na mesma linha correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$)* ou muito significativas ($P < 0,01$ **).

Os teores totais de PUFA e n-3 PUFA foram significativamente ($P<0,05$) diferentes entre as estirpes, com superioridades da estirpe *Cherry Valley* em comparação à *Grimaud* de 2,8 e 26,4%, respectivamente. O rácio P/S revelou uma forte tendência estatística ($P=0,051$), a que correspondeu a uma superioridade de 3,6% da estirpe *Cherry Valley* relativamente à estirpe *Grimaud*.

Ao mesmo tempo, a porção influenciou significativamente ($P<0,01$) o perfil lipídico, e a qualidade da fração lipídica na carne de pato Pequim. Os teores totais de ácidos gordos (TFA) foram significativamente ($P<0,01$) superiores na perna do que no peito, o que corresponde a uma superioridade da perna de 187,4%. Os teores totais de SFA, PUFA, n-6 PUFA e n-3 PUFA, bem como de DMA, foram significativamente ($P<0,01$) superiores no peito do que na perna, sendo as superioridades do peito de 14,8, 24,8, 23,6, 50,0 e de 171,6%, respectivamente. Contudo, o teor total de MUFA foi significativamente ($P<0,01$) superior na perna, o que corresponde a uma superioridade da perna em relação ao peito de 64,2%. O P/S foi também significativamente ($P<0,01$) superior na perna, o que corresponde a uma superioridade da perna de 36,4% em relação ao peito. Os índices de qualidade da fração lipídica, mais precisamente os IA e IP foram significativamente ($P<0,01$) mais altos no peito do que na perna.

As diferenças no teor de ácidos gordos e dimetilacetais entre as porções da carcaça, peito e perna, das estirpes comerciais de pato Pequim, *Cherry Valley* e *Grimaud*, estão dispostas na Tabela 8.

Tabela 8. Efeito da estirpe e da porção, e sua interação, no perfil de ácidos gordos e dimetilacetais na carne de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>				<i>Grimaud</i>				Análise Estatística		
	Peito		Perna		Peito		Perna				
	LSM	SEM	LSM	SEM	LSM	SEM	LSM	SEM	E	P	E*P
Ácidos Gordos¹											
C12:0	1,03	0,207	0,28	0,211	0,79	0,221	0,22	0,207	0,471	0,003	0,674
C14:0	0,29	0,016	0,40	0,016	0,33	0,017	0,39	0,016	0,355	<0,001	0,080
C15:0	0,09	0,006	0,07	0,006	0,09	0,006	0,06	0,006	0,152	<0,001	0,377
C16:0	18,83	0,213	19,35	0,217	18,68	0,226	19,19	0,213	0,462	0,013	0,986
C17:0	0,26	0,023	0,16	0,024	0,24	0,025	0,15	0,023	0,452	<0,001	0,878
C18:0	10,96	0,222	7,10	0,226	11,53	0,236	7,22	0,222	0,127	<0,001	0,310
C20:0	0,40	0,067	0,49	0,068	0,57	0,071	0,80	0,067	0,001	0,030	0,382
C14:1 _{cis-9}	0,02 ^b	0,006	0,06 ^a	0,006	0,05 ^{a,b}	0,006	0,05 ^{a,b}	0,006	0,229	0,001	<0,001
C16:1 _{cis-9}	1,21	0,058	2,45	0,059	1,24	0,061	2,41	0,058	0,959	<0,001	0,514
C17:1	0,17 ^{a,b}	0,012	0,13 ^b	0,012	0,21 ^a	0,013	0,12 ^b	0,012	0,275	<0,001	0,010
C18:1 _{cis-9}	21,71	0,531	34,63	0,542	21,53	0,565	35,90	0,531	0,305	<0,001	0,174
C18:2 _{n-6}	21,29	0,328	25,54	0,335	20,93	0,349	24,89	0,328	0,143	<0,001	0,662
C20:2 _{n-6}	0,80 ^b	0,060	0,37 ^c	0,061	1,50 ^a	0,063	0,40 ^c	0,060	<0,001	<0,001	<0,001
C20:3 _{n-6}	1,75 ^b	0,101	0,56 ^c	0,103	2,31 ^a	0,108	0,44 ^c	0,101	0,022	<0,001	<0,001
C20:4 _{n-6}	12,16	0,358	4,05	0,365	10,78	0,381	3,68	0,358	0,014	<0,001	0,147
C22:4 _{n-6}	1,75	0,054	0,88	0,055	1,86	0,058	0,82	0,054	0,615	<0,001	0,106
C22:5 _{n-6}	0,83 ^b	0,040	0,37 ^c	0,041	1,12 ^a	0,042	0,40 ^c	0,040	<0,001	<0,001	<0,001
C18:3 _{n-3}	0,74	0,097	0,93	0,099	0,47	0,103	0,87	0,097	0,109	0,004	0,294
C20:3 _{n-3}	0,63 ^a	0,080	0,03 ^b	0,081	0,11 ^b	0,085	0,03 ^b	0,080	0,002	<0,001	0,002
C20:5 _{n-3}	0,18	0,045	0,03	0,046	0,12	0,048	0,02	0,045	0,458	0,009	0,542
C22:5 _{n-3}	0,58	0,023	0,33	0,024	0,62	0,025	0,29	0,023	0,770	<0,001	0,100
C22:6 _{n-3}	0,49	0,016	0,22	0,016	0,54	0,017	0,22	0,016	0,066	<0,001	0,121
Dimetilacetais¹											
DMA-16:0	2,42	0,113	1,03	0,115	2,73	0,120	0,94	0,113	0,351	<0,001	0,092
DMA-18:0	0,72	0,037	0,32	0,037	0,84	0,039	0,30	0,037	0,146	<0,001	0,062
DMA-18:1	0,70	0,044	0,21	0,045	0,72	0,047	0,19	0,044	0,974	<0,001	0,674

Legenda: 1, expresso em g/100g de FA + DMA totais. LSM, média dos quadrados mínimos. SEM, erro padrão da média. E, estirpe. P, porção. E*P, interação entre estirpe (E) e porção (P). A diferentes supraescritos na mesma linha correspondem a diferenças estatisticamente muito significativas (P<0,01).

A estirpe influenciou significativamente os teores de C20:0 e de C20:4_{n-6} nas porções da carcaça, sendo o teor de C20:0 mais alto (P<0,01) na estirpe *Grimaud*, o que corresponde

a uma superioridade da estirpe *Grimaud* de 53,9% relativamente à *Cherry Valley*, enquanto o teor de C20:4_{n-6} foi maior (P<0,05) na estirpe *Cherry Valley*, em que a sua superioridade foi de 12,1%.

Em relação aos teores de SFA entre porções, particularmente de C12:0, C15:0 (ácido pentadecílico), C17:0 (ácido margárico) e de C18:0, estes foram significativamente (P<0,01) superiores no peito do que na perna, em que as superioridades do peito foram de 264,0, 38,5, 61,3 e de 57,1%, respetivamente; em contrapartida, na perna foram observados teores significativamente superiores de C14:0 (P<0,01), C16:0 e de C20:0 (P<0,05), o que corresponde a uma superioridade da perna de 27,4, 2,7 e de 33,0%, respetivamente. Os teores de MUFA, nomeadamente de C16:1_{cis-9} (ácido palmitoleico) e de C18:1_{cis-9}, foram significativamente (P<0,01) superiores na perna, sendo que a superioridade da perna em comparação aos teores observados no peito foi de 98,4 e 63,1%. No que se refere aos teores da família ómega-6, mais especificamente de C18:2_{n-6}, este foi significativamente (P<0,01) mais alto na perna do que no peito, o que corresponde a uma superioridade da perna de 19,4%; em oposição, os teores de C20:4_{n-6} e de C22:4_{n-6} (ácido 7,10,13,16-docosatetraenóico) foram significativamente (P<0,01) superiores no peito, em que a sua superioridade comparativamente à perna foi de 196,8 e 112,4%, respetivamente. No que diz respeito à família ómega-3, o teor de C18:3_{n-3} foi significativamente (P<0,01) superior na perna, o que equivale a uma superioridade de 48,8% em comparação ao teor no peito; de maneira oposta, os teores de C20:5_{n-3}, C22:5_{n-3} e de C22:6_{n-3} foram significativamente (P<0,01) mais altos no peito, o que corresponde a uma superioridade do peito em relação à perna de 500,0, 93,5 e de 134,1%, respetivamente.

Relativamente aos teores de DMA, observaram-se diferenças significativas (P<0,01) no seu teor entre as porções, com superioridades do peito comparativamente à perna de 161,4% (no teor de DMA-16:0), 151,6% (DMA-18:0) e de 255,0% (DMA-18:1).

De notar ainda que no nosso estudo, os teores de C14:1_{cis-9} (ácido miristoleico), C17:1 (ácido ginkgólico), C20:2_{n-6}, C20:3_{n-6} (ácido di-homo- γ -linolénico), C22:5_{n-6} (ácido 4,7,10,13,16-docosapentaenóico) e de C20:3_{n-3} foram influenciados por uma interação estatisticamente significativa (P<0,01) entre a estirpe e a porção. Os ácidos gordos C20:2_{n-6}, C20:3_{n-6} e C22:5_{n-6} revelaram um padrão de diferenças semelhante, ou seja: 1) o peito apresentou valores significativamente superiores aos da perna, independentemente da estirpe; 2) o peito da estirpe *Grimaud* apresentou teores significativamente superiores aos observados no peito da estirpe *Cherry Valley*; 3) a perna apresentou um teor significativamente inferior ao do peito, não se observando diferenças entre as estirpes. Nos restantes três ácidos gordos associados a interações estatisticamente significativas não se observou um padrão de diferenças semelhante. Para além disto, o n-6/n-3 e o IT (P<0,05), e o h/H (P<0,01), foram também influenciados por uma interação estatisticamente significativa

entre a estirpe e a porção. Se tivermos em consideração as interações estatisticamente significativas observadas nos ácidos gordos individuais, verificamos que estas se limitaram a 4 PUFA e 2 MUFA, tendo estas interações contribuído para que a perna apresente valores significativamente mais alto de h/H ($P < 0,01$) e mais baixo de IT ($P < 0,05$). Por outro lado, a interação observada no n-6/n-3 revelou que a estirpe *Grimaud* não apresentou diferenças significativas entre porções, enquanto na estirpe *Cherry Valley*, a perna apresentou um rácio significativamente superior ao do peito (20,7 vs. 17,6).

No total, foram identificados 22 ácidos gordos na carne do peito e da perna das duas estirpes, dos quais são, 7 SFA, 4 MUFA e 11 PUFA (sendo 6 n-6 PUFA, e 5 n-3 PUFA), tendo-se ainda detetado 3 DMA. De referir que, no Anexo 1 encontra-se disponibilizado a nomenclatura dos diferentes ácidos gordos identificados na carne de pato Pequim. À semelhança de estudos anteriores (Onk et al. 2019; Fan et al. 2020), o C18:1_{cis-9} (28,4%), C18:2_{n-6} (23,2%), C16:0 (19,0%), C18:0 (9,2%) e o C20:4_{n-6} (7,7%), foram os principais ácidos gordos detetados na carne de pato, representando cerca de 87,5% do teor total de ácidos gordos identificados. Foram ainda identificados outros ácidos gordos em menores quantidades, nomeadamente o C16:1_{cis-9}, C22:4_{n-6} e o C20:3_{n-6}. Os principais SFA na carne de pato são, o C16:0 e o C18:0 os quais constituem cerca de 94,1% dos SFA totais da carne. Os MUFA mais representativos são, o C18:1_{cis-9} e o C16:1_{cis-9}, os quais constituem aproximadamente 99,3% dos MUFA totais. O pato Pequim tem uma grande capacidade de acumular MUFA, principalmente C16:1_{cis-9} e C18:1_{cis-9}, e SFA, particularmente C16:0, como lípidos de reserva, devido ao seu alto potencial adipogénico (Fan et al. 2020). Estes ácidos gordos são maioritariamente produtos da biossíntese *de novo* (Fan et al. 2020). Os PUFA maioritários são, o C18:2_{n-6}, C20:4_{n-6}, C22:4_{n-6}, e o C20:3_{n-6}, os quais representam cerca de 91,0% dos PUFA totais.

Até onde sabemos, a presença de DMA na carne das estirpes comerciais de pato Pequim foi determinada pela primeira vez no presente estudo. Os DMA têm a sua origem a partir da clivagem das cadeias alquenilo, ligadas a ligações éter nos plasmalogénios, aquando da preparação dos derivados de FAME em meio ácido (Kraft et al. 2008; Alves and Bessa 2009). No nosso estudo, foram identificadas 3 moléculas diferentes (DMA-16:0, DMA-18:0 e DMA-18:1) em ambas as porções, sendo que o DMA-16:0 constituiu cerca de 64,0% dos DMA totais.

Ao analisar os somatórios parciais dos diferentes grupos de ácidos gordos, do peito e da perna, verificou-se que os ácidos gordos maioritários são os PUFA (em que os teores variaram entre 32,1 e 41,2 g/100g de FA + DMA totais), seguidos dos MUFA (com os teores a variar entre 23,0 e 38,5 g/100g de FA + DMA totais), e dos SFA (com variações de teor entre 27,9 e 32,3 g/100g de FA + DMA totais). A predominância dos PUFA no perfil lipídico das estirpes observada no nosso estudo, está em conformidade com os resultados de outro

estudo (Aronal et al. 2012), embora também existam estudos onde se observou que os MUFA (Suci et al. 2017; Onk et al. 2019; Fan et al. 2020) ou os SFA (Kwon et al. 2014; Qiao et al. 2016; Banaszak et al. 2020) eram o principal grupo de ácidos gordos. As diferenças observadas na composição do perfil lipídico da carne de pato, entre o nosso estudo e os anteriormente citados, podem dever-se a diferenças no teor de lípidos totais, ou seja, a carne de pato usada no nosso estudo pode ser mais magra do que as usadas nos estudos em comparação. Esta sugestão é sustentada pelo fato dos PUFA serem o principal grupo de ácidos gordos dos fosfolípidos membranares (fração polar), enquanto os MUFA são os principais ácidos gordos constituintes dos triacilgliceróis presentes nos depósitos de gordura (fração neutra), estando os SFA presentes em ambas as frações. Como o perfil de ácidos gordos aqui apresentado inclui os ácidos gordos das frações polar e neutra, qualquer alteração no teor de lípidos totais ocorre por mudanças no teor da fração neutra, e um aumento da proporção da fração neutra contribui para a diluição nos teores dos fosfolípidos (Dai et al. 2014). Para além disso, outras variáveis (fora do âmbito deste estudo) podem influenciar a composição do perfil de ácidos gordos, nomeadamente a idade e dieta, e as condições de manejo (Fan et al. 2020). Ainda no nosso estudo, os teores totais de DMA, variaram, em média, entre 1,4 e 4,3 g/100g de FA + DMA totais.

Outros autores, também verificaram diferenças significativas no perfil de ácidos gordos na carne de pato de diferentes génotipos: pato Pequim vs. pato da Barbárie (Aronal et al. 2012), pato indígena coreano vs. pato Pequim (Muhlisin et al. 2013), *Cherry Valley* vs. *Spent Layer* vs. *Crossbred* (Qiao et al. 2016), pato Pequim vs. pato indígena da Turquia (Onk et al. 2019), e pato Pequim vs. pato-real (Fan et al. 2020). Nestes estudos, os autores verificaram que a carne de pato Pequim continha um menor valor nutricional do que a carne de pato indígena da Turquia (Onk et al. 2019), pato indígena coreano (Muhlisin et al. 2013) e de pato-real (Fan et al. 2020), dado que esta continha um menor teor total de n-6 PUFA e n-3 PUFA, um menor P/S, e maiores IA e IT. Tal como fora observado nos estudos anteriores, a proveniência genética, poderá de fato, influenciar o perfil de ácidos gordos na carne de pato, deste modo as diferenças observadas nos nossos perfis, entre as duas estirpes, poderão, também, estar associadas à variabilidade genética entre as mesmas e à sua capacidade em integrar diferentes ácidos gordos nos fosfolípidos membranares.

No presente estudo, verificou-se que o sexo não teve influências significativas no teor dos principais ácidos gordos (à exceção do teor de C20:0), grupos de ácidos gordos, rácios e índices de qualidade da fração lipídica. Resultados obtidos a partir de estudos anteriores, em que também avaliaram o efeito do sexo no perfil lipídico na carne de pato, foram contraditórios. Baéza et al. (2000), e Khalifa e Nassar (2001), observaram que o sexo não teve influências na composição e no teor de ácidos gordos na carne de pato, enquanto Onk et al. (2019) verificaram que o sexo teve influências na composição e nos teores de vários ácidos gordos,

e conseqüentemente nos somatórios parciais dos principais grupos de ácidos gordos, e rários.

O perfil lipídico da carne afeta a sua qualidade e o seu valor nutricional (Fan et al. 2020). Os somatórios de SFA e PUFA, os rários de qualidade da fração lipídica como P/S, n-6/n-3, h/H, e os índices de IA e IT são parâmetros comumente utilizados para avaliar o valor nutricional da carne (Ulbricht and Southgate 1991; Paszczyk et al. 2020). Ao comparar o perfil de ácidos gordos entre o peito e a perna das duas estirpes em estudo, observou-se melhor qualidade nutricional do perfil lipídico na perna, a qual se expressou através de, um menor teor total de SFA ($P < 0,01$), um maior teor total de MUFA ($P < 0,01$) e um maior P/S ($P < 0,01$). Também se verificou que a perna continha um menor IA ($P < 0,01$) do que o peito. As diferenças observadas na qualidade nutricional do perfil lipídico entre porções, estão de acordo com os resultados de outros estudos (Aronal et al. 2012; Qiao et al. 2016; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Baltić, et al. 2021), embora também existam estudos onde se observou uma superioridade do peito relativamente à perna (Suci et al. 2017), sendo esta de 4308,8% no teor total de n-3 PUFA, e conseqüentemente uma inferioridade de 51,2% no n-6/n-3. O perfil de ácidos gordos depende predominantemente da espécie animal, do tipo de músculo e da sua localização anatômica, e da composição da dieta (Min and Ahn 2005). As disparidades detetadas neste estudo no perfil de ácidos gordos entre as porções (peito e perna) podem ainda dever-se a: 1) diferentes proporções nas frações lipídicas polar e neutra, que apresentam perfis de ácidos gordos distintos; 2) diferente composição de fibras musculares entre as diferentes porções, uma vez que as diferentes fibras musculares apresentam uma composição própria (Min and Ahn 2005).

Em relação às diferenças registadas nos TFA entre as porções ($P < 0,01$), estas podem ter resultado pela própria metodologia adotada aquando da preparação das amostras em estudo. Passo a explicar, no caso das amostras de peito, estas estavam desprovidas de pele, gordura subcutânea, e gordura intermuscular, sendo que foram para análise os dois músculos (*pectoralis major* e *pectoralis minor*) que compoñham a porção; enquanto nas amostras de perna, desossou-se a porção, e removeu-se a pele e a gordura subcutânea, e parte da gordura intermuscular. Deste modo, a maior quantidade de gordura intermuscular presente nas pernas pode ter influenciado os teores de TFA.

A presença de ácidos gordos insaturados na carne, em detrimento de ácidos gordos saturados, é benéfica para a saúde humana (Wood et al. 2003; Gidding et al. 2005; Muchenje et al. 2009), devido aos efeitos adversos dos SFA nos níveis plasmáticos das LDL (Enser et al. 1998). Por outro lado, a importância de uma proporção equilibrada de ómega-6 e ómega-3 na dieta advém do fato de que o consumo de altas quantidades de ómega-6 está associado a uma maior prevalência de doenças, como DM tipo 2, obesidade e doenças das artérias coronárias, ao contrário dos ómega-3 que estão associados a diversos benefícios para a

saúde: são importantes no desenvolvimento fetal, reduzem o risco de desenvolver doenças cardiovasculares, previnem o aparecimento da doença de *Alzheimer*, e possuem propriedades anti-inflamatórias (Alagawany et al. 2019). Desta forma e no que diz respeito à saúde humana, é recomendado que o P/S seja superior a 0,4 (Wood et al. 2008), e o n-6/n-3 seja inferior a 4 (Alagawany et al. 2019). No nosso estudo, o P/S encontra-se de acordo com os valores recomendados (variou, em média, entre 0,7 no peito e 1,0 na perna), no entanto o n-6/n-3 é muito superior ao valor recomendado (em média, 19,3 no peito e 21,1 na perna). O desequilíbrio observado no n-6/n-3 pode ser explicado pela composição nutricional do alimento concentrado fornecido às estirpes em estudo, composto predominantemente por cereais (naturalmente pobres em ómega-3 e ricos em C18:2_{n-6}, o ácido gordo que está na base da família ómega-6) e sem suplementação de ómega-3.

O rácio h/H indica a potencial atividade destes ácidos gordos no metabolismo do colesterol (Santos-Silva et al. 2002), nomeadamente a síntese endógena de colesterol, e por consequência nos níveis plasmáticos de colesterol e a predisposição de desenvolver doenças cardiovasculares. Valores nutricionalmente mais elevados de h/H são considerados benéficos para a saúde humana (Wołoszyn et al. 2020). Os valores de h/H aqui calculados (3,0 e 3,4 no peito e na perna, respetivamente) estão em conformidade com os valores anteriormente determinados (2,7 no peito, e 3,0 na perna) (Juodka et al. 2018; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Baltić, et al. 2021). Tendo em consideração este rácio, pode-se concluir que esta carne terá um impacto menos prejudicial no risco de desenvolver aterosclerose, em comparação por exemplo com a carne de frango (1,8) (Attia et al. 2017), de bovino (1,8) (Mapiye et al. 2011), e de suíno (2,4) (Nevrkla et al. 2017).

O IA indica a relação entre a soma dos principais ácidos gordos saturados (pró-aterogénicos) e a soma dos principais ácidos gordos insaturados (anti-aterogénicos), sendo que os ácidos gordos pró-aterogénicos promovem a formação de placas de ateroma, enquanto os anti-aterogénicos inibem a sua formação. O IT indica a tendência na formação de trombos, e é definido pela relação entre os ácidos gordos pró-trombogénicos (SFA) e os ácidos gordos anti-trombogénicos (MUFA e PUFA). Assim, quanto menores os valores do IA e do IT, menor o risco de desenvolver patologias cardiovasculares. No que diz respeito à saúde humana, são recomendados na dieta IA e IT inferiores a 1,0 e 0,5, respetivamente (Fernandes et al. 2014). Em relação ao IA calculado no presente estudo (0,3), este encontra-se abaixo do limite máximo recomendado, enquanto o IT (0,8) encontra-se ligeiramente acima do valor máximo recomendado, o que do ponto de vista nutricional, poderá ser considerado aceitável. Os IA e IT deste estudo foram semelhantes aos índices determinados por outros autores em carne de pato (IA = 0,3 a 0,4; IT = 0,7 a 0,8) (Juodka et al. 2018; Starčević, Mahmutović, Glamočlija, Baltić, et al. 2021), no entanto já se observaram índices ligeiramente mais altos (IA = 0,4; IT = 0,9) (Banaszak et al. 2020). Em comparação com os IA e IT de outros

tipos de carne, os nossos índices foram inferiores aos verificados na carne de frango (IA = 0,5; IT = 1,1) (del Puerto et al. 2017), peru (IA = 0,5; IT = 0,9) (Skiepko et al. 2016), bovino (IA = 0,6; IT = 1,9) (Mapiye et al. 2011), e de suíno (IA = 0,5; IT = 1,1) (Kasprzyk et al. 2015).

O IP representa o nível de insaturação dos ácidos gordos, e consequentemente a sua suscetibilidade à oxidação, e indica a qualidade tecnológica da carne. O IP é utilizado para avaliar a estabilidade dos ácidos gordos insaturados nos produtos alimentícios. No presente estudo, o IP foi, em média, de 54,4 na perna e de 96,5 no peito, em consequência do menor teor total de PUFA observado na perna ($P < 0,01$). Os elevados IP determinados no nosso estudo sugerem que a carne de pato é muito mais suscetível à oxidação lipídica do que as carnes de frango (Attia et al. 2017), bovino (Mapiye et al. 2011), e de suíno (Grzeškowiak et al. 2005).

4.3.3. Teor de colesterol total e vitamina E

Os resultados das análises de colesterol total e α -tocoferol na carne das estirpes comerciais de pato Pequim (CV vs. G), e de ambos os sexos (M vs. F) encontram-se disponibilizados na Tabela 9.

Tabela 9. Efeito da estirpe e do sexo, e sua interação, nos teores de colesterol total e vitamina E (α -tocoferol) na carne de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>		<i>Grimaud</i>		RSD	Análise Estatística		
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea		E	S	E*S
Colesterol Total ¹	36,08 ^{a,b}	44,92 ^a	34,26 ^{a,b}	26,40 ^b	18,062	0,016	0,906	0,046
α -Tocoferol ²	6,26	5,56	4,40	2,85	4,615	0,033	0,290	0,686

Legenda: 1, expresso em mg/100g de carne. 2, expresso em μ g/g de carne. RSD, desvio padrão residual. E, estirpe. S, sexo. E*S, interação entre estirpe (E) e sexo (S). A diferentes supraescritos na mesma linha correspondem a diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

No nosso estudo, o teor de colesterol total na carne de pato foi influenciado por uma interação estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre a estirpe e o sexo. As fêmeas *Cherry Valley* e *Grimaud* apresentaram os teores mais alto e mais baixo de colesterol total (44,9 e 26,4 mg/100g de carne, respetivamente), diferindo entre si significativamente ($P < 0,05$), enquanto os machos das duas estirpes continham teores intermédios, não diferindo significativamente ($P > 0,05$) dos teores de colesterol total observados entre eles (apresentando um teor médio de 35,2 mg/100g de carne), e das fêmeas. Em relação aos teores de α -tocoferol na carne, estes foram significativamente ($P < 0,05$) diferentes entre as estirpes, em que a superioridade da estirpe *Cherry Valley* relativamente à *Grimaud* foi de 63,0% (correspondendo a uma diferença de 4,6 μ g/g de carne).

No presente estudo, ainda foi possível analisar e comparar os teores de colesterol total e vitamina E entre duas porções da carcaça, peito e perna, nas diferentes estirpes (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito da estirpe e da porção, e sua interação, nos teores de colesterol total e vitamina E (α -tocoferol) na carne de pato Pequim.

	<i>Cherry Valley</i>				<i>Grimaud</i>				Análise Estatística		
	Peito		Perna		Peito		Perna				
	LSM	SEM	LSM	SEM	LSM	SEM	LSM	SEM	E	P	E*P
Colesterol Total ¹	46,06	3,695	32,52	3,469	37,02	3,615	25,53	3,972	0,028	<0,001	0,775
α -Tocoferol ²	8,59	0,906	3,84	0,855	4,64	0,888	2,95	0,969	0,015	0,002	0,118

Legenda: 1, expresso em mg/100g de carne. 2, expresso em μ g/g de carne. LSM, média dos quadrados mínimos. SEM, erro padrão da média. E, estirpe. P, porção. E*P, interação entre estirpe (E) e porção (P).

Os teores de colesterol total e α -tocoferol foram significativamente influenciados pela porção ($P < 0,01$) e estirpe ($P < 0,05$) em análise. O teor médio de colesterol total foi de 41,5 e 29,0 mg/100g de carne no peito e na perna, respectivamente. O teor de α -tocoferol também foi mais alto no peito do que na perna (6,6 e 3,4 μ g/g de carne, respectivamente), o que corresponde a uma superioridade do peito de 43,1 e 94,8% relativamente à perna nos teores de colesterol total e α -tocoferol, respectivamente. Os teores de colesterol total e α -tocoferol na carne da estirpe *Cherry Valley* foram significativamente ($P < 0,05$) superiores aos teores observados na estirpe *Grimaud*, sendo as suas respectivas superioridades de 25,6 e 63,8% (correspondendo a uma diferença de 16,0 mg/100g de carne de colesterol total, e 4,8 μ g/g de carne de α -tocoferol).

No que respeita aos teores de colesterol total e α -tocoferol entre as porções, as diferenças observadas no nosso estudo podem ser justificadas pelo tipo de fibras musculares predominantes no peito e na perna, respectivamente. O tecido muscular é constituído por diferentes tipos de fibras (tipo I, IIA e IIB), adaptadas a exigências funcionais distintas, o que confere ao tecido muscular uma anatomia celular diferenciada (Alasnier et al. 1996; Chizzolini et al. 1999; Dinh et al. 2011). Sendo as estirpes descendentes do pato-real (*Anas platyrhynchos*), espécie migratória sazonal e adaptada geneticamente a voos de longo percurso, o seu peito é caracterizado por possuir uma maior proporção de fibras musculares do tipo IIA (oxidoglicolíticas), o que também se traduz num maior índice de vermelhos (a^*) e num menor brilho ou luminosidade (L^*), quando comparado, por exemplo, com o peito de frango que é constituído predominantemente por fibras musculares do tipo IIB (glicolíticas) (Smith et al. 1993; Ali et al. 2008; Kim et al. 2008). As fibras musculares do tipo IIA

caracterizam-se por possuir um menor diâmetro do que as fibras musculares do tipo IIB, e conseqüentemente possuem um maior rácio sarcolema/citoplasma, e uma maior concentração de elementos estruturais da membrana celular, nomeadamente de colesterol (Alasnier et al. 1996; Chizzolini et al. 1999; Dinh et al. 2011). Devido às exigências metabólicas, as fibras musculares do tipo IIA contêm um teor intermédio de mitocôndrias, sendo este superior ao das fibras IIB e inferior ao das fibras I, influenciando também desta forma o teor de colesterol presente nos diferentes tipos de fibras musculares (Alasnier et al. 1996; Chizzolini et al. 1999; Dinh et al. 2011). De outro modo, as variações observadas nos teores de α -tocoferol nos diferentes tecidos podem dever-se às diferenças na absorção ou função metabólica dos tecidos (Cherian et al. 1996). Para além disso, os músculos esqueléticos com maior número de fibras oxidoglicolíticas possuem uma maior capacidade de armazenamento de α -tocoferol (Jensen et al. 1998). Posto isto, as diferenças observadas nos teores de α -tocoferol entre as porções, também podem ser explicadas pelo fato de que, o peito é mais rico em fibras oxidoglicolíticas do que a perna (Russell et al. 2003; Russell et al. 2004), e conseqüentemente apresenta uma maior capacidade de absorção e armazenamento de α -tocoferol.

Para além disso, e tendo em consideração os resultados obtidos no perfil lipídico entre as porções, mais precisamente nas diferenças verificadas entre os teores de TFA e DMA ($P < 0,01$), as mesmas podem influenciar as diferenças observadas nos teores de colesterol total e α -tocoferol entre as porções ($P < 0,01$). A proporção inversa nos teores de TFA e DMA resulta de: 1) o conteúdo de fosfolípidos plasmalogénicos é constante nas membranas das células musculares; 2) o aumento nos teores de TFA é uma consequência dos depósitos de gordura sobre a forma de triacilgliceróis. Conseqüentemente, um aumento nos depósitos de gordura dilui a proporção dos fosfolípidos plasmalogénicos. Posto isto, o maior teor de fosfolípidos plasmalogénicos encerra uma maior necessidade de colesterol para garantir a fluidez das membranas, e de α -tocoferol de forma a manter a proteção antioxidante.

Por sua vez, as diferenças observadas entre estirpes nos teores de colesterol total e α -tocoferol na carne, podem ser explicadas pela variabilidade genética existente entre elas, particularmente na constituição do tecido muscular e na predominância do tipo de fibras musculares, no peito e na perna. Dado que a estirpe *Cherry Valley* apresentou teores superiores de colesterol total e α -tocoferol na carne, em relação à estirpe *Grimaud*, podemos supor que os músculos desta estirpe são mais ricos em fibras do tipo oxidoglicolítico.

Dada a escassez de bibliografia que envolva os efeitos da estirpe produzida, e do sexo, nos teores de colesterol total e vitamina E na carne de pato, não nos foi possível comparar os resultados obtidos no presente estudo com outros anteriormente publicados.

Em comparação com outros estudos, os teores médios de colesterol total aqui apresentados foram inferiores aos resultados previamente publicados (Banaszak et al. 2020;

Cao et al. 2021), em que verificaram que o teor de colesterol no peito da estirpe *Cherry Valley* era de 81,1 a 136,3 mg/100g de carne. Em relação aos teores médios de colesterol da carne de outras aves, os teores médios de colesterol total no peito e na perna determinados neste estudo foram inferiores aos previamente quantificados na carne de frango (47 a 59 mg/100g de carne do peito, e 83 a 84 mg/100g de carne da perna) e peru (53 mg/100g de carne do peito, e 37 a 62 mg/100g de carne da perna) (Dinh et al. 2011). Estes resultados são surpreendentes, na medida em que pelo tipo de fibra muscular predominante no peito de pato (tipo IIA), que são fibras mais finas e por isso têm uma maior concentração de colesterol por unidade de peso do que as fibras do tipo IIB, que serão as fibras predominantes no peito de frango e peru, seria expectável que os teores de colesterol no pato fossem superiores. Esta diferença observada poderá ser uma característica determinada geneticamente nestas duas estirpes.

Embora os lípidos sejam uma importante fonte de energia, o consumo de produtos alimentares de origem animal com elevados teores lipídicos é indesejável por ser uma fonte exógena de colesterol (Nuriyasa et al. 2021). Diversas patologias, como doenças cardiovasculares, neoplasias e obesidade, estão associadas ao consumo inadequado de alimentos com altos teores de lípidos e colesterol (Micha et al. 2010; Pan et al. 2012). De acordo com as recomendações da WHO (2003), o consumo diário de colesterol não deve exceder os 300 mg, assim sendo e considerando a carne de pato como único alimento de origem animal, para se exceder as recomendações da WHO seria necessário ingerir mais de 722 g de peito de pato ou 1034 g de perna de pato, que corresponderia a ingerir no mesmo dia 2 peitos de pato ou 2 a 3 pernas de pato (dependendo do peso dos ossos presentes na perna).

Tal como fora anteriormente observado (Russell et al. 2003; Russell et al. 2004), a acumulação de α -tocoferol na carne de pato não ocorreu da mesma forma que nas outras aves, em que os teores de α -tocoferol nas pernas de frango (Ahn et al. 1995; Jakobsen et al. 1995; Galvin et al. 1998) e peru (Higgins et al. 1999) eram superiores aos teores observados nos respetivos peitos. Mais uma vez, estas diferenças podem dever-se ao tipo de fibras musculares predominante nos diferentes músculos das demais espécies avícolas. Ao contrário do que ocorre no pato, os peitos de frango e peru contêm mais fibras do tipo glicolítico do que as respetivas pernas, o que conseqüentemente influencia a sua capacidade de acumular α -tocoferol (Smith et al. 1993; Ali et al. 2008; Kim et al. 2008).

A oxidação da mioglobina, e lipídica limitam a qualidade e aceitabilidade da carne e dos produtos cárneos, e é um processo que conduz à descoloração, aumento da perda de humidade por gotejamento e ao desenvolvimento de *flavours* desagradáveis (Kanner 1994). A suscetibilidade da carne de pato à oxidação é superior à da carne de frango e peru, dado o seu maior teor em lípidos, particularmente em PUFA, e em pigmentos hemáticos,

hemoglobina e mioglobina, ricos em ferro, que por sua vez é um catalisador de reações de oxidação (Baéza 2006b). O α -tocoferol, um antioxidante natural, é o principal antioxidante lipossolúvel presente nos tecidos e é responsável por quebrar a cadeia de peroxidação dos lípidos nas membranas celulares, prevenindo a formação de hidroperóxidos lipídicos na carne (Buckley et al. 1995). O α -tocoferol é utilizado como uma alternativa aos antioxidantes sintéticos e possui uma forte atividade antioxidante em diferentes carnes, quando os teores de acetato de α -tocoferil na dieta de bovinos (Lynch et al. 1999), suínos (O'Sullivan et al. 1997), frangos (O'Neill et al. 1999), perus (Higgins et al. 1998) e de patos (Russell et al. 2004) são elevados. Ao comparar os teores médios de α -tocoferol determinados nas diferentes porções da carcaça (6,6 $\mu\text{g/g}$ de carne do peito e 3,4 $\mu\text{g/g}$ de carne da perna) com aqueles anteriormente observados num estudo com diferentes níveis de suplementação com acetato de α -tocoferil (Russell et al. 2004), podemos supor que o nível de suplementação de Vitamina E na dieta dos patos em estudo foi de 400 a 1000 mg de acetato de α -tocoferil por Kg de alimento.

4.4. Conclusão

Em relação aos pesos e rendimentos das diferentes estirpes comerciais de pato Pequim, constatou-se que as potenciais diferenças de produtividade entre as mesmas não são relevantes do ponto de vista da rentabilidade produtiva/económica, dado que a estirpe *Cherry Valley* apresentou maiores pesos de asa, moela e de patas, enquanto a estirpe *Grimaud* apresentou uma maior deposição de gordura abdominal, e maior proporção de pescoço, parâmetros estes que não apresentam um valor acrescido. Porém, o dimorfismo sexual das estirpes indicou um maior potencial produtivo e económico dos machos comparativamente às fêmeas, evidenciado pelo seu maior desenvolvimento corporal, que se refletiu em maiores pesos vivo ao abate, de carcaças, peito e perna.

A respeito da avaliação da composição nutricional da fração lipídica na carne de pato Pequim, podemos afirmar que a carne proveniente da estirpe *Cherry Valley* apresentou um perfil lipídico de melhor qualidade nutricional, contendo teores totais de PUFA e ómega-3 mais elevados, e um rácio entre os ómega-6 e ómega-3 mais baixo. Entre as porções, a qualidade nutricional da fração lipídica da perna destacou-se da do peito, apresentando a perna teores totais de MUFA e SFA mais alto e mais baixo, respetivamente; o rácio entre os ácidos gordos poliinsaturados e saturados, bem como o índice de aterogenicidade foram também mais favoráveis na perna.

Por último, e apesar das carnes da estirpe *Cherry Valley*, e do peito conterem teores mais elevados de α -tocoferol, o que por sua vez sugere uma maior estabilidade oxidativa destas carnes, estas também apresentaram teores mais elevados de colesterol total.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelsamie RE, Farrell DJ. 1986. Carcass composition and carcass characteristics of ducks. Em: Farrell DJ, Stapleton PS, editores. *Duck Production Science and World Practice*. Armidale, Austrália. p. 83–101.
- Ádám I. 2001. *The feather: The poultry feather and its processing*. Budapeste: Scriptor Kiadó.
- Adamski M, Bernacki Z, Kuzniacka J. 2005. The effects of origin and sex on rearing results of ducks from two ancestral paternal strains. *Acta Sci Pol*. 4(1):13–27.
- Adzitey F, Adzitey SP. 2011. Duck Production: Has a Potential to Reduce Poverty among Rural Households in Asian Communities – A Review. *J World's Poult Res*. 1(1):7–10.
- Ahn DU, Wolfe FH, Sim JS. 1995. Dietary α -Linolenic Acid and Mixed Tocopherols, and Packaging Influences on Lipid Stability in Broiler Chicken Breast and Leg Muscle. *J Food Sci*. 60(5):1013–1018. doi:10.1111/j.1365-2621.1995.tb06282.x.
- Aho P. 2014. The great meat recession. [acedido em 2021 Ago 26]. <https://www.wattagnet.com/articles/18807-the-great-meat-recession>.
- Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR, El-Hack MEA, Khafaga AF, Taha AE, Tiwari R, Yatoo MI, Bhatt P, Khurana SK, et al. 2019. Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids in Poultry Nutrition: Effect on Production Performance and Health. *Animals*. 9(573):1–19. doi:10.3390/ani9080573.
- Alao BO, Falowo AB, Chulayo A, Muchenje V. 2017. The Potential of Animal By-Products in Food Systems: Production, Prospects and Challenges. *Sustainability*. 9(1089):1–18. doi:10.3390/su9071089.
- Alasnier C, Réminon H, Gandemer G. 1996. Lipid Characteristics Associated with Oxidative and Glycolytic Fibres in Rabbit Muscles. *Meat Sci*. 43(3–4):213–224. doi:10.1016/S0309-1740(96)00015-0.
- Ali MS, Kang GH, Yang HS, Jeong JY, Hwang YH, Park GB, Joo ST. 2007. A Comparison of Meat Characteristics between Duck and Chicken Breast. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 20(6):1002–1006. doi:10.5713/ajas.2007.1002.
- Ali MS, Yang HS, Jeong JY, Moon SH, Hwang YH, Park GB, Joo ST. 2008. Effect of Chilling Temperature of Carcass on Breast Meat Quality of Duck. *Poult Sci*. 87:1860–1867. doi:10.3382/ps.2007-00194.
- Alves SP, Bessa RJB. 2009. Comparison of two gas–liquid chromatograph columns for the analysis of fatty acids in ruminant meat. *J Chromatogr A*. 1216(26):5130–5139. doi:10.1016/j.chroma.2009.04.079.
- Arakawa K, Sagai M. 1986. Species Differences in Lipid Peroxide Levels in Lung Tissue and Investigation of Their Determining Factors. *Lipids*. 21(12):769–775. doi:10.1007/BF02535410.
- Aronal AP, Huda N, Ahmad R. 2012. Amino Acid and Fatty Acid Profiles of Peking and Muscovy Duck Meat. *Int J Poult Sci*. 11(3):229–236. doi:10.3923/ijps.2012.229.236.
- Arthur J. 2017. *Duck Eggs*. Em: *Egg Innovations and Strategies for Improvements*. Elsevier Inc. p. 23–32. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9/00003-2>.

- Attia YA, Al-Harhi MA, Korish MA, Shiboob MM. 2017. Fatty acid and cholesterol profiles, hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of broiler meat in the retail market. *Lipids Health Dis.* 16(40):1–11. doi:10.1186/s12944-017-0423-8.
- Aumaître A. 1999. Quality and safety of animal products. *Livest Prod Sci.* 59:113–124. doi:10.1016/S0301-6226(99)00020-2.
- van Ba H, Hwang I, Jeong D, Touseef A. 2012. Principle of Meat Aroma Flavors and Future Prospect. Em: Latest Research into Quality Control. p. 145–176.
- Baéza E. 2006a. Major trends in research into domestic ducks and recent results concerning meat quality. Em: Proceedings of 12th European Poultry Conference. Verona (Itália). p. 1–8.
- Baéza E. 2006b. Effects of genotype, age and nutrition on intramuscular lipids and meat quality. *Symp COA/INRA Sci Coop Agric.*:79–82.
- Baéza E, Marie-Etancelin C, Davail S, Diot C. 2013. La stéatose hépatique chez les palmipèdes. *INRA Prod Anim.* 26(5):403–414.
- Baéza E, Salichon MR, Marche G, Wacrenier N, Dominguez B, Culioli J. 2000. Effects of age and sex on the structural, chemical and technological characteristics of mule duck meat. *Br Poult Sci.* 41:300–307. doi:10.1080/713654934.
- Banaszak M, Kuźniacka J, Biesek J, Maiorano G, Adamski M. 2020. Meat quality traits and fatty acid composition of breast muscles from ducks fed with yellow lupin. *Animal.* 14(9):1969–1975. doi:10.1017/S1751731120000610.
- Bernacki Z, Kokoszyński D, Mallek T. 2008. Evaluation of selected meat traits in seven-week-old duck broilers. *Anim Sci Pap Reports.* 26(3):165–174.
- Besbes B, Tixier-Boichard M, Hoffmann I, Jain GL. 2007. Future trends for poultry genetic resources. Em: Proceedings of the International conference of poultry in the 21st century: Avian influenza and beyond. p. 1–25.
- Bible A. 2014. Outdoor Brands Consume Less Than One Percent of Global Down Production. *Blue Ridge Outdoor Mag.* [acedido em 2021 Ago 28]. <https://www.blueridgeoutdoors.com/camping/outdoor-brands-down-production/>.
- Biesalski HK. 2005. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Sci.* 70:509–524. doi:10.1016/j.meatsci.2004.07.017.
- Biesiada-Drzazga B. 2012. Ducks. Em: Jankowski J, editor. Poultry breeding and utilization. Varsóvia, Polónia: PWRiL. p. 377–396.
- Biswas S, Banerjee R, Bhattacharyya D, Patra G, Das AK, Das SK. 2019. Technological investigation into duck meat and its products - a potential alternative to chicken. *Worlds Poult Sci J.* 75(4):609–620. doi:10.1017/S004393391900062X.
- Bouillon R, Carmeliet G, Daci E, Segaert S, Verstuyf A. 1998. Vitamin D Metabolism and Action. *Osteoporos Int.* 8:S13–S19. doi:10.1007/pl00022727.
- Braine A. 2010. Le marché français et international du canard. Em: Journée nationale des professionnels du canard à rôtir. Angers, França. p. 1–12.

- Brigelius-Flohé R, Kelly FJ, Salonen JT, Neuzil J, Zing JM, Azzi A. 2002. The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research. *Am J Clin Nutr.* 76:703–716. doi:10.1093/ajcn/76.4.703.
- Brigelius-Flohé R, Traber MG. 1999. Vitamin E: function and metabolism. *FASEB J.* 13:1145–1155. doi:10.1096/fasebj.13.10.1145.
- British Department of Health. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease: Report of the Cardiovascular Review Group Committee on Medical Aspects of Food Policy. Londres.
- Buckley DJ, Morrissey PA, Gray JI. 1995. Influence of Dietary Vitamin E on the Oxidative Stability and Quality of Pig Meat. *J Anim Sci.* 73:3122–3130. doi:10.2527/1995.73103122x.
- [BWA]. British Waterfowl Association. 2021. Domestic Ducks. [acedido em 2021 Mar 17]. <https://www.waterfowl.org.uk/domestic-waterfowl/domestic-ducks/>.
- Calder PC. 2004. n–3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clin Sci.* 107:1–11. doi:10.1042/CS20040119.
- Calder PC, Albers R, Antoine JM, Blum S, Bourdet-Sicard R, Ferns GA, Folkerts G, Friedmann PS, Frost GS, Guarner F, et al. 2009. Inflammatory Disease Processes and Interactions with Nutrition. *Br J Nutr.* 101(1):1–45. doi:10.1017/s0007114509377867.
- Cao Z, Gao W, Zhang Y, Huo W, Weng K, Zhang Y, Li B, Chen G, Xu Q. 2021. Effect of marketable age on proximate composition and nutritional profile of breast meat from Cherry Valley broiler ducks. *Poult Sci.* 100:1–9. doi:10.1016/j.psj.2021.101425.
- Carpenter CE, Cornforth DP, Whittier D. 2001. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Sci.* 57:359–363. doi:10.1016/S0309-1740(00)00111-X.
- [CCE]. Comissão de Coordenação Estratégica. 2008. Regulamento (CE) N.º 543/2008 da Comissão, de 16 de Junho de 2008, que estabelece regras de execução do Regulamento (CE) n.º 1234/2007 do Conselho no que respeita às normas de comercialização para a carne de aves de capoeira. *J Of da União Eur.* 157:46–87. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:02008R0543-20130701&from=EN>.
- Chen BJ. 1990. A favorable outlook for duck production in the Far East and South Pacific. :1–8.
- Cherian G, Wolfe FW, Sim JS. 1996. Dietary Oils with Added Tocopherols: Effects on Egg or Tissue Tocopherols, Fatty Acids, and Oxidative Stability. *Poult Sci.* 75:423–431. doi:10.3382/ps.0750423.
- Cherry P, Morris TR. 2008. Domestic duck production: science and practice. CABI.
- Cherry Valley Farms Ltd. 2021a. Cherry Valley Super M3. Prod Specif. doi:10.1080/09613219308727250.
- Cherry Valley Farms Ltd. 2021b. Welcome to Cherry Valley Farms (UK) Limited. [acedido em 2021 Ago 27]. <https://www.cherryvalley.co.uk/>.

- Chizzolini R, Zanardi E, Dorigoni V, Ghidini S. 1999. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends Food Sci Technol.* 10:119–128. doi:10.1016/S0924-2244(99)00034-5.
- Codex Alimentarius. 2005. Código de Práticas de Higiene para a Carne: CAC/RCP 58-2005.
- Cooper GM. 2000. *Structure of the Plasma Membrane. Emi: The Cell: A Molecular Approach.* 2ª edição. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9898/%0A>.
- Council of Europe. 1999. Recommendation concerning domestic ducks (*Anas platyrhynchos*). Standing Comm Eur Conv Prot Anim Kept Farming Purp (T-AP), Counc Eur. [acedido em 2021 Ago 27]. [https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_cooperation/biological_safety_and_use_of_animals/farming/Rec ducks.asp](https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_cooperation/biological_safety_and_use_of_animals/farming/Rec%20ducks.asp).
- Dai Y, Liu DY, Chen M, Lei Y, Zhai YN, Xu XL, Zhou GH. 2014. The effect of various postproduction heat treatment on lipid composition and oxidation in chinese Nanjing salted duck. *J Food Process Preserv.* 38:837–844. doi:10.1111/jfpp.12038.
- Daniel CR, Cross AJ, Koebnick C, Sinha R. 2010. Trends in meat consumption in the USA. *Public Health Nutr.* 14(4):575–583. doi:10.1017/S1368980010002077.
- Dinh TTN, Thompson LD, Galyean ML, Brooks JC, Patterson KY, Boylan LM. 2011. Cholesterol Content and Methods for Cholesterol Determination in Meat and Poultry. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 10(5):269–289. doi:10.1111/j.1541-4337.2011.00158.x.
- Dong NTK, Ogle RB. 2003. Effect of Brewery Waste Replacement of Concentrate on the Performance of Local and Crossbred Growing Muscovy Ducks. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 16(10):1510–1517. doi:10.5713/ajas.2003.1510.
- Downing J. 2010. *Commercial Duck Production for Bird Welfare, Environmental Benefits and Efficiency.* Barton, Austrália.
- El-Edel MA, El-kholya SZ, Abou-Ismael UA. 2015. The Effects of Housing Systems on Behaviour, Productive Performance and Immune Response to Avian Influenza Vaccine in Three Breeds of Ducks. *Int J Agric Innov Res.* 3(5):1496–1505.
- Enser M. 1995. Meat lipids. Em: *Developments in Oils and Fats.* p. 1–31.
- Enser M, Hallett KG, Hewett B, Fursey GAJ, Wood JD, Harrington G. 1998. Fatty Acid Content and Composition of UK Beef and Lamb Muscle in Relation to Production System and Implications for Human Nutrition. *Meat Sci.* 49(3):329–341. doi:10.1016/S0309-1740(97)00144-7.
- Etuk IF, Abasiokong SF, Ojewola GS, Akomas SC. 2006. Carcass and Organ Characteristics of Muscovy Ducks Reared under Three Management Systems in South Eastern Nigeria. *Int J Poult Sci.* 5(6):534–537.
- Euro Foie Gras. 2019. Home | Euro Foie Gras. [acedido em 2021 Ago 26]. <https://www.eurofoiegras.com/en/home/>.
- Fan HP, Xie M, Wang WW, Hou SS, Huang W. 2008. Effects of Dietary Energy on Growth Performance and Carcass Quality of White Growing Pekin Ducks from Two to Six Weeks of Age. *Poult Sci.* 87:1162–1164. doi:10.3382/ps.2007-00460.

- Fan W, Liu W, Liu H, Meng Q, Xu Y, Guo Y, Wang B, Zhou Z, Hou S. 2020. Dynamic accumulation of fatty acids in duck (*Anas platyrhynchos*) breast muscle and its correlations with gene expression. *BMC Genomics*. 21(58):1–15. doi:10.1186/s12864-020-6482-7.
- [FAO]. Food and Agriculture Organization. 2021a. FAOSTAT. [acedido em 2021 Ago 26]. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- [FAO]. Food and Agriculture Organization. 2021b. Poultry species | Gateway to poultry production and products | Food and Agriculture Organization of the United Nations. [acedido em 2021 Ago 26]. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/en/>.
- Fernandes CE, Vasconcelos MA da S, Ribeiro M de A, Sarubbo LA, Andrade SAC, Filho AB de M. 2014. Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. *Food Chem*. 160:67–71. doi:10.1016/j.foodchem.2014.03.055.
- Frank DC, Ball AJ, Hughes JM, Piyasiri U, Stark J, Watkins P, Warner RD. 2016. Sensory and Flavor Chemistry Characteristics of Australian Beef; the Influence of Intramuscular Fat, Feed and Breed. *J Agric Food Chem*. 64(21):4299–4311. doi:10.1021/acs.jafc.6b00160.
- de Freitas AK. 2006. Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades. Federal University of Goiás.
- French P, Stanton C, Lawless F, O’Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PJ, Moloney AP. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J Anim Sci*. 78:2849–2855. doi:10.2527/2000.78112849x.
- Gabarrou JF, Salichon MR, Guy G, Blum JC. 1996. Hybrid ducks overfed with boiled corn develop an acute hepatic steatosis with decreased choline and polyunsaturated fatty acid level in phospholipids. *Reprod Nutr Dev*. 36(5):473–484. doi:10.1051/rnd:19960503.
- Galal A, Ali WAH, Ahmed AMH, Ali KAA. 2011. Performance and carcass characteristics of Dumyati, Muscovy, Peking and Sudani duck breeds. *Egypt J Anim Prod*. 48(2):191–202. doi:10.21608/ejap.2011.94072.
- Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ. 1998. Cholesterol Oxides in Processed Chicken Muscle as Influenced by Dietary wTocophero1 Supplementation. *Meat Sci*. 48(1/2):1–9. doi:10.1016/S0309-1740(97)00069-7.
- Garachka MT, Kas’yanenka S V. 1994. Meat qualities of hybrid ducklings. *Vestsi Akadehmii Agrar Navuk Belarusi*.(3):84–86.
- Garmyn A. 2020. Consumer Preferences and Acceptance of Meat Products. *Foods*. 9(708):1–3. doi:10.3390/foods9060708.
- Gidding SS, Dennison BA, Birch LL, Daniels SR, Gilman MW, Lichtenstein AH, Rattay KT, Steinberger J, Stettler N, Van Horn L. 2005. Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners: consensus statement from the American Heart Association. *Circulation*. 112(13):2061–2075. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169251.

- Goluszko P, Nowicki B. 2005. Membrane Cholesterol: a Crucial Molecule Affecting Interactions of Microbial Pathogens with Mammalian Cells. *Infect Immun.* 73(12):7791–7796. doi:10.1128/IAI.73.12.7791-7796.2005.
- Górski J. 1989. Comparative investigations of the growth rate and effect of interstrain crossing of Peking ducks on body weight and conformation and slaughter value of crossbreds.
- Górski J. 1992. The effects of age, body weight, origin and sex on Peking ducks on their slaughter yield. *Zesz Nauk Zootech.* 19(1):77–85.
- [GPP]. Gabinete de Planeamento e Políticas. 2007. Carne - Diagnóstico Sectorial. http://www.isa.utl.pt/files/pub/destaques/diagnosticos/Carne__Diagnostico_Sectorial.pdf.
- Grabowski W, Kijowski J. 2004. Meat and poultry preparations: Hygiene, technology, quality. Varsóvia, Polónia.
- Graczyk M, Gornowicz E, Mucha S, Lisowski M, Grajewski B, Radziszewska J, Pietrzak M, Szwaczkowski T. 2016. Heritability of some meat quality traits in ducks. *Sci Ann Polish Soc Anim Prod.* 12(4):9–17. doi:10.5604/01.3001.0013.5342.
- Grimaud Frères. [s.d.]. Genetic selection & hatching in | Ducks, geese and pigeons | Tailor-made products and services. [acedido em 2021 Ago 27]. <https://grimaudfreres.com/en/>.
- Grimaud Frères. 2017. Star 53.
- Grześkowiak E, Borzuta K, Borys A, Grześkiewicz S, Strzelecki J. 2005. The composition of fatty acids in Longissimus dorsi and Biceps femoris muscles of pigs Puł x Landrace and Naïma x P-76 from peasant farms. *Polish Soc Food Technol.* 3(44):48–52.
- Guémené D, Guy G. 2004. The past, present and future of force-feeding and “foie gras” production. *World’s Poult Sci J.* 60:211–222. doi:10.1079/wps200414.
- Guémené D, Shi ZD, Guy G. 2012. Production systems for waterfowl. Em: Sandilands V, Hocking P, editores. *Alternative systems for poultry: health, welfare and productivity.* p. 128–155.
- Harris WS, Mozaffarian D, Rimm E, Kris-Etherton P, Rudel LL, Appel LJ, Engler MM, Engler MB, Sacks F. 2009. Omega-6 Fatty Acids and Risk for Cardiovascular Disease: A Science Advisory From the American Heart Association Nutrition Subcommittee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Epidem. *Circulation.* 119:902–907. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.191627.
- Hassan FAM, Roushdy EM, Zagloul AW, Ali MA, El-Araby IE. 2018. Growth performance, carcass traits and economic values of Pekin, Muscovy, and Mullard ducks. *Slov Vet Res.* 55(20):357–365. doi:10.26873/SVR-663-2018.
- Higgins FM, Kerry JP, Buckley DJ, Morrissey PA. 1998. Effect of Dietary α -Tocopheryl Acetate Supplementation on α -Tocopherol Distribution in Raw Turkey Muscles and Its Effect on the Storage Stability of Cooked Turkey Meat. *Meat Sci.* 50(3):373–383. doi:10.1016/S0309-1740(98)00045-X.
- Higgins FM, Kerry JP, Buckley DJ, Morrissey PA. 1999. Effects of alpha -tocopheryl acetate supplementation and salt addition on the oxidative stability (TBARS) and warmed-over

- flavour (WOF) of cooked turkey meat. *Br Poult Sci.* 40:59–64. doi:10.1080/00071669987845.
- Hoffman E. 1992. Hybrid progeny from Muscovy and domestic ducks. Em: Proceedings of the 9th International Symposium on Waterfowl. Pisa, Itália. p. 64–66.
- Hong EC, Heo KN, Kim HK, Kang BS, Kim CD, Choo HJ, Choi HC, Mushtag MMH, Purnin R, Kim JH. 2014. Growth performance, carcass yield and meat quality of Korean native duck. *J Agric Sci Technol.* 4:76–85.
- Hosomi A, Arita M, Sato Y, Kiyose C, Ueda T, Igarashi O, Arai H, Inoue K. 1997. Affinity for α -tocopherol transfer protein as a determinant of the biological activities of vitamin E analogs. *FEBS Lett.* 409:105–108. doi:10.1016/S0014-5793(97)00499-7.
- Howard L. 2003. Anatidae. *Anim Divers Web.* [acedido em 2021 Mar 24]. <https://animaldiversity.org/accounts/Anatidae/%0A%0A>.
- Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Ascherio A, Colditz GA, Speizer FE, Hennekens CH, Willett WC. 1999. Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. *Am J Clin Nutr.* 70:1001–1008.
- Hu J, Zhang Z, Shen WJ, Azhar S. 2010. Cellular cholesterol delivery, intracellular processing and utilization for biosynthesis of steroid hormones. *Nutr Metab (Lond).* 7(47):1–25. doi:10.1186/1743-7075-7-47.
- Huang JF, Hu YH, Hsu JC. 2008. Waterfowl Production in Hot Climates. Em: Daghir NJ, editor. *Poultry Production in Hot Climates.* 2ª edição. Wallingford, Oxfordshire, Reino Unido: CAB International. p. 330–375.
- Huang JF, Lin CC. 2011. Production, composition, and quality of duck eggs. Em: Improving the safety and quality of eggs and egg products. Woodhead Publishing Limited. p. 487–508.
- Huang JF, Pingel H, Guy G, Łukaszewicz E, Baéza E, Wang SD. 2012. A century of progress in waterfowl production, and a history of the WPSA Waterfowl Working Group. *Worlds Poult Sci J.* 68(3):551–563. doi:10.1017/S0043933912000645.
- Hui C, Junzhi T, Yutao L, Jianjie S. 1996. Hereditary Character of Reciprocal Mule Duck. *J Fujian Acad Agric Sci.* 11(2):35–39.
- Hui YH. 2012. *Handbook of Meat and Meat Processing.* 2ª edição. CRC Press.
- Hur SJ, Park GB, Joo ST. 2007. Formation of cholesterol oxidation products (COPs) in animal products. *Food Control.* 18:939–947. doi:10.1016/j.foodcont.2006.05.008.
- Hwang YH, Joo ST. 2016. Fatty Acid Profiles of Ten Muscles from High and Low Marbled (Quality Grade 1++ and 2) Hanwoo Steers. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 36(5):679–688. doi:10.5851/kosfa.2016.36.5.679.
- Hwang YH, Joo ST. 2017. Fatty Acid Profiles, Meat Quality, and Sensory Palatability of Grain-fed and Grass-fed Beef from Hanwoo, American, and Australian Crossbred Cattle. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 37(2):153–161. doi:10.5851/kosfa.2017.37.2.153.
- [INE]. Instituto Nacional de Estatística. 2021. Portal do Instituto Nacional de Estatística. [acedido em 2021 Ago 26].

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main.

- Ismoyowati, Sumarmono J. 2019. Duck Production for Food Security. Em: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 372. Purwokerto, Indonésia.
- Issanchou S. 1996. Consumer Expectations and Perceptions of Meat and Meat Product Quality. *Meat Sci.* 43(1):S5–S19. doi:10.1016/0309-1740(96)00051-4.
- Jakobsen K, Engberg RM, Andersen JO, Jensen SK, Lauridsen C, Sørensen P, Henckel P, Bertelsen G, Skibsted LH, Jensen C. 1995. Supplementation of Broiler Diets with all-rac-alpha- or a Mixture of Natural Source RRR-alpha-,gamma-,delta-Tocopheryl Acetate. 1. Effect on Vitamin E Status of Broilers In Vivo and at Slaughter. *Poult Sci.* 74(12):1984–1994. doi:10.3382/ps.0741984.
- Jensen C, Lauridsen C, Bertelsen G. 1998. Dietary vitamin E: Quality and storage stability of pork and poultry. *Trends Food Sci Technol.* 9:62–72. doi:10.1016/S0924-2244(98)00004-1.
- Juodka R, Juska R, Juskiene V, Leikus R, Stankeviciene D, Nainiene R. 2018. The effect of feeding with hemp and Camelina cakes on the fatty acid profile of duck muscles. *Arch Anim Breed.* 61:293–303. doi:10.5194/aab-61-293-2018.
- Kaewtapee C, Prahkarnkao K, Bunchasak C. 2018. Effect of Sex on Growth Curve, Production Performance and Carcass Quality of Cherry Valley Ducks. *J Appl Anim Sci.* 11(2):9–18.
- Kanner J. 1994. Oxidative Processes in Meat and Meat Products: Quality Implications. *Meat Sci.* 36:169–189. doi:10.1016/0309-1740(94)90040-X.
- Kapkowska E, Gumułka M, Rabsztyn A, Połtowicz K, Andres K. 2011. Comparative study on fattening results of Zatorska and White Koluda geese. *Ann Anim Sci.* 11(2):207–217.
- Kasprzyk A, Tyra M, Babicz M. 2015. Fatty acid profile of pork from a local and a commercial breed. *Arch Anim Breed.* 58:379–385. doi:10.5194/aab-58-379-2015.
- Katan MB, Zock PL, Mensink RP. 1994. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview. *Am J Clin Nutr.* 60:1017S-1022S.
- Khalifa AH, Nassar AM. 2001. Nutritional and bacteriological properties of some game duck carcasses. *Nahrung/Food.* 45(4):286–292. doi:10.1002/1521-3803(20010801)45:4<286::aid-food286>3.0.co;2-%23.
- Kim GD, Jeong JY, Moon SH, Hwang YH, Park GB, Joo ST. 2008. Effects of muscle fibre type on meat characteristics of chicken and duck breast muscle. :1–3.
- Knížetová H, Hyánek J, Hyánková L, Bělíček P. 1995. Comparative study of growth curves in poultry. *Genet Sel Evol.* 27(4):365–375. doi:10.1016/0999-193X(96)80487-3.
- Kokoszyński D. 2011. Evaluation of meat traits in commercial crossbreds of Pekin type ducks. Universidade de Ciência e Tecnologia, Bydgoszcz (Polónia).
- Kokoszyński D, Arpášová H, Hrnčar C, Žochowska-Kujawska J, Kotowicz M, Sobczak M. 2020. Carcass characteristics, chemical composition, physicochemical properties, texture, and microstructure of meat from spent Pekin ducks. *Poult Sci.* 99:1232–1240. doi:10.1016/j.psj.2019.09.003.

- Kokoszyński D, Bernacki Z. 2011. Comparison of meat performance of Pekin ducks from two conservative flocks. *J Cent Eur Agric.* 12(1):215–225. doi:10.5513/JCEA01/12.1.901.
- Kokoszyński D, Korytkowska H. 2005. The evaluation of meat traits of ducks from four pedigree strains. *Acta Sci Pol.*(41):71–80.
- Kokoszyński D, Kotowicz M, Brudnicki A, Bernacki Z, Wasilewski PD, Wasilewski R. 2016. Carcass composition and quality of meat from Pekin ducks finished on diets with varying levels of whole wheat grain. *Anim Prod Sci.* 57(10):2117–2124. doi:10.1071/AN15810.
- Kokoszyński D, Piwczyński D, Arpášová H, Hrnčar C, Saleh M, Wasilewski R. 2019. A comparative study of carcass characteristics and meat quality in genetic resources Pekin ducks and commercial crossbreds. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 32(11):1753–1762. doi:10.5713/ajas.18.0790.
- Kokoszyński D, Wasilewski R, Stęczny K, Bernacki Z, Kaczmarek K, Saleh M, Wasilewski PD, Biegiewska M. 2015. Comparison of growth performance and meat traits in Pekin ducks from different genotypes. *Eur Poult Sci.* 79:1–11. doi:10.1399/eps.2015.110.
- Kokoszyński D, Wasilewski R, Stęczny K, Kotowicz M, Hrnčar C, Arpášová H. 2019. Carcass composition and selected meat quality traits of Pekin ducks from genetic resources flock. *Poult Sci.* 98:3029–3039. doi:10.3382/ps/pez073.
- Kozák J, Gara I, Kawada T. 2010. Production and welfare aspects of goose down and feather harvesting. *Worlds Poult Sci J.* 66(4):767–778. doi:10.1017/S0043933910000723.
- Kraft J, Kramer JKG, Schoene F, Chambers JR, Jahreis G. 2008. Extensive Analysis of Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids, CLA, trans-18:1 Isomers, and Plasmalogenic Lipids in Different Retail Beef types. *J Agric Food Chem.* 56(12):4775–4782. doi:10.1021/jf8001813.
- Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Erdman Jr. JW, Kris-Etherton P, Goldberg IJ, Kotchen TA, et al. 2000. AHA Dietary Guidelines: Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation.* 102(18):2284–2299.
- Kulig W, Cwiklik L, Jurkiewicz P, Rog T, Vattulainen I. 2016. Cholesterol oxidation products and their biological importance. *Chem Phys Lipids.* 199:144–160. doi:10.1016/j.chemphyslip.2016.03.001.
- Kumar R, Biswas S, Bhattacharyya D, Ram M, Singh V. 2014. Study on nuggets prepared from different ratios of spent duck and spent hen meat. *Indian J Poult Sci.* 49(2):228–230.
- Kumar R, Biswas S, Singh V, Ram M, Kalimuddin M. 2016. Comparison of physico-chemical and sensory quality of sausages prepared from spent duck and hen meat. *Explor Anim Med Res.* 6(1):89–93.
- Kwon HJ, Choo YK, Choi YI, Kim EJ, Kim HK, Heo KN, Choi HC, Lee SK, Kim CJ, Kim BG, et al. 2014. Carcass Characteristics and Meat Quality of Korean Native Ducks and Commercial Meat-type Ducks Raised under Same Feeding and Rearing Conditions. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 27(11):1638–1643. doi:10.5713/ajas.2014.14191.
- Larzul C, Imbert B, Bernadet MD, Guy G, Rémignon H. 2006. Meat quality in an intergeneric

- factorial crossbreeding between muscovy (*Cairina moschata*) and Pekin (*Anas platyrhynchos*) ducks. *Anim Res.* 55:219–229. doi:10.1051/animres:2006010.
- Lavilla M, Olabarrieta I, Lasa D, Martínez B, Serrano G, Aduriz A, Martínez-de-Marañón I. 2019. Improvement of gastronomical properties of duck Foie gras by high hydrostatic pressure. *Int J Gastron Food Sci.* 17:1–7. doi:10.1016/j.ijgfs.2019.100155.
- Leaf A, Xiao YF, Kang JX, Billman GE. 2003. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *Pharmacol Ther.* 98:355–377. doi:10.1016/S0163-7258(03)00039-1.
- Lee AR. 1937. Duck breeding. *Yearbook.*:1367–1378.
- Lorenz FW, Entenman C, Chaikoff IL. 1938. The influence of age, sex, and ovarian activity on the blood lipids of the domestic fowl. *J Biol Chem.* 122(3):619–633. doi:10.1016/s0021-9258(18)74191-4.
- Lynch MP, Kerry JP, Buckley DJ, Faustman C, Morrissey PA. 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. *Meat Sci.* 52:95–99. doi:10.1016/S0309-1740(98)00153-3.
- Mapiye C, Chimonyo M, Dzama K, Hugo A, Strydom PE, Muchenje V. 2011. Fatty acid composition of beef from Nguni steers supplemented with Acacia karroo leaf-meal. *J Food Compos Anal.* 24:523–528. doi:10.1016/j.jfca.2011.01.018.
- Marie-Etancelin C, Chapuis H, Brun JM, Larzul C, Mialon-Richard MM, Rouvier R. 2008. Genetics and selection of mule ducks in France: a review. *Worlds Poult Sci J.* 64:187–208. doi:10.1017/S0043933907001791.
- Marie-Etancelin C, Retailleau B, Alinier A, Vitezica ZG. 2015. Sex impact on the quality of fatty liver and its genetic determinism in mule ducks. *J Anim Sci.* 93:4252–4257. doi:10.2527/jas.2015-9121.
- Marinhave. 2016. Início | Marinhave | Produção, criação e comércio de Patos. [accedido em 2021 Ago 26]. <https://www.marinhave.pt/>.
- Martins T da S, de Lemos MVA, Mueller LF, Baldi F, de Amorim TR, Ferrinho AM, Muñoz JA, Fuzikawa IH de S, de Moura G V., Gemelli JL, et al. 2018. Fat Deposition, Fatty Acid Composition, and Its Relationship with Meat Quality and Human Health. Em: *Meat Science and Nutrition.* p. 17–37.
- Mazanowski A, Bernacki Z. 2004. Comparison of meat traits, carcass slaughter value and chemical composition of duck meat from three maternal strains. *Ann Anim Sci.* 31(1):39–54.
- Mazanowski A, Kokoszyński D, Korytkowska H. 1998. Influence of feed restriction on meat traits of duck broilers. *Zesz Nauk Przeglądu Hod.* 36:211–218.
- Mazanowski A, Książkiewicz J. 2004. Comprehensive evaluation of meat traits of ducks from two sire strains. *J Anim Feed Sci.* 13:173–182.
- Mazanowski A, Książkiewicz J, Kisiel T. 2001. Evaluation of meat traits in four-strain crossbred ducks. *Rocz Nauk Zootech.* 28(1):25–43.
- Mead GC. 2004. Poultry meat processing and quality. Woodhead Publishing.

- Mensink RP, WHO. 2016. Effects of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a systematic review and regression analysis.
- Mensink RP, Zock PL, Kester ADM, Katan MB. 2003. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr.* 77:1146–1155. doi:10.1093/ajcn/77.5.1146.
- van der Meulen SJ, den Dikken G. 2004. Duck keeping in the tropics. 2^a edição. Overgaag A, editor. Wageningen, Países Baixos: Digigrafi.
- Micha R, Wallace SK, Mozaffarian D. 2010. Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circulation.* 121(21):2271–2283. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.924977.
- Min B, Ahn DU. 2005. Mechanism of Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products -A Review. *Food Sci Biotechnol.* 14(1):152–163.
- Morrissey PA, Buckley DJ, Sheehy PJA, Monahan FJ. 1994. Vitamin E and meat quality. *Proc Nutr Soc.* 53(2):289–295. doi:10.1079/pns19940034.
- Morrissey PA, Sheehy PJA, Galvin K, Kerry JP, Buckley DJ. 1998. Lipid Stability in Meat and Meat Products. *Meat Sci.* 49(1):S73–S86. doi:10.1016/S0309-1740(98)90039-0.
- Muchenje V, Dzama K, Chimonyo M, Strydom PE, Hugo A, Raats JG. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chem.* 112:279–289. doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.103.
- Muhlisin, Kim DS, Song YR, Kim HR, Kwon HJ, An BK, Kang CW, Kim HK, Lee SK. 2013. Comparison of Meat Characteristics between Korean Native Duck and Imported Commercial Duck Raised under Identical Rearing and Feeding Condition. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 33(1):89–95. doi:10.5851/kosfa.2013.33.1.89.
- Murawska D. 2012. The effect of age on the growth rate of tissues and organs and the percentage content of edible and nonedible carcass components in Pekin ducks. *Poult Sci.* 91:2030–2038. doi:10.3382/ps.2011-02083.
- Naveen Z, Naik BR, Subramanyam B V., Reddy PM. 2016. Studies on the quality of duck meat sausages during refrigeration. *Springerplus.* 5(2061):1–16. doi:10.1186/s40064-016-3743-7.
- Nevrkla P, Kapelański W, Václavková E, Hadaš Z, Cebulska A, Horký P. 2017. Meat quality and fatty acid profile of pork and backfat from an indigenous breed and a commercial hybrid of pigs. *Ann Anim Sci.* 17(4):1215–1227. doi:10.1515/aoas-2017-0014.
- Nickolova M. 2004. Study on egg laying characteristics of Muscovy Duck (*Cairina Moschata*) depending on the breeding method. *J Cent Eur Agric.* 5(4):359–365. doi:10.5513/jcea.v5i4.238.
- Nistor G, Nistor E, Bampidis V, Christodoulou V. 2005. Weight and composition of the foie gras. *Res J Agric Sci.* 37:501–504.
- Norlin M, Wikvall K. 2007. Enzymes in the Conversion of Cholesterol into Bile Acids. *Curr Mol Med.* 7:199–218. doi:10.2174/156652407780059168.

- [NSW Government]. Government of New South Wales. [s.d.]. Duck breeds and breeding. [acedido em 2021 Mar 24]. <https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/poultry-and-birds/species/duck-raising/breeds-and-breeding>.
- Nuriyasa IM, Puger AW, Putra IGAA. 2021. Effects of Dietary Different Lipid Sources on Serum Cholesterol Concentration, Fat Composition and Growth Performance in Ducks. *Adv Anim Vet Sci*. 9(6):926–932. doi:10.17582/journal.aavs/2021/9.6.926.932.
- O'Fallon J V., Busboom JR, Nelson ML, Gaskins CT. 2007. A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. *J Anim Sci*. 85(6):1511–1521. doi:10.2527/jas.2006-491.
- O'Neill LM, Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ. 1999. Influence of dietary olive oil and vitamin E supplementation on the quality of chicken and chicken meat products. *Br Poult Sci*. 40:112–116.
- O'Sullivan MG, Kerry JP, Buckley DJ, Lynch PB, Morrissey PA. 1997. The Distribution of Dietary Vitamin E in the Muscles of the Porcine Carcass. *Meat Sci*. 45(3):297–305. doi:10.1016/S0309-1740(96)00121-0.
- Olver MD, Du Preez JJ, Kuyper MA, Mould DJ. 1977. The carcass composition and growth of the "mule" duckling compared to purebred ducklings. *Agroanimalia*. 9:7–12.
- Onbaşilar EE, Yalçın S. 2018. Fattening performance and meat quality of Pekin ducks under different rearing systems. *Worlds Poult Sci J*. 74(1):61–68. doi:10.1017/S004393391700099X.
- Onk K, Yalcintan H, Sari M, Isik SA, Yakan A, Ekiz B. 2019. Effects of genotype and sex on technological properties and fatty acid composition of duck meat. *Poult Sci*. 98:491–499. doi:10.3382/ps/pey355.
- Pan A, Sun Q, Bernstein AM, Schulze MB, Manson JE, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB. 2012. Red Meat Consumption and Mortality: Results From 2 Prospective Cohort Studies. *Arch Intern Med*. 172(7):555–563. doi:10.1001/archinternmed.2011.2287.
- Paszczyk B, Polak-śliwińska M, Łuczyńska J. 2020. Fatty Acids Profile, Trans Isomers, and Lipid Quality Indices in Smoked and Unsmoked Cheeses and Cheese-Like Products. *Int J Environ Res Public Health*. 17(71):1–16. doi:10.3390/ijerph17010071.
- Pereira PM de CC, Vicente AF dos RB. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Sci*. 93:586–592. doi:10.1016/j.meatsci.2012.09.018.
- Perez R. 1985. Duck - Rearing manual. St. Augustine, Trinidad: University of the West Indies.
- Pighin D, Pazos A, Chamorro V, Paschetta F, Cunzolo S, Godoy F, Messina V, Pordomingo A, Grigioni G. 2016. A Contribution of Beef to Human Health: A Review of the Role of the Animal Production Systems. *Sci World J*. 2016:1–10. doi:10.1155/2016/8681491.
- Pingel H. 1999. Influence of breeding and management on the efficiency of duck production. *Lohmann Inf.*(22):7–13.
- Pingel H. 2004. Duck and geese production around the world. *World Poult*. 20:26–28.
- Pingel H. 2011. Waterfowl Production for Food Security. *Lohmann Inf*. 46(2):32–42.

- Praagman J, Beulens JWW, Alsema M, Zock PL, Wanders AJ, Sluijs I, van der Schouw YT. 2016. The association between dietary saturated fatty acids and ischemic heart disease depends on the type and source of fatty acid in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Netherlands cohort. *Am J Clin Nutr.* 103(2):356–365. doi:10.3945/ajcn.115.122671.
- Praagman J, de Jonge EAL, de Jong JCK, Beulens JWW, Sluijs I, Schoufour JD, Hofman A, van der Schouw YT, Franco OH. 2016. Dietary Saturated Fatty Acids and Coronary Heart Disease Risk in a Dutch Middle-Aged and Elderly Population. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 36(9):2011–2018. doi:10.1161/ATVBAHA.116.307578.
- Prates JAM, Quaresma MAG, Bessa RJB, Fontes CMGA, Alfaia CPM. 2006. Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and β -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chem.* 94(3):469–477. doi:10.1016/j.foodchem.2005.01.021.
- del Puerto M, Cabrera MC, Saadoun A. 2017. A Note on Fatty Acids Profile of Meat from Broiler Chickens Supplemented with Inorganic or Organic Selenium. *Int J Food Sci.* 2017:8. doi:10.1155/2017/7613069.
- Qiao Y, Huang J, Chen Y, Chen H, Zhao L, Huang M, Zhou G. 2016. Meat quality, fatty acid composition and sensory evaluation of Cherry Valley, Spent Layer and Crossbred ducks. *Anim Sci J.* 88(1):156–165. doi:10.1111/asj.12588.
- Quaresma MAG, Rodrigues IT, Silva RP, Santos N, Breda J, Bessa RJB, Lemos JPC, Prates JAM, Barreto AS. 2008. Vitamin E homologues in wild boar meat from Montado. Em: *International Congress of Meat Science and Technology.* p. 1–3.
- Raczyński P, Dawid A, Pietek A, Gburski Z. 2006. Reorientational dynamics of cholesterol molecules in thin film surrounded carbon nanotube: Molecular dynamics simulations. *J Mol Struct.* 792–793:216–220. doi:10.1016/j.molstruc.2006.01.064.
- Raes K, De Smet S, Demeyer D. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Anim Feed Sci Technol.* 113:199–221. doi:10.1016/j.anifeedsci.2003.09.001.
- Rémignon H. 2004. Production of turkeys, geese, ducks and game birds. Em: *Poultry meat processing and quality.* Toulouse, França: Woodhead Publishing Limited. p. 211–231.
- Renner M, Dumont F, Gatellier P. 1996. Antioxidant Enzyme Activities in Beef in Relation to Oxidation of Lipid and Myoglobin. *Meat Sci.* 43(2):111–121. doi:10.1016/0309-1740(96)84583-9.
- Rosell CA. 1977. *Criação Lucrativa de Patos e Gansos.* Litexa.
- Rudel LL, Parks JS, Sawyer JK. 1995. Compared With Dietary Monounsaturated and Saturated Fat, Polyunsaturated Fat Protects African Green Monkeys From Coronary Artery Atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 15:2101–2110. doi:10.1161/01.ATV.15.12.2101.
- Russell EA, Lynch A, Galvin K, Lynch PB, Kerry JP. 2003. Quality of Raw, Frozen and Cooked Duck Meat as Affected by Dietary Fat and α -Tocopheryl Acetate Supplementation. *Int J Poult Sci.* 2(5):324–334. doi:10.3923/ijps.2003.324.334.
- Russell EA, Lynch PB, O’Sullivan K, Kerry JP. 2004. Dietary supplementation of α -tocopheryl

- acetate on α -tocopherol levels in duck tissues and its influence on meat storage ability. *Int J Food Sci Technol.* 39:331–340. doi:10.1111/j.1365-2621.2004.00790.x.
- Rustan AC, Drevon CA. 2001. Fatty Acids: Structures and Properties. Em: *Encyclopedia of Life Sciences.* John Wiley & Sons. p. 1–7.
- Sandilands V, Hocking PM. 2012. Alternative systems for poultry: Health, welfare and productivity. CABI.
- Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F. 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livest Prod Sci.* 77(2–3):187–194. doi:10.1016/S0301-6226(02)00059-3.
- Sari M, Tilkı M, Önk K, Işık S. 2013. Effects of Production System and Gender on Liveweight and Body Measurements in Pekin Ducks. *Atatürk Üniversitesi Vet Bilim Derg.* 8(2):112–121. doi:10.17094/avbd.37557.
- Saucier L, Gil M, Sanchez-Carillo F, Ratti C. 2016. Safety of duck foie gras processed under less severe sterilization treatments. *Meat Sci.* 112:184. doi:10.1016/j.meatsci.2015.08.194.
- Schneider C. 2005. Chemistry and biology of vitamin E. *Mol Nutr Food Res.* 49:7–30. doi:10.1002/mnfr.200400049.
- Scollan ND, Dannenberger D, Nuernberg K, Richardson I, MacKintosh S, Hocquette JF, Moloney AP. 2014. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 97:384–394. doi:10.1016/j.meatsci.2014.02.015.
- Serhan CN. 2005. Lipoxins and aspirin-triggered 15-epi-lipoxins are the first lipid mediators of endogenous anti-inflammation and resolution. *Prostaglandins, Leukot Essent Fat Acids.* 73:141–162. doi:10.1016/j.plefa.2005.05.002.
- Simopoulos AP. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr.* 54:438–463. doi:10.1093/ajcn/54.3.438.
- Simopoulos AP. 2002. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Diseases. *J Am Coll Nutr.* 21(6):495–505. doi:10.1080/07315724.2002.10719248.
- Simopoulos AP. 2008. The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Exp Biol Med.*(233):674–688. doi:10.3181/0711-MR-311.
- Sinclair AJ. 1993. Dietary fat and cardiovascular disease: The significance of recent developments for the food industry. *Food Aust J CAFTA AIFST.* 45(5):226–231.
- Skiepkó N, Chwastowska-Siwiecka I, Kondratowicz J, Mikulski D. 2016. Fatty acid profile, total cholesterol, vitamin content, and TBARS value of turkey breast muscle cured with the addition of lycopene. *Poult Sci.*(0):1–9. doi:10.3382/ps/pew005.
- Smith DP, Fletcher DL, Buhr RJ, Beyer RS. 1993. Pekin Duckling and Broiler Chicken Pectoralis Muscle Structure and Composition. *Poult Sci.* 72:202–208.
- Smith SB, Lunt DK, Chung KY, Choi CB, Tume RK, Zembayashi M. 2006. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. *Anim Sci J.*

77:478–486. doi:10.1111/j.1740-0929.2006.00375.x.

- Solomon JKQ, Austin R, Cumberbatch RN, Gonsalves J, Seaforth E. 2006. A comparison of live weight and carcass gain of Pekin, Kunshan and Muscovy ducks on a commercial ration. *Livest Res Rural Dev.* 18(154). <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/solo18154.htm>.
- Spector AA. 1999. Essentiality of Fatty Acids. *Lipids.* 34:S1–S3. doi:10.1007/bf02562220.
- Starčević M, Mahmutović H, Glamočlija N, Baltić B, Popović M, Mitrović R, Marković R, Janjić J, Glišić M, Baltić MŽ. 2021. Pekin Duck Strain and Housing System Affect Chemical Composition, Fatty Acid Profile, and The Extent of Lipid and Protein Oxidation in Meat.
- Starčević M, Mahmutović H, Glamočlija N, Bašić M, Andjelković R, Mitrović R, Marković R, Janjić J, Bošković M, Baltić MŽ. 2021. Growth performance, carcass characteristics, and selected meat quality traits of two strains of Pekin duck reared in intensive vs semi-intensive housing systems. *Animal.* 15:1–8. doi:10.1016/j.animal.2020.100087.
- Stępczyński K, Kokoszyński D, Bernacki Z, Wasilewski R, Saleh M. 2017. Growth performance, body measurements, carcass composition and some internal organ characteristics in young Pekin ducks. *S Afr J Anim Sci.* 47(3):399–406. doi:10.4314/sajas.v47i3.16.
- Stein B. 2012. Introduction to commercial duck farming.
- Suci DM, Fitria Z, Mutia R. 2017. Meat Fatty Acid and Cholesterol Content of Native Indonesian Muscovy Duck Fed with Rice Bran in Traditional Farm. *Anim Prod.* 19(1):37–45. doi:10.20884/1.jap.2017.19.1.586.
- Sumarmono J, Wasito S. 2010. Functional Characteristics of Spent Duck Meat for Use in Emulsion-Type Meat Products. *Anim Prod.* 12(1):55–59.
- Szasz S, Bogenfurst F. 1998. Study on body fat content in Pekin, Muscovy and mule ducks. Em: Proceedings of the 10th European Poultry Conference. p. 719–722.
- Taha FA. 2007. How Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) Has Affected World Poultry-Meat Trade.
- Tai C, Tai J. 2001. Future Prospects of Duck Production in Asia. *J Poult Sci.* 38(1):99–112. doi:10.2141/jpsa.38.99.
- Thiele HH. 2016. Breeding Pekin Ducks for Meat Production. *Lohmann Inf.* [acedido em 2021 Ago 28]. <https://lohmann-breeders.com/lohmanninfo/breeding-pekin-ducks-for-meat-production/>.
- Tonsor GT, Mintert JR, Schroeder TC. 2010. U.S. Meat Demand: Household Dynamics and Media Information Impacts. *J Agric Resour Econ.* 35(1):1–17. www.jstor.org/stable/23243033.
- Traber MG, Packer L. 1995. Vitamin E: beyond antioxidant function. *Am J Clin Nutr.* 62:1501S-1509S.
- Transparency Market Research. 2020. Down and Feather Market. [acedido em 2021 Mar 18]. <https://www.transparencymarketresearch.com/down-feather-market.html>.
- Uhlířová L, Tůmová E, Chodová D, Vlčková J, Ketta M, Volek Z, Skřivanová V. 2018. The effect of age, genotype and sex on carcass traits, meat quality and sensory attributes

- of geese. *Asian-Australasian J Anim Sci.* 31(3):421–428. doi:10.5713/ajas.17.0197.
- Ulbricht TL V., Southgate DAT. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet.* 338:985–992.
- [USDA]. United States Department of Agriculture. 2019. Egg, duck, whole, fresh, raw | FoodData Central. [acedido em 2021 Ago 29]. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172189/nutrients>.
- Valsta LM, Tapanainen H, Männistö S. 2005. Meat fats in nutrition. *Meat Sci.* 70:525–530. doi:10.1016/j.meatsci.2004.12.016.
- Wahyono ND, Utami MMD. 2018. A Review of the Poultry Meat Production Industry for Food Safety in Indonesia. *J Phys Conf Ser.* 953:1–4. doi:10.1088/1742-6596/953/1/012125.
- Warriss PD. 2003. *Ciencia de la carne.* Acribia.
- Watanabe M. 1961. Experimental studies on the artificial insemination of domestic ducks with special reference to the production of mule-ducks. *J Fac Fish Anim Husbandry, Hiroshima Univ.* 3(2):439–478.
- Wawro K, Wilkiewicz-Wawro E, Kleczek K, Brzozowski W. 2004. Slaughter value and meat quality of Muscovy ducks, Pekin ducks and their crossbreeds, and evaluation of the heterosis effect. *Arch Anim Breed.* 47(3):287–299. doi:10.5194/aab-47-287-2004.
- Webb EC, O'Neill HA. 2008. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Sci.* 80:28–36. doi:10.1016/j.meatsci.2008.05.029.
- [WHO]. World Health Organization. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf?sequence=1.
- Wilkiewicz-Wawro E, Bochno R, Szeremeta J. 1999. The effects of age and sex on slaughter value in ducks. *Zesz Nauk Przegladu Hod.* 45:535–536.
- Williams P. 2007. Nutritional composition of red meat. *Nutr Diet.* 64(4):S113–S119. doi:10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x.
- Wołoszyn J, Haraf G, Okruszek A, Wereńska M, Goluch Z, Teleszko M. 2020. Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. *Poult Sci.*(99):1216–1224. doi:10.1016/j.psj.2019.10.026.
- Wołoszyn J, Książkiewicz J, Skrabka-Błotnicka T, Haraf G, Biernat J, Kisiel T. 2006. Comparison of amino acid and fatty acid composition of duck breast muscles from five flocks. *Arch Anim Breed.* 49(2):194–204. doi:10.5194/aab-49-194-2006.
- Wood JD, Enser M, Fisher A V., Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 78:343–358. doi:10.1016/j.meatsci.2007.07.019.
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher A V., Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66:21–32. doi:10.1016/S0309-1740(03)00022-6.

- Xie M, Jiang Y, Tang J, Wen ZG, Huang W, Hou SS. 2014. Effects of stocking density on growth performance, carcass traits, and foot pad lesions of White Pekin ducks. *Poult Sci.* 93:1644–1648. doi:10.3382/ps.2013-03741.
- Yang N. 2011. Social economic aspects of egg production in China. *Em: Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products.* Woodhead Publishing Limited. p. 17–26.
- Yoshida Y, Niki E, Noguchi N. 2003. Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. *Chem Phys Lipids.* 123:63–75. doi:10.1016/S0009-3084(02)00164-0.
- Zaefarian F, Abdollahi MR, Cowieson A, Ravindran V. 2019. Avian Liver: The Forgotten Organ. *Animals.* 9(63):1–23. doi:10.3390/ani9020063.
- Zhang Z, Jia Y, Almeida P, Mank JE, van Tuinen M, Wang Q, Jiang Z, Chen Y, Zhan K, Hou S, et al. 2018. Whole-genome resequencing reveals signatures of selection and timing of duck domestication. *Gigascience.* 7(4). doi:10.1093/gigascience/giy027.

6. ANEXOS

Anexo 1. Nomenclatura dos diferentes ácidos gordos constituintes do perfil lipídico na carne de pato Pequim.

Número de átomos C e duplas ligações	Nome Sistemático	Nome Comum
C12:0	Ácido dodecanóico	Ácido láurico
C14:0	Ácido tetradecanóico	Ácido mirístico
C15:0	Ácido pentadecanóico	Ácido pentadecílico
C16:0	Ácido hexadecanóico	Ácido palmítico
C17:0	Ácido heptadecanóico	Ácido margárico
C18:0	Ácido octadecanóico	Ácido esteárico
C20:0	Ácido eicosanóico	Ácido araquídico
C14:1 _{cis-9}	Ácido 9-tetradecenóico	Ácido miristoleico
C16:1 _{cis-9}	Ácido <i>cis</i> -9-hexadecenóico	Ácido palmitoleico
C17:1	Ácido heptadecenóico	Ácido ginkgólico
C18:1 _{cis-9}	Ácido <i>cis</i> -9-octadecenóico	Ácido oleico
C18:2 _{n-6}	Ácido 9,12-octadecadienóico	Ácido linoleico (LA)
C20:2 _{n-6}	Ácido 11,14-eicosadienóico	
C20:3 _{n-6}	Ácido 8,11,14-eicosatrienóico	Ácido di-homo- γ -linolénico
C20:4 _{n-6}	Ácido 5,8,11,14-eicosatetraenóico	Ácido araquidónico (ARA)
C22:4 _{n-6}	Ácido 7,10,13,16-docosatetraenóico	Ácido adrénico
C22:5 _{n-6}	Ácido 4,7,10,13,16-docosapentaenóico	
C18:3 _{n-3}	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico	Ácido α -linolénico (ALA)
C20:3 _{n-3}	Ácido 11,14,17-eicosatrienóico	Ácido di-homo- α -linolénico
C20:5 _{n-3}	Ácido 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico	Ácido eicosapentaenóico (EPA)
C22:5 _{n-3}	Ácido 7,10,13,16,19-docosapentaenóico	Ácido docosapentaenóico (DPA)
C22:6 _{n-3}	Ácido 4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico	Ácido docosahexaenóico (DHA)

Legenda: C, carbono. LA, ácido linoleico. ARA, ácido araquidónico. ALA, ácido α -linolénico. EPA, ácido eicosapentaenóico. DPA, ácido docosapentaenóico. DHA, ácido docosahexaenóico.