

Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

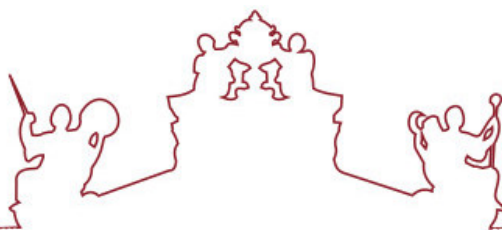
Parâmetros genéticos e ambientais que influenciam as características lanares das raças Merina Branca e Merina Preta

Rafael Cordeiro da Silva

Orientador(es) | Maria Raquel Lucas
Renato Nuno Pimentel Carolino

Évora 2022





Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

**Parâmetros genéticos e ambientais que influenciam as
características lanares das raças Merina Branca e Merina
Preta**

Rafael Cordeiro da Silva

Orientador(es) | Maria Raquel Lucas
Renato Nuno Pimentel Carolino

Évora 2022



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | José Manuel Martins (Universidade de Évora)

Vogais | José Pedro Pestana Fragoso de Almeida (Instituto Politécnico de Bragança)
(Arguente)
Renato Nuno Pimentel Carolino (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV)) (Orientador)

Agradecimentos

Quero começar por agradecer aos meus orientadores, Professora Doutora Raquel Lucas e Professor Doutor Nuno Carolino, por terem aceite o desafio de orientar esta dissertação e por me auxiliarem neste percurso que se revelou bem mais extenso do que se antecipava.

À minha querida Beatriz por ser o meu pilar e tornar possível a conclusão desta etapa, pelo apoio incondicional, incentivo e compreensão nas alturas mais difíceis. Pela perseverança e resiliência que me incutiu durante este processo.

O meu muito obrigado aos meus pais e aos meus avós que tornaram possível toda esta jornada que agora termina. Em especial ao avô Elísio e à avó Madalena, por todo o apoio e ensinamentos que me transmitiram ao longo dos anos.

O meu obrigado a toda a equipa da ANCORME pelo apoio e incentivo ao término deste trabalho. Agradeço também à direção da ANCORME, pela disponibilização dos dados utilizados e por me ter dado a oportunidade de completar a minha formação académica.

A todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram e acompanharam este processo e ajudaram a ser que sou hoje.

Parâmetros genéticos e ambientais que influenciam as características lanares das raças Merina Branca e Merina Preta

Resumo

Esta dissertação tem por objetivo identificar os fatores genéticos e ambientais que influenciam as características lanares de ovinos, nomeadamente de ovinos da raça Merina Branca e Merina Preta. Na primeira parte desta dissertação, é efetuada uma revisão bibliográfica relativa à produção de ovinos a nível nacional, incluindo as raças autóctones, seguida de uma breve contextualização mundial e nacional da produção da lã. Posteriormente são apresentados três projetos nacionais de valorização da lã portuguesa. São ainda abordados os temas da concentração e tipificação da lã em Portugal, as características desta fibra, bem como os fatores genéticos e ambientais que a influenciam. Na segunda parte, são apresentados os resultados obtidos do trabalho efetuado, tendo os dados sido analisados através do programa *Best Linear Unbiased Prediction* (BLUP). Foi provada uma grande variabilidade para o efeito ambiental Exploração*Ano de contraste lanar, para a espessura da fibra de lã, comprimento da fibra de lã e peso do velo. Foi estimada uma heritabilidade (h^2) de 0.29 para a espessura da fibra de lã da raça Merina Preta e 0.34 para a raça Merina Branca. Foi calculada uma h^2 de 0.27 para o comprimento da fibra de lã da raça Merina Preta e 0.25 para a raça Merina Branca. Obteve-se uma h^2 de 0.31 para o peso do velo da raça Merina Preta e 0.37 para a Raça Merina Branca. As estimativas das h^2 são razoáveis e podem ser objeto de melhoramento por seleção.

Palavras- Chave: lã, ovinos, Merina Branca, Merina Preta, BLUP

Genetic and environmental factors that influence the wool characteristics of Merina Branca and Merina Preta sheep

Abstract

This dissertation aims to identify the genetic and environmental factors that influence the wool characteristics of sheep, namely Merina Branca and Merina Preta sheep. In the first chapter of this dissertation, a bibliographic review is carried out regarding the production of sheep at national level, including the production of indigenous breeds, followed by a brief world and national contextualization of wool production. Subsequently, three national projects for the valorisation of Portuguese wool are presented. The topics of wool concentration and typification in Portugal are also addressed, as well as the characteristics of this fibre, and the genetic and environmental factors that influence it. In the second chapter, the results obtained from the work performed are presented, and the data were analysed using the Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) program. A great variability for the environmental effect has been proven for the variable Exploration*Year of wool contrast, for wool fibre thickness, wool fibre length and fleece weight. A heritability (h^2) of 0.29 was estimated for the wool fiber diameter of the Merina Preta breed and of 0.34 for the Merina Branca breed. An h^2 of 0.27 was calculated for the length of the wool fiber of the Merina Preta and 0.25 for the Merina Branca breed. An h^2 of 0.31 was obtained for the fleece weight of the Merina Preta and of 0.37 for the Merina Branca. The h^2 estimative are reasonable and can be improved by selection.

Keywords: Wool, Sheep, Merina Branca, Merina Preta, BLUP

Índice

Agradecimentos.....	i
Índice de Figuras	vii
Índice de Gráficos.....	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de Siglas e Abreviaturas.....	xii
I-Introdução.....	1
II- Revisão Bibliográfica	3
2.1 Produção de Ovinos em Portugal	3
2.2 Raças autóctones e suas Lãs.....	5
2.2.1 Raças Merina Branca e Merina Preta.....	6
2.3 Produção de Lã.....	8
2.3.1 Produção Mundial de Lã.....	8
2.3.2 Produção de Lã em Portugal.....	9
2.4 Estratégias de Valorização da Lã Portuguesa	11
2.4.1 Projeto “Salva a Lã Portuguesa”	11
2.4.2 Centro de Competências da Lã	12
2.4.3 Retrosaria Rosa Pomar	12
2.4.4 A ANCORME.....	13
2.4.5 O Marketing na Indústria Têxtil.....	13
2.5 Concentração e Tipificação de Lã em Portugal.....	15
2.5.1 Produção do Velo	16
2.5.2 Estrutura Física da Lã.....	18
2.5.3 Estrutura Química da Lã.....	20
2.5.4 Qualidade da Lã	21
2.6 Fatores Genéticos que Influenciam as Características da Lã	24

2.6.1	Pigmentação da Lã	24
2.6.2	Densidade.....	24
2.6.3	Diâmetro da Fibra e Peso do Velo	25
2.6.4	Comprimento da Fibra.....	25
2.7	Fatores Ambientais que Influenciam as Características da Lã.....	26
2.7.1	Nutrição	26
2.7.2	Deficiências em Cobre	26
2.7.3	Gestação.....	27
2.7.4	Temperatura	27
2.7.5	Luminosidade.....	28
2.8	Melhoramento Genético.....	28
2.8.1	Programas de Melhoramento Genético	31
2.8.2	Best Linear Unbiased Prediction.....	35
III-	Materiais e Métodos	37
3.1	Caracterização da Lã das Raças Merina Branca e Merina Preta.....	37
3.1.1	Contraste Lanar	37
3.1.2	Diâmetro da Fibra.....	38
3.1.3	Pigmentação	39
3.1.4	Comprimento da Fibra.....	41
3.2	Caracteres Analisados.....	41
3.3	Estimativas de Parâmetros Genéticos, Efeitos Fixos e Predição de Valores Genéticos	45
IV-	Resultados e Discussão.....	48
4.1	Efeitos ambientais nas características lanares	48
4.1.1	Merina Preta	48
4.1.1.1	Espessura da fibra de lã	48

4.1.1.2 Comprimento da fibra de lã	52
4.1.1.3 Peso do velo	57
4.1.2 Merina Branca.....	61
4.1.2.1 Espessura da fibra de lã	61
4.1.2.2 Comprimento da fibra de lã	65
4.1.2.3 Peso do Velo	69
4.2 Parâmetros Genéticos e Ambientais das características lanares	73
4.3 Discussão.....	74
4.3.1 Espessura da fibra de lã	74
4.3.2 Comprimento da fibra de lã	76
4.3.3 Peso do Velo	77
V- Considerações Finais	80
5.1 Conclusão	80
5.2 Limitações	81
5.3 Sugestões para trabalhos futuros	82
Bibliografia	82
Anexos	90

Índice de Figuras

Figura 1- Representação da distribuição da raça Merina Branca (à esquerda) e da raça Merina Preta (à direita) em Portugal Continental (Ruralbit, 2021).	7
Figura 2: Ovinos da raça Merina Branca (a) e Merina Preta (b)	8
Figura 3: Concentração lanar no armazém da ANCORME (Foto do autor).....	16
Figura 4: Representação esquemática de uma secção de pele demonstrando os folículos primários e secundários e restantes estruturas subjacentes (CSIRO Livestock Industries, 2020).	17
Figura 5: Representação esquemática de uma secção longitudinal de uma fibra de lã. Adaptado de (Huson, 2018).....	18
Figura 6: Estrutura esquemática de uma fibra de lã merina. Adaptado de (Rippon et al., 2016)	19
Figura 7: Representação esquemática do orto-córtex e para-córtex de uma fibra de lã (CSIRO Livestock Industries, 2020).	19
Figura 8: Estrutura da lã. Adaptado de (Hassan & Carr, 2019).....	21
Figura 9: Frisado em lã Merina Branca (Foto do autor)	22
Figura 10: Tipos de fibras meduladas [(a): fibra "kemp" com uma medula contínua, sendo que a medula representa mais de 50% da fibra; (b)medula contínua que representa menos de 50% da fibra; (c): medula interrompida; (d): medula fragmentada; (e): fibra não medulada]. Adaptado de (McGregor, 2012).....	23
Figura 11: Fibras “Kemp” em ovino (setas) (American Sheep Industry Association, Inc., 2020).	23
Figura 12: Programa de melhoramento. Adaptado de (Oldenbroek & Waaij, 2014)	32
Figura 13: Lã merina extra (esquerda) e lã prima (direita) (Perloiro & Carrasco, 2020)	39
Figura 14: Diferentes cores da fibra de lã de ovinos da raça Merina Preta (1- cacau; 2- chocolate; 3- mel; 4- jardo) (Perloiro & Carrasco, 2020).	39
Figura 15: Diferentes colorações da fibra de lã de ovinos da raça Merina Branca (esquerda-branco; direita- anacarado) (Perloiro & Carrasco, 2020).....	40
Figura 16: Utilização da Régua ANCORME para a classificação da cor da lã num ovino da raça Merina Preta (ANCORME, 2020b).....	40
Figura 17: Medição do comprimento da lã num ovino da raça Merina Preta (Perloiro & Carrasco, 2020).....	41
Figura 18-Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Preta com registos sobre a espessura da fibra de lã	43

Figura 19 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Preta com registos sobre o comprimento da fibra de lã	43
Figura 20 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Preta com registos sobre o peso do velo	44
Figura 21 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Branca com registos sobre a espessura da fibra de lã	44
Figura 22 -Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Branca com registos sobre o comprimento da fibra de lã	44
Figura 23 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Branca com registos sobre o peso do velo	45

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Cabeças de gado vivo em Portugal, em 2018, em percentagem (%).	4
Gráfico 2- Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação na espessura da fibra de lã da raça Merina Preta	49
Gráfico 3:Número de observações de espessura da fibra de lã por mês de contraste - raça Merina Preta	50
Gráfico 4-Efeito do mês de avaliação na espessura da fibra de lã na raça Merina Preta (expresso relativamente aos meses de novembro e dezembro)	50
Gráfico 5: Número de registos da espessura da fibra de lã por sexo do animal - raça Merina Preta	51
Gráfico 6: Efeito da idade em animais da raça Merina Preta na espessura da fibra de lã ...	52
Gráfico 7-Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação no comprimento da fibra de lã da raça Merina Preta.....	53
Gráfico 8: Número de observações do comprimento da fibra de lã por mês de contraste na raça Merina Preta	54
Gráfico 9: Efeito do mês de observação no comprimento da fibra de lã em animais da raça Merina Preta (expresso relativamente aos meses de novembro e dezembro).	55
Gráfico 10: Número de registos do comprimento da fibra de lã por sexo do animal	55
Gráfico 11: Efeito da idade do animal da raça Merina Preta no comprimento da fibra de lã	56
Gráfico 12- Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação no peso do velo da raça Merina Preta	58
Gráfico 13: Distribuição do número de velos pesados por mês de observação em animais da raça Merina Preta.	58
Gráfico 14- Efeito do mês de pesagem no peso do velo dos animais da raça Merina Preta (diferencial junho-maio).....	59
Gráfico 15: Número de registos de peso de velo por sexo do animal - raça Merina Preta. .	59
Gráfico 16: Efeito da idade do animal no peso do velo na raça Merina Preta	60
Gráfico 17 - Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação na espessura da fibra de lã da raça Merina Branca	62
Gráfico 18: Número de observações de espessura da fibra de lã por mês de contraste - raça Merina Branca.	62
Gráfico 19- Efeito do mês de avaliação na espessura da fibra de lã na raça Merina Branca (expresso relativamente aos meses de novembro e dezembro)	63

Gráfico 20: Número de registos de espessura da fibra de lã por sexo do animal - raça Merina Branca	63
Gráfico 21: Efeito da idade de animais da raça Merina Branca na espessura da fibra de lã	64
Gráfico 22: Efeito ambiental da Exploração*Ano de contraste no comprimento da fibra de lã da raça Merina Branca.....	66
Gráfico 23: Número de observações de comprimento da fibra por mês de observação - raça Merina Branca.	66
Gráfico 24: Efeito do mês de observação no comprimento da em animais da raça Merina Branca	67
Gráfico 25: Número de registos de comprimento da fibra lanar - raça Merina Branca por sexo do animal.	67
Gráfico 26: Variação do comprimento da fibra em função da idade nos animais da raça Merina Branco	68
Gráfico 27: Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação no peso do velo da raça Merina Branca.	70
Gráfico 28: Distribuição do número de pesagens por mês de observação em animais da raça Merina Branca.	70
Gráfico 29: Número de registos de peso do velo por sexo do animal em animais da raça Merina Branca.	71
Gráfico 30: Efeito da idade do animal no peso do velo na raça Merina Branca	72

Índice de Tabelas

Tabela 1: Efetivo ovino em Portugal, por região geográfica, em 2016	3
Tabela 2: Efetivo ovino em Portugal, por região geográfica, no ano de 2019	4
Tabela 3: Exemplos de lã Churra (raça churra Galega Mirandesa e Mondegueira), bordaleira (raça Campaniça e raça Bordaleira de Entre Douro e Minho) e lã Merina (raça Merina Branca).	6
Tabela 4: Produção de lã limpa nos principais países produtores de lã (2015).....	9
Tabela 5: Produção de lã, em toneladas (t), por localização geográfica no ano de 2019 em Portugal	10
Tabela 6: Espessuras das fibras de lã merina e respetivas classes.....	38
Tabela 7: Informação sobre a raça Merina Preta disponível para análise	42
Tabela 8: Informação sobre a raça Merina Branca disponível para análise	43
Tabela 9: Estatísticas descritivas da espessura da fibra de lã na raça Merina Preta	48
Tabela 10: Número de registos da espessura da fibra de lã por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Preta	51
Tabela 11: Estatísticas descritivas do comprimento da fibra de lã na raça Merina Preta	53
Tabela 12: Número de registos do comprimento da fibra por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Preta.....	56
Tabela 13: Estatísticas descritivas do peso do velo na raça Merina Preta	57
Tabela 14: Número de registos do peso do velo por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Preta.	59
Tabela 15: Estatísticas descritivas da espessura da fibra de lã na raça Merina Branca.	61
Tabela 16: Número de registos da espessura da fibra por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Branca.	64
Tabela 17 : Estatísticas descritivas do comprimento da fibra na raça Merina Branca	65
Tabela 18: Número de registos do comprimento da fibra por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Branca	68
Tabela 19: Estatísticas descritivas do peso do velo em animais da raça Merina Branca.	69
Tabela 20: Número de registos da espessura da fibra de lã por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Branca.....	71
Tabela 21: Parâmetros genéticos e ambientais da espessura e comprimento da fibra de lã e peso do velo na raça Merina Preta e Merina Branca.	73

Lista de Siglas e Abreviaturas

ACOS: Associação de criadores de ovinos do Sul

ANCORME: Associação Nacional de Criadores de Ovinos da Raça Merina

BLP (*Best Linear Prediction*): Melhor modelo de previsão

BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*): Melhor modelo de previsão imparcial

CCLã: Centro de Competências para a Lã

CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*): Organização de Ciência e Pesquisa Industrial da Commonwealth

DGAV: Direção Geral de Alimentação e Veterinária

EU (*European Commission*): Comissão Europeia

GS: Seleção Genómina

LG: Livro Genealógico

MAS: Seleção Assistida por Marcadores Genéticos

MB: Merina Branca

MC: Merino Corrente

MP: Merina Preta

ME: Merino Extra

INE: Instituto Nacional de Estatística

INIA: Instituto Nacional de Investigação Agropecuária

P: Prima

Pr: Primários

SCNT: Sistema Científico Tecnológico Nacional

Sd: Secundários

TD: Teste de Descendência

I-Introdução

A lã é uma das mais famosas fibras naturais utilizadas na indústria têxtil devido às suas diversas características (e.g. absorção de humidade, confortabilidade, longa duração, características hipoalergénicas, pouco inflamável, propriedades antimicrobianas, aquecimento, controlo de odor, secagem rápida, resiliência), cuja produção mundial ultrapassou as 100 milhões de toneladas em 2017 (Ghermezgoli et al., 2019; Hassan & Carr, 2019). Uma das características apelativas deste material é a sua origem natural, algo que vai de encontro à procura do consumidor mais consciente por este tipo de produtos (Hassan & Carr, 2019). Contudo, a importância da lã como fibra têxtil tem vindo a diminuir devido ao aumento do uso de fibras sintéticas e, até um certo ponto, do algodão (Hassan & Carr, 2019).

A produção mundial de lã atingiu o pico em 1990 e, desde então, tem vindo a decrescer, mantendo-se razoavelmente estável nos últimos anos (Rippon et al., 2016). Todavia, apesar da sua baixa cotação no mercado têxtil, a lã é ainda uma fibra importante para o fabrico de produtos, particularmente os de preços médios e altos. Adicionalmente é um produto de exportação extremamente importante para diversos países e representa um preço *premium* em relação a outras fibras devido às suas propriedades (Rippon et al., 2016).

Existem diferentes tipos de fibras de lã dependendo, entre outros fatores, da idade, sexo e raça do animal. A raça apresenta-se como um fator importante para qualidade da fibra de lã, sendo que fibras provenientes de ovinos de raça Merina ou de cruzamentos apresentam boas características para o uso na indústria (Harizi et al., 2015; Ghermezgoli et al., 2019). Diferentes raças de ovinos dão origem a diversos tipos de lã, sendo estas classificadas principalmente consoante o seu diâmetro médio [medido em micrómetros (μm)]. As lãs finas são geralmente utilizadas para o fabrico de roupas enquanto que, fibras de diâmetro médio (24–33 μm) ou grosseiras (>33 μm) são normalmente utilizadas para o fabrico de carpetes e outros têxteis (Rippon et al., 2016). O diâmetro da fibra é o principal fator determinante na maciez, *finesse* e leveza dos tecidos, influenciando o preço final da fibra. Na sua maioria, fibras mais finas são mais caras. Por exemplo, entre 2006 e 2016, o preço relativo das lãs com um diâmetro de 18 a 19 μm foi 16% a 30% mais elevado do que o preço das fibras com 21 μm de diâmetro (Rippon et al., 2016).

Desde 1980 que a indústria tem procurado uma lã mais fina, não só de forma a ir de encontro às preferências do consumidor (têxteis mais leves), como também para aumentar a eficiência de processamento no setor da lã. Sendo as lãs mais finas, o tipo de fibra mais

desejado, estas são pagas a um preço mais elevado (Swan et al., 2008). Na sua maioria, as lãs finas (diâmetro inferior a 25 μm) são produzidos por ovinos Merinos ou por cruzamentos destes, sendo a Austrália a maior produtora de lã fina, representado 80% da produção mundial de lã com um diâmetro igual ou inferior a 20 μm (Rippon et al., 2016). Consequentemente, existe um interesse crescente na produção deste tipo de lã em todo o mundo, particularmente nos ovinos Merinos Australianos (Swan et al., 2008).

Até 1990, antes do projeto “*Fine Wool*” (Lã Fina) da *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) ter sido iniciado, pouco se sabia sobre a influência genética na lã dos ovinos, pelo que, pouco se conhecia sobre os resultados que se poderiam obter a partir de programas de melhoramento genético, neste setor cada vez mais importante (Swan et al., 2008). Antes deste período, a maioria dos estudos que reportavam a parâmetros genéticos para ovinos da raça Merina, centravam-se em lãs de espessura média, dado ser este o tipo de fibra predominantemente utilizado na indústria.

Com o aumento da importância da raça Merino de lã fina, é importante reconhecer a existência de fatores genéticos que influenciam esta característica (Swan et al., 2008).

Este trabalho tem por objetivo geral identificar os fatores genéticos e ambientais que influenciam as características lanares de ovinos, nomeadamente, na raça Merina Branca e na Merina Preta.

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos. O primeiro inclui uma introdução sobre o tema central do trabalho - a lã. O segundo capítulo é reservado à revisão bibliográfica, o terceiro aos materiais e métodos utilizados, nomeadamente à informação disponível sobre as características lanares das raças Merina Branca e Merina Preta e análises efetuadas, que incluem a metodologia *Best Linear Unbiased Prediction* (BLUP) – Modelo Animal. O quarto capítulo diz respeito aos resultados e discussão e, por último, no quinto capítulo apresentam-se as considerações finais, que incluem as principais conclusões, as limitações e os desenvolvimentos futuros.

II- Revisão Bibliográfica

O presente capítulo apresenta a revisão bibliográfica com a qual se pretende, numa primeira instância, apresentar dados da produção de ovinos em Portugal e as raças autóctones e suas lãs, assim como da produção mundial e nacional de lã. Em seguida, apresenta-se uma síntese dos conhecimentos relativos às estratégias de valorização das lãs portuguesas, aos fatores genéticos e ambientais que influenciam as características lanares, bem como uma breve caracterização das lãs dos efetivos da raça Merina Branca e Merina Preta.

2.1 Produção de Ovinos em Portugal

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2016, existiam 2 199 660 ovinos em Portugal e 2 190 012 dos quais se encontravam em Portugal continental (tabela 1).

Tabela 1: Efetivo ovino em Portugal, por região geográfica, em 2016

Localização geográfica	Efetivo ovino (nº)
Portugal	2 199 660
Continente	2 190 012
Região Autónoma dos Açores	4 757
Região Autónoma da Madeira	4 891

Fonte: (INE, 2017)

Na região do Alentejo, em 2018, o efetivo ovino era constituído por 1 324 000 animais. Neste ano, em Portugal, a produção de ovinos, em cabeças de gado vivo, representou 35% (gráfico 1) da produção nacional de animais de interesse zootécnico (INE, 2019; INE, 2020a) e a 1,7% do total de produção de carne (15 733 toneladas).

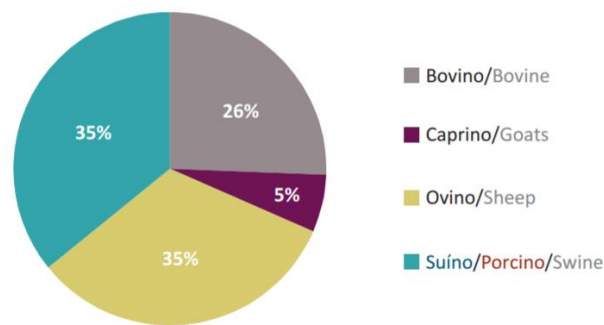


Gráfico 1: Cabeças de gado vivo em Portugal, em 2018, em percentagem (%).

Fonte: Adaptado de (INE, 2019).

Em 2019, o efetivo ovino aumentou relativamente a 2016, encontrando-se nos 2 220 000, dos quais 1 326 000 encontravam-se na região do Alentejo (tabela 2).

Tabela 2: Efetivo ovino em Portugal, por região geográfica, no ano de 2019

Localização geográfica	Número de ovinos por região geográfica (em milhares)
Portugal	2 220
Entre Douro e Minho	54
Trás-os-Montes	218
Beira Litoral	82
Beira Interior	332
Ribatejo e Oeste	157
Alentejo	1 326
Algarve	45
Açores	3
Madeira	3

Fonte: (INE, 2020b)

Em Portugal, a criação de ovinos é principalmente orientada para a produção de carne. A produção de ovinos predominantemente leiteiros representa aproximadamente 20% da produção nacional, sendo mais relevante na região da Beira Interior e Beira Litoral (Tibério & Diniz, 2014).

2.2 Raças autóctones e suas Lãs

Segundo Miranda do Vale (1949), as várias populações ovinas portuguesas têm a sua origem em dois troncos, o *ovis aries ibericus* (Tronco Ibérico - Churros) e o *ovis aries africanus* (Tronco Africano - Merinos). Acrescenta o mesmo autor que “*a raça aborígine, derivada do tronco ibérico, é constituída, na sua maioria, por produtos de cruzamentos e mestiçamento dos dois troncos*”, sendo estes indivíduos conhecidos por bordaleiros, termo com origem na palavra espanhola burdo, que significa grosseiro. Frazão (1959) apresenta uma opinião diferente de Miranda do Vale, admitindo a designação de bordaleiro apenas como referência aos ovinos que não se enquadram no grupo Merino, e não para determinar um agrupamento étnico resultante do cruzamento do “Tronco Ibérico” com o “Tronco Africano”.

De acordo com Carolino et al. (2010), quanto ao tipo de lã, as raças ovinas portuguesas podem classificar-se do seguinte modo: Tronco Churro (Raças Churra Algarvia, Churra Badana, Churra do Campo, Churra Galega Bragançana, Churra Galega Mirandesa, Churra do Minho, Churra Mondegueira e Churra da Terra Quente); Tronco Bordaleiro (Raças Bordaleira Entre Douro Minho, Saloia, Serra da Estrela e Campaniça); Tronco Merino (Raças Merina Branca, Merina Preta e Merino da Beira Baixa). Assim sendo, podemos considerar três grandes grupos de ovinos portugueses quanto ao tipo de lãs: Churras, Bordaleiras e Merinas (Camilo, 2016).

As lãs churras são relativamente longas, espessas e pouco homogêneas, sendo caracteristicamente formadas por fibras distintas misturadas. As fibras mais longas são, normalmente, mais espessas, lisas e baças. As mais curtas, mais finas, macias e com maior conteúdo lipídico, costumam encontrar-se emaranhadas na base da mecha. Esta combinação resulta em mechas pontiagudas ou apinçeladas, típicas das lãs churras (Tabela 3) (Camilo, 2016).

A raça ovina autóctone Bordaleira de Entre Douro e Minho, explorada no Noroeste de Portugal continental, está orientada para a produção de carne (Cerqueira et al., 2008). As

suas lãs caracterizam-se por serem compridas, mais espessas e com um frisado mais largo do que as do tipo Merino, sendo mais curtas e mais homogêneas do que as do tipo Churro (Camilo, 2016).

Os ovinos Merinos (Merino Preto, Merino Branco e Merino da Beira Baixa, que se concentram principalmente na região sul de Portugal Continental) são caracterizados pela produção de lãs e fibras excepcionalmente finas, elásticas e homogêneas, com um frisado pronunciado. As suas fibras são normalmente mais curtas do que as do tipo Bordaleiro (Camilo, 2016).

Tabela 3: Exemplos de lã Churra (raça churra Galega Mirandesa e Mondegueira), bordaleira (raça Campaniça e raça Bordaleira de Entre Douro e Minho) e lã Merina (raça Merina Branca).

Lã Churra da raça churra Galega Mirandesa (esquerda) e da raça Churra Mondegueira (direita)	Lã Bordaleira da raça Campaniça	Lã Merina da raça Merina Branca	Lã Bordaleira da raça Bordaleira de Entre Douro e Minho
			

Fonte: Adaptado de Camilo (2016); Perloiro & Carrasco (2020)

2.2.1 Raças Merina Branca e Merina Preta

A gestão do livro genealógico das raças Merina Branca (MB) e Merina Preta (MP) é da responsabilidade da Associação Nacional de Criadores de Ovinos da Raça Merina (ANCORME), constituída a 30 de maio de 1990 e que tem o Alto e Baixo Alentejo como as principais regiões de intervenção. Em 2021 estão inscritos na ANCORME 32 criadores de ovinos da raça Merina Branca e 60 criadores de ovinos da raça Merina Preta. No Livro

Genealógico da Raça Merina Branca estão atualmente inscritos 10 602 reprodutores (9 853 fêmeas e 613 machos) e no Livro Genealógico da Raça Merina Preta, 15 416 reprodutores (14 818 fêmeas e 718 machos). A figura 1 representa a distribuição geográfica dos criadores das raças Merina Branca e Merina Preta em Portugal Continental.

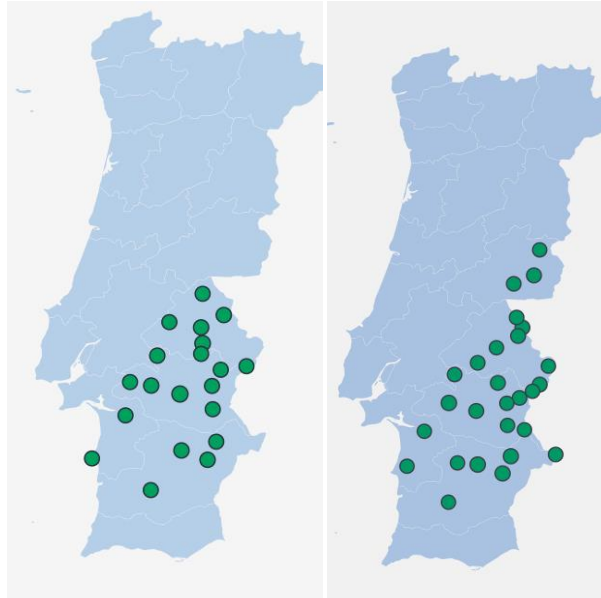
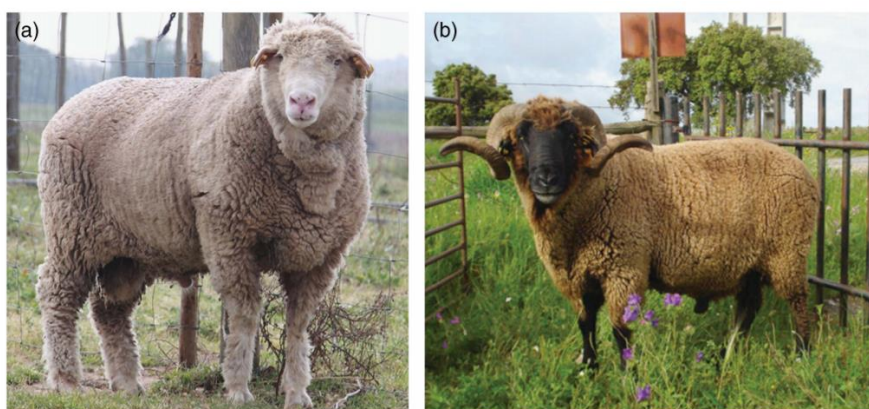


Figura 1- Representação da distribuição da raça Merina Branca (à esquerda) e da raça Merina Preta (à direita) em Portugal Continental (Ruralbit, 2021).

A indústria da lã tem levado a uma preferência generalizada da lã branca, dado a sua facilidade no processo da coloração, o que implicou uma substituição progressiva dos ovinos de lã preta pelos de lã branca. Em Portugal, particularmente no decorrer do século XX, esta tendência levou a que os ovinos Merinos Brancos e cruzamentos de Merinos Brancos passassem a representar aproximadamente 85% a 90% da totalidade dos ovinos Merinos (puros e cruzados) (Plowman et al., 2018).

A raça autóctone Merina Branca caracteriza-se por possuir uma grande extensão de velo e uma boa qualidade de lã (ANCORME, 2020a).



*Figura 2: Ovinos da raça Merina Branca (a) e Merina Preta (b)
(Plowman et al., 2018).*

Quanto à raça Merina Preta (figura 2b), que apresenta características morfológicas e funcionais semelhantes às da raça Merina Branca (figura 2a), distingue-se principalmente pela sua pigmentação da fibra da lã. O Merino Preto tem ainda uma menor corpulência, possivelmente devido ao facto de não ter sofrido a influência de cruzamentos com outras raças mais pesadas, como ocorreu na raça Merina Branca, e também devido ao facto de ter sido mantida em regiões menos favoráveis (ANCORME, 2020a).

2.3 Produção de Lã

2.3.1 Produção Mundial de Lã

Segundo Rippon et al. (2016), no ano de 2015, a Austrália foi o país com maior produção de lã a nível mundial, produzindo $280,08 \times 10^6$ kg, representando 23,4% da produção mundial de lã. A China foi a segunda maior produtora ($178,8 \times 10^6$ kg), representando 14,9% da produção de lã a nível mundial, seguida da Nova Zelândia (130×10^6 kg) e da África do Sul (30×10^6 kg). No total, foram produzidos aproximadamente $1\ 200 \times 10^6$ kg de lã no ano de 2016 (tabela 4).

Tabela 4: Produção de lã limpa nos principais países produtores de lã (2015).

País/Região	Produção x10⁶ kg	Percentagem (%)
Austrália	280,8	23,4
China	178,8	14,9
Nova Zelândia	130,8	10,9
África do Sul	30	2,5
Argentina	26,4	2,2
Uruguai	25,2	2,1
Reino Unido	24	2,0
União Soviética	123,6	10,3
Outros	380,4	31,7
Total	1200	100

Adaptado de (Rippon et al., 2016)

A produção do fio de lã e de peças de vestuário está maioritariamente concentrada nos países da Europa Ocidental (*e.g.* Reino Unido) e na China. Relativamente ao retalho destes produtos, os países com maior expressão são a Alemanha, a França, a Itália e o Reino Unido, sendo importantes consumidores de lã (Verikios, 2009).

2.3.2 Produção de Lã em Portugal

Em Portugal, no ano de 2019, foram produzidas 6 003 toneladas de lã, das quais 5 986 foram produzidas no Continente, 8 toneladas na Região Autónoma dos Açores e 9 toneladas na Região Autónoma da Madeira (tabela 5) (INE, 2020c).

Tabela 5: Produção de lã, em toneladas (t), por localização geográfica no ano de 2019 em Portugal

Localização geográfica	Produção de lã (t) por Localização geográfica no ano de 2019
Portugal	6 003
Continente	5 986
Região Autónoma dos Açores	8
Região Autónoma da Madeira	9

Adaptado de (INE, 2020c)

Uma breve análise histórica da situação nacional evidencia que, no final do século XX, a maioria das fábricas de lanifícios tinha encerrado, deixando a lã portuguesa sem destino e com a necessidade de apostar na exportação para Espanha e outros países. Até aos anos 80, o país apresentava uma indústria do processamento da lã desenvolvida, com uma experiência superior a um século, concentrada na zona de Castelo Branco e Covilhã. Durante os anos 90, a maioria das fábricas encerrou, a maquinaria foi vendida ou simplesmente abandonada em resultado do decréscimo do interesse local pelos produtos lanares e na consequente quebra de rendimentos para os produtores que, contudo, não podiam prescindir de fazer a necessária tosquia anual (Montagna & Carvalho, 2018).

No final dos anos 90 foi fundado o Grupo Europeu da Lã (*European Group of Wool*), como forma de preservar a identidade da paisagem tradicional e cultura local, bem como fortalecer os sistemas de produção sustentáveis da lã como matéria-prima (Montagna & Carvalho, 2018; Rodrigues et al.,1999). No mesmo período, em 1999 as “Jornadas de ovelhas de raça Merina” realizadas em Portugal, discutiram assuntos relacionados com a produção de ovinos no país, raças autóctones, as características dos rebanhos e a utilização da lã relativamente à sua variedade, qualidade e quantidade (Rodrigues et al.,1999). Quinze anos mais tarde, o problema da falta de interesse pela lã e pela sua comercialização resultou numa situação preocupante: existem poucos técnicos especializados na classificação e tipificação, e existem poucos técnicos capazes de fazer a seleção genética adequada dos ovinos, levando a uma incerteza no que se refere à qualidade da lã a ser produzida (Montagna & Carvalho, 2018).

Devido à heterogeneidade das raças de ovinos, a qualidade da lã em Portugal é muito diversa, sendo a proveniente dos ovinos da raça Merina considerada de maior qualidade em comparação com as restantes lãs produzidas em Portugal, caracterizando-se por um frisado marcado e fibras macias. Este tipo de lã é, normalmente, o escolhido para o processamento industrial na produção de vestuário (Montagna & Carvalho, 2018).

A lã considerada de menor qualidade para a indústria devido ao seu pouco frisado e toque mais áspero (*e.g.* Churra) é normalmente utilizada para o artesanato local. As diferentes características das fibras de lã e a industrialização do processo de tratamento e fiar, originaram a classificação de “boa lã” (Merina), adequadas ao processamento industrial, e lãs de “pobre qualidade”, que são difíceis de adaptar aos critérios industriais. Estas últimas fibras foram removidas do mercado da lã, obrigando os produtores a descartarem-se das mesmas (*e.g.* queimando, enterrando) (Montagna & Carvalho, 2018).

2.4 Estratégias de Valorização da Lã Portuguesa

Neste ponto apresentam-se algumas das estratégias que têm vindo a ser consideradas para a valorização da lã portuguesa e também se fazem sugestões para ações a desenvolver no futuro.

2.4.1 Projeto “Salva a Lã Portuguesa”

Uma grande parte da lã produzida em Portugal é atualmente exportada e as pequenas quantidades que permanecem no País são concentradas num pequeno número de fábricas, sendo as lãs de diferentes raças misturadas, para atingir as quantidades necessárias ao processamento industrial, o que leva à depreciação das raças locais (Montagna & Carvalho, 2018).

O projeto “*Salva a Lã Portuguesa*”, criado em 2015, foi uma iniciativa tendente a valorizar a lã das diferentes raças autóctones portuguesas. Pretende estabelecer uma ligação entre as diferentes raças autóctones e as suas diferentes lãs e tipos de utilizações, e os métodos de processamento tradicional e artesanal. Procura ainda criar uma ligação direta entre os produtores que possuem rebanhos de ovinos de raça de pequenas dimensões, dado

que estes rebanhos de pequenas dimensões permitem um melhor cuidado de cada animal e uma maior atenção à qualidade da lã (Montagna & Carvalho, 2018).

2.4.2 Centro de Competências da Lã

O Centro de Competências da Lã (CCLã) constitui-se como um espaço para a partilha de conhecimentos, capacidades e competências, permitindo a colaboração entre os agentes da investigação e os diversos setores da produção e processamento da lã, e com vista a reforçar os vínculos entre os diferentes intervenientes. O CCLã, a decorrer desde 2019, é composto por diversas entidades ligadas ao sector das lãs em Portugal (*e.g.* Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Universidade de Évora), sendo a ANCORME parte deste projeto (DGADR, 2017). O CCLã promoveu diversos workshops e palestras onde estiveram presentes, entre outros, técnicos, artesões e indústrias diretamente ligadas ao setor da lã nacional. No dia 19 de fevereiro de 2020 a ANCORME, ao abrigo do Projeto do CCLã realizou em Évora, no pavilhão das lãs, sito no Centro De Desenvolvimento Agro - Pecuário De Évora o *Workshop de Lãs 100% Merino*. Este workshop teve como objetivo transmitir os conhecimentos da ANCORME, dado o seu contínuo trabalho neste setor.

A rentabilização das explorações, sustentabilidade, o desenvolvimento e a investigação são alguns dos objetivos deste projeto. Segundo a CCLã, a utilização de soluções alternativas ao nível da produção e transformação, nomeadamente através de sistemas de qualidade certificados, permite a promoção do desenvolvimento do setor, aumentando a sua competitividade no mercado (DGADR, 2017).

2.4.3 Retrosaria Rosa Pomar

Desde 2008 que a Retrosaria Rosa Pomar utiliza lã das 16 raças autóctones portuguesas para criar os seus fios *breed specific*. A lã de cada raça portuguesa apresenta características únicas, o que permite a produção de fios destinados a diferentes finalidades. Este projeto permite valorizar as lãs das raças autóctones e dar a conhecer este património natural muito pouco conhecido por parte do grande público. O projeto procura produzir fios de lã artesanal, em pequenas quantidades e fios industriais, inteiramente produzidos em Portugal. Os fios industriais são produzidos através de parcerias com as Associações de Criadores, das diversas raças, das quais a ANCORME faz parte. Um exemplo é o fio *Brusca*,

o mais recente fio produzido pela retrosaria, que é composto por 50% de lã Merina Branca e Merina Preta e 50% de lã da raça Saloia (Pomar, s.d).

2.4.4 A ANCORME

A Associação Nacional de Criadores da Raça Merina (ANCORME) tem utilizado uma estratégia para a valorização da lã que se baseia na classificação da lã nos animais *in vivo*, de forma a promover o melhoramento genético desta característica, com consequente valorização do produto. Sendo neste momento possível ao produtor fazer emparelhamentos dos seus animais com vista à obtenção de lãs mais finas. Tal só é possível, devido aos trabalhos de contrastes lanares na exploração, que servem para que todos os animais da exploração obtenham uma classificação de espessura da fibra lã e para que, posteriormente, possam ser estimados os valores genéticos dos animais para espessura da lã e para outras características lanares.

Outras estratégias adotadas pela ANCORME baseiam-se na divulgação de conhecimento por meio de palestras e *workshops*, bem como através da concentração e tipificação da lã, de forma a facilitar a venda do produto e aumentar a rentabilidade do processo.

A tipificação de lãs em armazém de animais dos efetivos registados no Livro Genealógico das raças Merina Branca e Merina Preta é um exemplo deste trabalho. Até ao momento a ANCORME oferece ao criador os custos associados ao processo de tipificação para que este obtenha todas as mais-valias deste processo. Através deste processo de tipificação, a ANCORME consegue quase que duplicar o preço de venda do Kg de lã tipificada em relação ao kg de lã não tipificada, o que, dado o contexto do setor lanar em Portugal, se revela muito importante na rentabilidade do produto.

2.4.5 O Marketing na Indústria Têxtil

A indústria da lã tem respondido ao declínio desta fibra no mercado através de inovações da produção, processamento e marketing, com o objetivo de aumentar a procura dos consumidores. No entanto, pouco se sabe sobre as crenças e preferências dos consumidores em relação à lã, existindo poucos estudos publicados sobre o tópico (Sneddon et al., 2012).

Em 2004, foi publicado pela *Woolmark Business Intelligence Group*, um estudo que demonstrava que a maioria dos consumidores não apresentavam conhecimentos sobre as aptidões técnicas deste tipo de fibra, não reconhecendo alguns dos seus atributos positivos. Era ainda revelado que os consumidores acreditavam que a utilização da lã apresentava aspetos positivos (*e.g.* confortabilidade, qualidade elevada, natural), mas também aspetos negativos (*e.g.* dificuldade de manutenção, sensação desagradável no corpo, dispendioso, pesado, tradicional). Posteriormente, Lempriere (2007) demonstrou que os consumidores dos Estados Unidos da América apresentavam uma opinião positiva em relação à durabilidade e sustentabilidade da fibra, mas mencionavam o calor e a sensação na pele (*e.g.* áspera) como alguns pontos negativos.

Sneddon et al., num estudo realizado em 2012, demonstraram que a perceção das qualidades da lã variava consoante a localização geográfica do comprador. Também constataram que, a maioria dos consumidores, categorizava este tipo de vestuário por ocasião (*e.g.* vestuário de lã formal, vestuário desportivo de lã), e não pelo tipo de fibra (*e.g.* fibra de Merino Australiano). Esta abordagem tem sido particularmente eficaz no marketing de vestuário desportivo (Sneddon et al., 2012), podendo vir a ser uma estratégia mais utilizada em Portugal.

Os estudos mencionados mostram, por um lado, a necessidade de mais investigação sobre o tópico da lã e a sua valorização pelos mercados e pelos consumidores e, por outro, de uma comunicação de marketing maior e mais eficaz na divulgação dos benefícios da manutenção da sua produção e dos sistemas e raças que a suportam, e da importância dos componentes da sua multifuncionalidade e agrobiodiversidade para os objetivos de desenvolvimento sustentável.

As raças autóctones, bem adaptadas ao ambiente natural e cultural local, baseadas em sistemas tradicionais de produção e baixo consumo de recursos, onde a sua multifuncionalidade atenua os efeitos dos riscos climáticos, estabiliza os rendimentos, e ajuda no sequestro de carbono (Freitas et al., 2020). Ou seja, as Raças Merino Branco e Merino Preto contribuem para a preservação dos valores sociais, culturais, de saúde ambiental, recreativos e identitários da comunidade, de forma a garantir o seu bem-estar. Esses benefícios são tanto maiores quanto fornecidos em territórios de baixa densidade, caracterizados por importantes capitais naturais, humanos e socioculturais, estratégicos para o seu desenvolvimento sustentável (Rego et al., 2021). Nesta perspetiva, as raças autóctones têm características de bem público, que importa divulgar e promover (Freitas et al., 2020).

A valorização da lã, no contexto atual de Portugal, pode passar por concertar um conjunto de ações e parcerias entre a ANCORME, entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN), entre outras, universidades, politécnicos e laboratórios de investigação, com o tecido industrial e empresarial, de modo a criar e transferir conhecimento que contribuía para encontrar soluções sistémicas, inovadoras e com boa relação custo-benefício, para as fibras de lã.

Uma estratégia de marketing pode estar em conformidade com o Plano de Ação para a Economia Circular da União Europeia (EU, 2020). Passaria, numa fase inicial, por avaliar o potencial de mercado e os segmentos de consumidores alvo, aliada ao estabelecimento de parcerias com a indústria e as instituições de investigação, visando a inovação e avaliação do desenvolvimento de novos produtos e/ou formas alternativas de uso da lã. Também exigiria investimento na recolha e separação da lã e na criação e construção de uma marca de lã com controlo de qualidade e rastreabilidade, bem como a criação de uma cadeia de abastecimento para produzir tecidos artesanais tradicionais desde o processamento manual até a entrega.

Os produtos têxteis geram a quarta maior pressão para o uso de matérias-primas primárias e água, depois dos alimentos, habitação e transporte, e são a quinta maior pressão para as emissões de gases efeito de estufa. Além disso, 60% do valor do vestuário na União Europeia é produzido em países terceiros, de modo que, uma estratégia para a lã e os têxteis dela derivado seria importante para reforçar a competitividade industrial e a inovação no setor, bem como para impulsionar os têxteis sustentáveis e circulares, a reutilização de têxteis e novos modelos de negócios (Sardaro & La Sala, 2021).

2.5 Concentração e Tipificação de Lã em Portugal

Em Portugal, desde 1940, que existe um sistema de concentração, classificação e armazenamento de lãs. A concentração das lãs é realizada por associações de criadores [Associação de Criadores do Sul (ACOS), Associação Nacional de Criadores da Raça Merina (ANCORME) e Associação de Criadores de Ovinos da Região de Ponte de Sôr (ACORPSOR)] em três locais distribuídos pela zona do Alentejo (Montagna & Carvalho, 2018; Rodrigues et al.,1999).

A percentagem de lã concentrada em Portugal tem vindo a diminuir, com um decréscimo de 50% nas últimas décadas em relação à produção. Isto significa que a maioria

dos produtores não utiliza os serviços de concentração lanar providenciado pelas associações de criadores, optando por vender diretamente ou a um intermediário, vendendo, por vezes, a lã a um preço por kg mais baixo, dado que a qualidade da lã não é avaliada. Isto, em conjunto com outros fatores, pode ser considerado uma das justificações para a diminuição do preço da lã em Portugal (Montagna & Carvalho, 2018).

Desde 2016, a ANCORME (Évora) decidiu iniciar uma atividade de concentração lanar (figura 3), cujo principal objetivo assenta na valorização desta matéria-prima. Assim sendo, todos os anos é reunida a maior quantidade de lã possível, de forma a possibilitar a negociação a preços competitivos e, conseqüentemente, aumentar a margem de lucro do produtor. A ANCORME concentra lã não só de associados, mas de todos os criadores de ovinos da região.

Para além de concentrar a lã, a ANCORME providencia ainda um serviço de tipificação. A tipificação consiste na escolha das lãs que apresentam menor espessura, maior comprimento e ausência de características indesejáveis (*e.g.*, quebra, tinta, presença de matéria vegetal). Este serviço permite uma maior valorização da fibra de lã, contribuindo para o aumento da rentabilidade desta matéria-prima.



Figura 3: Concentração lanar no armazém da ANCORME (Foto do autor)

2.5.1 Produção do Velo

O folículo produtor de lã é uma invaginação da epiderme, formado durante o estádio fetal. Os primeiros folículos (primários [Pr]) começam a formar-se entre os 50 a 60 dias após a concepção (Hynd & Masters, 2002; Rogers, 2006).

Existem dois tipos de folículos secundários. Os primeiros denominam-se de folículos secundários “originais” e, tal como os primários, são produzidos pela epiderme, contudo, estes são produzidos mais tarde, entre os 85 a 90 dias após a concepção. Os do segundo tipo são conhecidos como folículos secundários “derivados” (Sd), dado que são produzidos a partir dos folículos secundários originais estabelecidos (Hynd & Masters, 2002). Nos Merinos, as fibras derivadas dos folículos Sd constituem a maioria do velo (Rogers, 2006). Os folículos primários são, na maioria das vezes, maiores, tanto em diâmetro, como em comprimento, como tal, produzem fibras de dimensões superiores e mais espessas do que os folículos secundários. Estes apresentam grandes glândulas sebáceas e glândulas sudoríparas (Rogers, 2006).

Os folículos secundários originais são, na sua maioria, maiores que os derivados. Independentemente do tipo de folículo, o processo envolvido na produção de fibra é idêntico, apesar de a taxa dos processos diferir, dependendo do tamanho do folículo (Hynd & Masters, 2002).

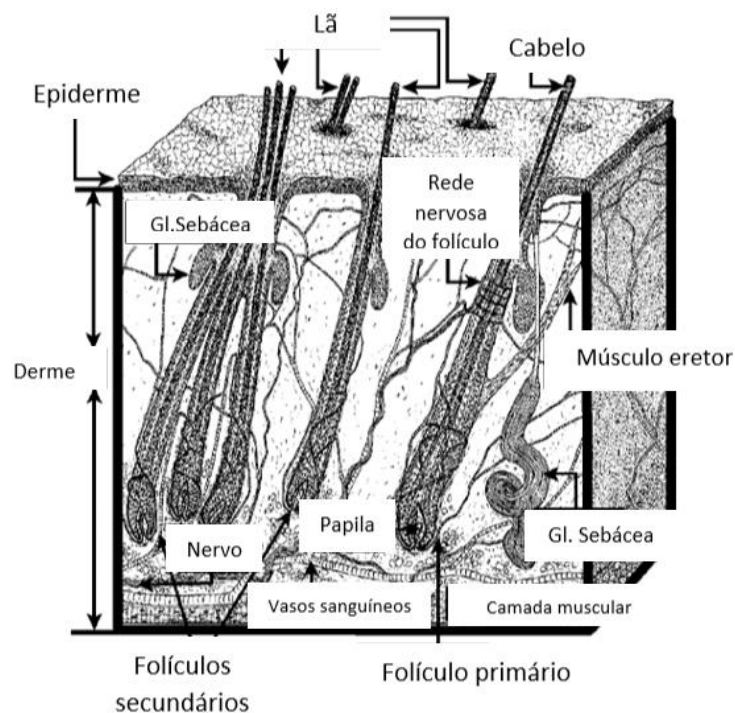


Figura 4: Representação esquemática de uma secção de pele demonstrando os folículos primários e secundários e restantes estruturas subjacentes (CSIRO Livestock Industries, 2020).

2.5.2 Estrutura Física da Lã

A superfície da fibra de lã encontra-se coberta pela cutícula, um conjunto de células que se sobrepõem (figura 5), formando uma bainha protetora em torno das células corticais (Rippon, et al., 2016; Wang & Wang, 2009).

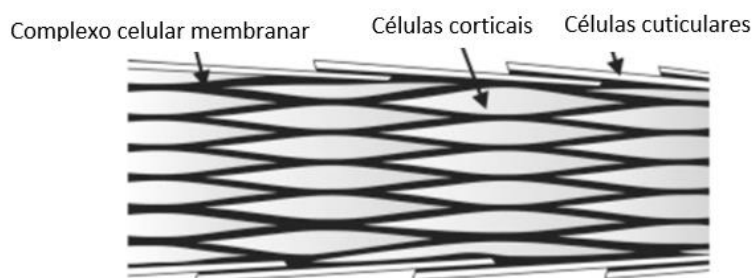


Figura 5: Representação esquemática de uma secção longitudinal de uma fibra de lã.

Adaptado de (Huson, 2018)

Em fibras de lã mais finas, como as obtidas nos Merinos, a cutícula apresenta-se normalmente como uma célula grossa e constitui aproximadamente 10% do peso total da massa da fibra. Secções das células da cutícula demonstram uma série de laminações compostas por bandas ricas em enxofre (exocutícula) e regiões internas contendo menor quantidade de enxofre (endocutícula). Na superfície exposta da cutícula, uma membrana rica em proteínas, a epicutícula, e uma componente lipídica formam uma barreira hidrofóbica. Estes lípidos e proteínas são os componentes funcionais da superfície da fibra, sendo importantes na proteção da mesma e no processamento têxtil (Rippon, et al., 2016).

Protegido pela cutícula encontra-se grande parte do corpo da fibra de lã, um conjunto de células corticais, denominadas de córtex, que representa cerca de 90% do peso da fibra (Wang & Wang, 2009). As células corticais são poliédricas, fusiformes, com um comprimento de aproximadamente 100 μm . Estas células organizam-se em filamentos intermediários embutidos numa matriz rica em enxofre. Os filamentos intermediários (originalmente denominados de microfibrilhas), juntamente com a matriz, estão organizados em unidades maiores, as macrofibrilhas (figura 6) (Rippon, et al., 2016).

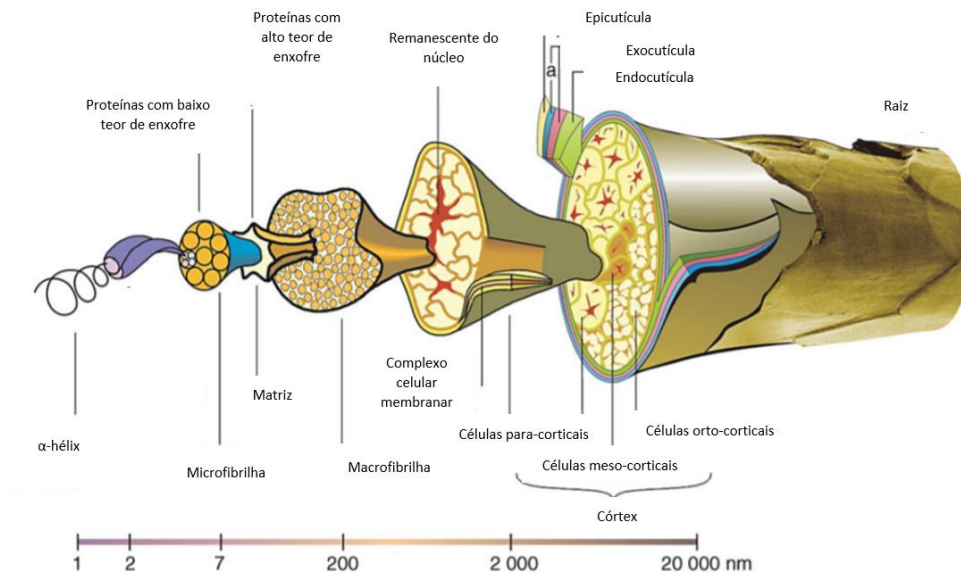


Figura 6: Estrutura esquemática de uma fibra de lã merina. Adaptado de (Rippon et al., 2016)

Existem três tipos de células corticais, as orto-corticais, as meso-corticais e as para-corticais. A adesão intercelular é providenciada pelo complexo celular membranar (Wang & Wang, 2009). As fibras de lã apresentam uma estrutura bilateral, com o orto-córtex num lado da fibra e o para-córtex no outro. O orto-córtex e o para-córtex (figura 7) apresentam composição, estrutura e propriedades ligeiramente distintas, sendo que as propriedades radiais assimétricas resultam nas propriedades únicas de frisagem natural das fibras de lã (Morton & Hearle, 1993).

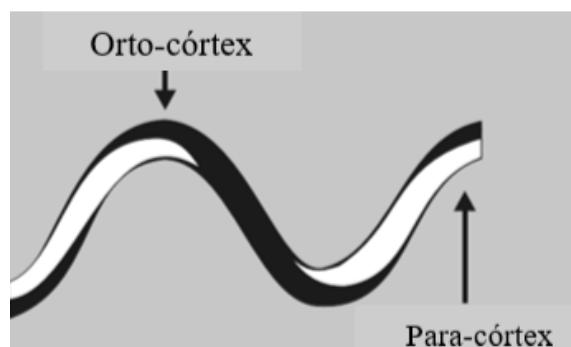


Figura 7: Representação esquemática do orto-córtex e para-córtex de uma fibra de lã (CSIRO Livestock Industries, 2020).

Em fibras mais grosseiras ou em fibras capilares, podemos ainda encontrar uma região porosa denominada de medula, presente na região central da fibra (Wang & Wang, 2009).

2.5.3 Estrutura Química da Lã

A fibra de lã é produzida pelos folículos, que se encontram a uma profundidade de aproximada de 500 a 600 μm da superfície da pele. O tecido folicular em ovinos da raça Merina tem um peso de aproximadamente 50g, ou 0,1% do seu peso vivo (Liu & Masters, 2003). O folículo apresenta três regiões: o bulbo, a zona queratogénica e a zona de endurecimento. O bulbo, a região mais profunda, encontra-se na derme. Nesta região ocorre a proliferação celular. Posteriormente, as células migram para zona queratogénica, onde ocorre a síntese de proteína e o volume celular aumenta. Mais à superfície, a célula atinge a zona de endurecimento, onde são formadas as ligações dissulfeto da queratina (figura 8) (Liu & Masters, 2003).

A fibra de lã é principalmente constituída por queratina, sendo somente 0,5% da sua constituição lípidos e minerais. As proteínas que constituem a lã podem ser divididas em três grupos: as proteínas pobres em enxofre (60 a 70% do total de proteína), as proteínas com elevado teor de enxofre (20 a 40% da proteína total, contendo altos níveis de cisteína mas sem metionina) e as proteínas com elevado teor de tirosina (1 a 12 % do total, sendo caracterizadas por elevados níveis de tirosina, mas sem metionina, lisina, isoleucina, histidina ou ácido glutâmico) (Liu & Masters, 2003). A queratina é sintetizada acima do bulbo, sendo organizada em miofibrilhas na matriz e, posteriormente, endurecida através da formação de ligações dissulfeto entre as cadeias de proteína e dentro das cadeias de proteína (Liu & Masters, 2003).

A cisteína representa aproximadamente 10% dos aminoácidos presentes na lã (Liu & Masters, 2003). A concentração de metionina na fibra de lã é baixa, encontrando-se contida nos filamentos de proteína, mas não na matriz. As concentrações de serina são elevadas, contudo, a sua função não é clara, sendo hipotetizada a sua função na consolidação da estrutura da fibra (Liu & Masters, 2003).

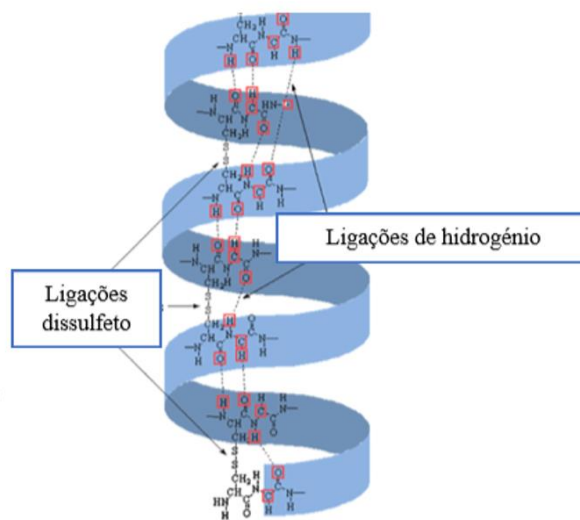


Figura 8: Estrutura da lã. Adaptado de (Hassan & Carr, 2019)

2.5.4 Qualidade da Lã

A qualidade da lã varia não só com a raça dos ovinos, mas também entre indivíduos da mesma raça, sendo ainda afetada pelo clima, nutrição, entre outros fatores. Como exemplo, a lã de ovinos que vivem em climas mais frios e húmidos apresenta maior conteúdo lipídico do que a lã de ovinos que vivem em climas mais quentes (Strand, 2014). Apesar de não existir uma definição simples para a qualidade da fibra, esta baseia-se principalmente nas diversas características e defeitos do velo, tanto hereditárias, como adquiridas, influenciando o seu uso na indústria (Khan, et al., 2012).

O diâmetro médio da fibra é o principal determinante da qualidade da lã, estando associada com a *performance* do fiar (Khan, et al., 2012). As fibras mais finas, tal como a lã fina, o *mohair* e a cachemira são também as mais caras. O intervalo de diâmetros da fibra é, inicialmente, determinado pela informação genética do animal, que define o tamanho e a capacidade sintética dos folículos, contudo, existem fatores ambientais (*e.g.* nutrição) que podem levar a alterações (Khan, et al., 2012).

O comprimento da fibra, determinado também pelo frisado da fibra (figura 9), é também um fator de grande importância na determinação da qualidade, dado que influencia o tipo de processo utilizado na produção. Este comprimento da fibra poderia, teoricamente,

ser variável consoante o tempo entre tosquiadas, contudo, na sua maioria, as tosquiadas são efetuadas anualmente e na mesma época do ano (Khan, et al., 2012).



Figura 9: Frisado em lã Merina Branca (Foto do autor)

A pigmentação é também importante na qualidade da lã, sendo que a presença de fibras escuras na lã branca, aumenta os gastos no processamento da lã, o que resulta numa diminuição do preço dos velos (Fleet, 1990). Fibras pigmentadas podem causar problemas no processo de coloração e, geralmente, fibras não pigmentadas apresentam maior valor industrial (Khan, et al., 2012). Em rebanhos de ovelhas brancas, a existência de alguns ovinos pretos pode resultar em contaminação das fibras brancas e consequente redução dos preços da lã (Fleet, 1990).

Quanto à medulação, as fibras meduladas contêm na sua estrutura, células cheias de ar, sendo a medula considerada o espaço vazio presente na fibra. A medula pode ser contínua, interrompida ou fragmentada. A fibra de lã que apresenta um diâmetro da medula igual ou inferior a metade do diâmetro da fibra é denominada medulada grosseira (Figura 10). Quando esta apresenta um diâmetro superior a mais de metade do diâmetro da fibra é conhecida como “*Kemp*”. Estas fibras são produzidas pelos folículos primários e não são desejáveis, não só pelo facto de serem grosseiras, como também pelo facto de uma medula com maior diâmetro resultar em fibras quebradiças e difíceis de corar, levando a tonalidades mais pálidas (Gupta et al., 1987; Hatcher, 2002). A figura 11 demonstra a aparência das fibras “*kemp*” num ovino.

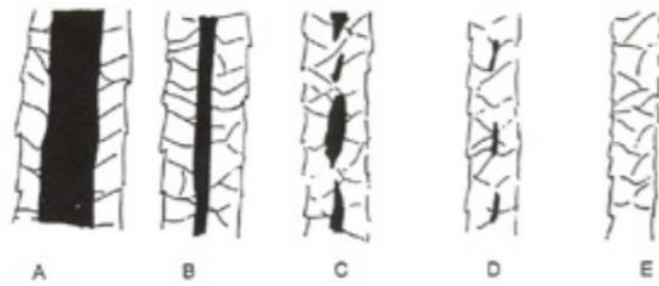


Figura 10: Tipos de fibras meduladas [(a): fibra "kemp" com uma medula contínua, sendo que a medula representa mais de 50% da fibra; (b) medula contínua que representa menos de 50% da fibra; (c): medula interrompida; (d): medula fragmentada; (e): fibra não medulada]. Adaptado de (McGregor, 2012).



Figura 11: Fibras "Kemp" em ovino (setas) (American Sheep Industry Association, Inc., 2020).

A força das fibras de lã, ou seja, a sua resistência, encontra-se diretamente associada com as alterações na estrutura e na composição proteica das fibras. A força de um conjunto de fibras está dependente da força intrínseca das fibras que este contém e da área total que é testada. Ovinos diferentes submetidos a condições ambientais semelhantes demonstram uma variação significativa de resistência. As estimativas da heritabilidade para a resistência na raça Merina, entre 0,17 a 0,49, são suficientemente altas para permitir o estabelecimento de um programa de melhoramento genético para esta característica (Reis, 1992).

A gestação e a lactação influenciam a resistência das fibras através da competição por nutrientes. Não obstante, existem fatores hormonais que também podem ser

determinantes. A resistência das fibras também pode ser influenciada pelo *stress*, devido a uma excessiva secreção de glucocorticóides, e também pela presença de parasitas ou doenças que podem influenciar a distribuição de nutrientes. Apesar de não ter sido estabelecida uma associação clara entre a resistência das fibras e a composição proteica das mesmas, é frequente a detecção de proteínas com alto teor de tirosina na matriz de fibras mais fracas, sendo ainda detetada, em alguns estudos, uma associação entre proteínas com alto teor de enxofre e fibras mais resistentes (Reis, 1992).

A resistência da fibra é medida em Newtons/Kilotex (N/Ktex). Segundo Oliveira (1996), para as lãs finas de ovinos Merinos serem consideradas “sem resistência”, os valores da resistência à tração devem ser inferiores a 25 N/Ktex.

Finalmente, os contaminantes. Para além de outras características que influenciam a qualidade da lã, a limpeza do velo representa um fator importante na quantidade e qualidade final de produto que pode ser utilizado na indústria. A presença de matéria vegetal ou outros contaminantes (*e.g.* alcatrão) influenciam a qualidade e, conseqüentemente, o preço final do produto (Jones et al., 2004; Khan, et al., 2012; Skinner, 1965).

2.6 Fatores Genéticos que Influenciam as Características da Lã

2.6.1 Pigmentação da Lã

A pigmentação das fibras de lã é influenciada por diversos *loci*, sendo um dos mais importantes o *locus* Agouti. O *locus* Agouti codifica a proteína que se liga ao recetor da melanocortina (MC1R). Na sua ausência, a hormona estimuladora dos melanócitos (α MSH) liga-se ao MC1R, sinalizando a produção de eumelanina [responsável pela coloração escura (pigmento castanho ou preto)], que resulta na expressão de coloração no velo (Purvis & Franklin, 2005).

2.6.2 Densidade

O número de fibras por unidade de área de pele (densidade) é um dos principais fatores, em conjunto com o diâmetro, o comprimento da fibra e a área de superfície corporal, que determinam a produção de lã limpa por ovelha. Devem ser utilizadas estimativas

precisas da heritabilidade da densidade de forma a prever o progresso genético na produção de lã limpa através da correta seleção de futuros reprodutores. As estimativas da heritabilidade para a densidade têm sido referidas com valores variáveis entre 0,08 a 0,65, dependendo da raça, método e procedimento utilizado (Abouheifi et al., 1984).

Os ovinos da raça Merina apresentam, na sua maioria, uma maior densidade folicular do que muitas outras raças, o que lhes permite alcançar uma maior densidade lanar (Khan, et al., 2012).

2.6.3 Diâmetro da Fibra e Peso do Velo

Num estudo efetuado por Swan et al., (2008), os valores da heritabilidade para o peso do velo variaram entre 0,39 e 0,49. Neste estudo, também foi calculada a correlação entre o peso do velo e o diâmetro médio da fibra, sendo este um parâmetro importante nos programas de melhoramento genético da raça Merina. A correlação calculada foi baixa e positiva (0,15 a 0,30), o que demonstra um antagonismo genético e, conseqüentemente económico, dado que o grande objetivo dos programas de melhoramento de lã Merina centra-se no aumento do peso do velo e na redução do diâmetro da fibra. Estes valores vão de encontro a outros valores publicados. Safari et al. (2005), reportaram correlações entre 0,28 (entre o peso da lã limpa e o diâmetro da fibra) e 0,36 (entre o peso da lã suja e o diâmetro da fibra). Assim sendo, podemos concluir que a relação entre estas duas características na raça Merina não é atípica e que o melhoramento simultâneo destas duas características não é algo mais problemático do que noutras raças de ovinos (Swan et al., 2008).

2.6.4 Comprimento da Fibra

As estimativas da heritabilidade para o comprimento da fibra podem ser elevadas, variando entre $0,46 \pm 0,04$ e $0,70 \pm 0,06$ consoante as raças consideradas (Gronewald et al., 2009; Safari et al., 2005). Estes valores de heritabilidade levam a concluir que esta característica pode responder bem à seleção genética (Wuliji et al., 2011).

2.7 Fatores Ambientais que Influenciam as Características da Lã

2.7.1 Nutrição

Os efeitos da nutrição na quantidade de lã, comprimento, diâmetro e na composição proteica e força tênsil da fibra têm sido extensivamente estudados, principalmente em ovinos da raça Merina. O crescimento da lã, durante um determinado período temporal, nos Merinos, depende de vários fatores: o número de folículos que produzem fibra de lã, a taxa de crescimento desta fibra e o diâmetro da mesma (Reis & Sahl, 1994). Virtualmente, todos os folículos dos Merinos estão ativos, havendo pouca variação da taxa de crescimento da fibra entre estações desde que providenciada uma nutrição adequada (Reis, 1982).

A taxa de crescimento da fibra depende do número, da dimensão das células na zona proliferativa do bulbo folicular e da proporção de novas células que migram para esta região, da taxa de divisão celular, proporção de células que migram e que entram na fibra e, por último, do aumento do tamanho das células que formam a fibra. A maioria destes eventos é influenciada pelo aporte de nutrientes ao folículo, tendo sido demonstrado que os ovinos da raça Merina, tal como de outras raças, respondem ao aumento do consumo de alimento, com uma maior produção de lã (Reis & Sahl, 1994).

A maior limitação nutricional ao crescimento da lã é a quantidade e composição de aminoácidos disponíveis para os folículos. Relativamente à composição, os aminoácidos que contém enxofre (cistina, cisteína e metionina) são frequentemente os maiores limitantes ao crescimento lanar, contudo, a lisina também apresenta um papel importante. Grandes quantidades de cistina e cisteína são necessárias para sintetizar as proteínas da lã, sendo principalmente providenciadas pela conversão da metionina, que, por si só, também apresenta um papel específico na estimulação do crescimento da fibra (Reis, 1989).

2.7.2 Deficiências em Cobre

Burley (1960) refere que o cobre é um elemento essencial na nutrição de ovinos, sendo o aumento do tempo necessário para a queratinização o principal efeito da sua deficiência na produção de lã. Como resultado, a lã destes Merinos apresenta um frisado anormal, o que consoante o nível de deficiência, pode resultar num frisado inconsistente (*e.g.* ondas largas e irregulares) ou mesmo ausente. Devido ao facto de apresentar uma redução

de proteínas ricas em enxofre, estas fibras apresentam uma redução da força tênsil, sendo, por isso, mais frágeis e quebradiças (Khan, et al., 2012).

2.7.3 Gestação

Segundo Thompson et al. (2011), a produção de folículos secundários inicia-se entre o 80º dia da vida fetal e nos momentos anteriores ao parto, sendo o desenvolvimento destes folículos influenciado pela nutrição da mãe.

A produção da fibra nos folículos secundários inicia-se entre a primeira e a terceira semana de vida (Thompson et al., 2011). Segundo Kelly et al. (1996), a descendência de ovelhas subnutridas pode possuir uma lã mais grosseira do que a descendência de ovelhas bem alimentadas durante o período da gestação, tendo estes autores demonstrado que, em comparação com ovelhas alimentadas para manter o seu peso vivo durante a gestação, ovelhas com uma perda de peso de 10 kg entre o 50º dia e o 140º dia de gestação, produziram uma descendência com menor peso de lã limpa (menos 0,5%) e maior diâmetro de fibra (mais 0,1 micrómetros), mantendo-se esta diferença ao longo dos anos.

Os efeitos da nutrição maternal no desenvolvimento fetal dos folículos de lã e, conseqüentemente, na produção de lã em adulto, são influenciados pelo momento, duração e gravidade das restrições alimentares experienciadas pela ovelha (Robinson et al., 1999). Thompson et al. (2011) referem que os efeitos de uma má nutrição nos estádios iniciais e intermédios da gestação, podem ser ultrapassados através da melhoria da nutrição durante os estádios finais da mesma, demonstrando que a manutenção nutricional de ovelhas Merinas durante a gestação é essencial para uma produção ótima de lã por parte da descendência.

2.7.4 Temperatura

Num estudo efetuado por Coop (1953), em que foram determinados o peso, o comprimento e a espessura da lã produzida por ovinos em diferentes épocas do ano, durante três anos e em condições nutricionais diferentes, não foi estabelecida uma relação direta entre a temperatura e o crescimento da lã. Segundo Elsherbiny et al. (1978), as alterações de temperatura têm um impacto significativo no comprimento da fibra, em que temperaturas mais altas resultam em menores incrementos no comprimento da lã. Todavia, Khan, et al. (2012) descreve uma diminuição do crescimento da lã na presença de temperaturas baixas,

presumindo que a existência de baixas temperaturas leva à diminuição do fluxo sanguíneo nos folículos e consequente diminuição do aporte de nutrientes. Khan, et al. (2012), relata ainda que um aumento localizado de temperatura não influencia o crescimento da lã, sendo este somente influenciado por aumentos de temperatura supra-fisiológicos. Na prática, a produção de lã não é diretamente influenciada pela temperatura, a não ser em ovelhas recém tosquiadas. Contudo, a temperatura pode influenciar indiretamente o crescimento lanar, através da alteração alimentar (disponibilidade de alimento) (Khan et al., 2012).

2.7.5 Luminosidade

Na maioria dos mamíferos existe uma variação sazonal no crescimento da pelagem. O ciclo de crescimento do pelo, cabelo ou lã, está normal e diretamente relacionado com as variações anuais de luminosidade diária e, para raças domesticadas de ovinos, sabe-se que os dias mais curtos de inverno levam a uma supressão da atividade dos folículos lanares, enquanto dias com um maior período de luminosidade estimulam o crescimento da lã.

Para a maioria das raças primitivas (*e.g.* Soay e Wiltshire), as diferenças sazonais são muito evidentes na produção de lã. No inverno todos os folículos lanares se tornam quiescentes, retomando a sua atividade na primavera, resultando numa muda do velo todos os anos (Lincoln et al.,1980). Contrariamente a raças mais afetadas pela estação do ano, a raça Merina não apresenta uma inativação completa dos folículos no inverno (Lincoln et al.,1980). Não obstante, segundo Elsherbiny et al. num estudo efetuado em 1978, foi descrito que a taxa de crescimento da lã é superior quanto maior o fotoperíodo, sendo mais acentuada em animais puros (*e.g.* Merino puro e Ossimi puro) do que em cruzamentos, sendo sugerido que o genótipo do animal é um dos fatores determinantes na resposta a alterações de fotoperíodo.

2.8 Melhoramento Genético

Segundo Carolino et al., (2017), a produção animal envolve a reprodução seletiva dos animais domésticos, de forma a melhorar uma qualidade hereditária desejável nas gerações futuras. O modelo de seleção genética utilizado na genética quantitativa diz-nos que o fenótipo (**P**) é igual à soma do genótipo (**G**) com o ambiente (**E**), assumindo a inexistência de covariância entre **G** e **E**. Assim, a variância fenotípica pode ser descrita como:

$$\mathbf{P} = \mathbf{G} + \mathbf{E} \quad ; \quad \sigma_{\mathbf{P}}^2 = \sigma_{\mathbf{G}}^2 + \sigma_{\mathbf{E}}^2$$

Segundo os mesmos autores, o valor genético (**A**) pode ser definido como o valor associado aos genes de um determinado indivíduo e transmitido à descendência. O valor genético é assim a soma dos efeitos médios dos genes e é uma propriedade do indivíduo e da população reprodutora, sendo a diferença entre o valor genotípico (**G**) e o valor genético (**A**, efeitos genéticos aditivos) denominada de desvio de dominância (**D=G-A**). O desvio de dominância deve-se às interações entre os diferentes alelos num determinado *loci*, ou seja, o efeito resultante da combinação de genes que não pode ser atribuído aos efeitos dos dois genes individualmente. O desvio de dominância depende ainda da frequência de um determinado gene na população. Assim, o valor genotípico (**G**) é igual à soma do valor genético (**A**) e do valor de dominância (**D**). Já as variâncias genéticas num locus ($\sigma_{\mathbf{G}}^2$), são iguais à soma das variações genéticas aditivas ($\sigma_{\mathbf{A}}^2$) e não aditivas ($\sigma_{\mathbf{D}}^2$) (Carolino et al., 2017).

De acordo com Carolino et al, (2017), a variância genética total num modelo de *loci* múltiplo, onde as interações entre diferentes *loci* podem ocorrer, é denominada de efeito de epistásis ($\sigma_{\mathbf{I}}^2$), e assumindo a inexistência de covariância entre **G** e **E**, pode ser decomposta em:

$$\sigma_{\mathbf{P}}^2 = \sigma_{\mathbf{A}}^2 + \sigma_{\mathbf{D}}^2 + \sigma_{\mathbf{I}}^2 + \sigma_{\mathbf{E}}^2$$

Segundo Carolino et al., (2017), considerando o progresso genético ou a resposta de seleção (**R**) como a alteração no valor genético de uma população para uma determinada característica passada de uma geração para a seguinte e, no caso específico da seleção fenotípica, a taxa de progresso genético em qualquer característica é expressa pela seguinte equação:

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{S} \times \mathbf{h}^2}{\mathbf{L}}$$

Onde **R** representa a resposta de seleção, **S** representa a seleção diferencial (diferença entre a média da população base e dos parentes selecionados), **h²** representa a heritabilidade e **L** o intervalo entre gerações (média da idade dos pais aquando da sua substituição pela descendência).

A heritabilidade (**h²**) de uma determinada característica é definida como a proporção das diferenças entre animais, que é transmitida à descendência, e como a proporção da variação fenotípica de natureza genética aditiva (**h² = σ_A^2 / σ_P^2**). De um modo geral, a heritabilidade é baixa em características reprodutivas, intermédia em características de crescimento e alta para características relacionadas com a composição e qualidade dos produtos. Quanto mais alta a heritabilidade de uma determinada característica, maior a proporção de superioridade dessa característica será transmitida à descendência pelos progenitores e, conseqüentemente, o progresso genético será superior (Carolino et al., 2017). Contudo, valores baixos de heritabilidade indicam uma baixa probabilidade de atingir um rápido progresso genético através da seleção fenotípica (Haile et al., 2020).

Abaixo encontra-se uma das equações importantes quando falamos de programas de melhoramento:

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{i} \times \mathbf{r}_{AP} \times \sigma_A}{\mathbf{L}}$$

Nesta equação temos que **R** (resposta de seleção) é igual à multiplicação da intensidade de seleção (**i**), precisão de seleção (**r_{AP}**) e o desvio padrão dos efeitos genéticos aditivos (**σ_A**), divididos pelo intervalo entre gerações (**L**). Ou seja, a resposta por unidade de tempo é proporcional à intensidade de seleção, precisão da avaliação genética e à raiz quadrada da variância genética, sendo inversamente proporcional ao intervalo entre gerações. Esta equação é essencial para estimar a resposta à seleção em programas de melhoramento genético (Carolino et al., 2017).

2.8.1 Programas de Melhoramento Genético

De um modo geral, um programa de melhoramento tem como objetivo proporcionar o aumento do rendimento dos criadores que nele participam, resultante do progresso genético dos animais para um ou vários caracteres. Para isso, é necessário avaliar previamente qual a melhor forma de obter o progresso genético dos caracteres que, direta ou indiretamente contribuem para o benefício económico das explorações, de acordo com as características demográficas, produtivas e genéticas da população, considerando os meios disponíveis e as estratégias para o setor (Carolino et al., 2017).

O sucesso de um programa de seleção depende da forma como este é executado e da informação disponível, nomeadamente, da quantidade e qualidade da informação produtiva e genealógica, da avaliação genética, respetiva precisão e forma de divulgação atempada dos seus resultados e do processo de seleção e utilização de reprodutores. Deste modo, todas estas tarefas deverão estar interligadas e de acordo com os objetivos de melhoramento propostos para a população a submeter a seleção, ou seja, há necessidade de sistematizar as ações de planeamento e de execução do referido programa (Carolino, 2006).

Segundo vários autores, entre eles, Gama 2002, Dekkers et al. (2004), Oldenbroek & Waaij (2014) e Carolino et al., (2017), o delineamento e otimização de um programa de melhoramento genético animal, onde os pequenos ruminantes não são exceção, deverá considerar diversas situações e as particularidades de cada raça e do sistema de produção em que é explorada, para que as diversas fases que o compõem permitam que tenha sucesso.

Em algumas situações, poderá ser recomendável o delineamento de um programa de melhoramento para uma raça em risco de extinção e, neste caso, diversas precauções deverão ser tomadas, mesmo que com prejuízo para o progresso genético esperado. Isto é, o programa de melhoramento, se bem usado, poderá ser um auxílio à promoção da raça, melhorando-a geneticamente, embora de forma mais lenta, tornando-a mais competitiva, mas nunca poderá pôr em causa o património genético.

Segundo Carolino et al., (2017) em raças ameaçadas, um programa de melhoramento genético deverá ser compatibilizado com ações de caracterização e conservação, designadamente, com ações de conservação *ex situ*. Ainda que teórica e intuitivamente a seleção e a conservação possam ser antagónicas, na prática, há alternativas que permitem esta compatibilização.

O sucesso de um programa de melhoramento pressupõe que as diferentes ações a pôr em prática estejam sistematizadas em termos de planeamento e execução (Gama, 2002). De acordo com Oldenbroek & Waaij (2014), a longo prazo, as atividades reprodutivas subsequentes podem ser realizadas através de um programa de melhoramento ilustrado pela figura 17:

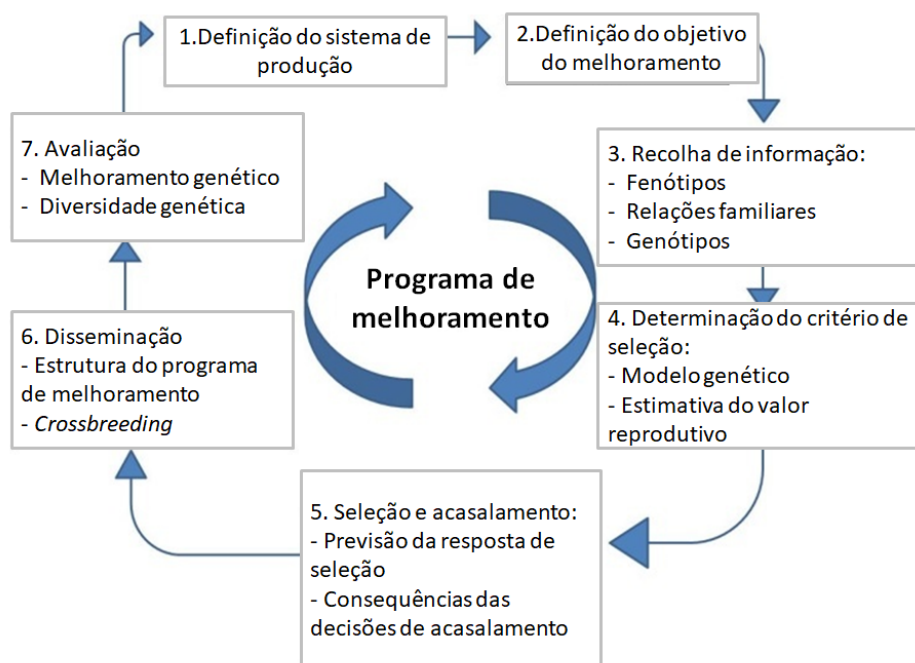


Figura 12: Programa de melhoramento. Adaptado de (Oldenbroek & Waaij, 2014)

A definição dos objetivos de melhoramento apresenta-se como uma etapa fundamental de um programa de melhoramento por seleção. Os objetivos de melhoramento são caracteres que se pretendem melhorar por seleção, supostamente por aumentarem a eficiência económica do sistema de produção, mas podem não ser utilizados como critérios de seleção, dependendo da facilidade da sua estimativa, custo ou técnica de medição (Carolino et al., 2017).

Em Portugal e nos últimos anos, as raças ovinas de carne, de um modo geral, têm direcionado os programas de seleção, para o melhoramento do peso ao desmame, por se tratar de uma característica economicamente importante para os respetivos sistemas de produção (Theodoridis et al., 2018)

A inclusão de características lanares nos objetivos de melhoramento de um programa de seleção é uma realidade de algumas populações, resultante da importância económica da lã nos respetivos países, como é o caso da Austrália (Swan, 2009).

Segundo Swan (2009), a produção de ovinos na Austrália tem sido tradicionalmente dominada pelo Merino, que corresponde a cerca de 85% do efetivo nacional. Tal tem acontecido devido ao aumento da rentabilidade da produção de lã em relação à da carne. No entanto, a partir do ano 2000, os preços da carne aumentaram, o que levou a que muitos produtores afastassem o seu foco da produção de lã, colocando mais ênfase nas explorações de duplo propósito.

Possivelmente, em Portugal, se a lã fina vier a obter uma melhor valorização comercial, as raças ovinas merinas autóctones poderão passar por um processo semelhante, mas neste caso, da seleção essencialmente para a produção de carne, para a seleção conjunta para a produção de carne e para a produção de lã.

Em Portugal, tal como na maioria dos países, as metodologias de seleção têm evoluído ao longo dos anos. Contudo, há uns anos atrás, privilegiava-se a seleção fenotípica. Olivier et al. (1995) refere que, quando os animais são selecionados de acordo com as suas características fenotípicas (peso ao desmame e defeitos da lã), esta seleção é independente do mérito genético dos animais. A proporção de animais eliminados por este tipo de seleção varia de acordo com estes “defeitos” e, especialmente, das preferências do classificador.

O progresso genético anual de uma característica é função de vários parâmetros (precisão e intensidade de seleção, variabilidade genética, intervalo de gerações) que, por sua vez dependem, para além dos parâmetros genéticos desse carácter e dos caracteres com ele correlacionados, da quantidade e tipo de informação disponível (individual ou familiar), da forma como esta é utilizada ou combinada e do método de seleção dos animais (Van der Werf, 2000). Segundo Falconer & Mackay (1996), Gama (2002), Carolino (2006) e Carolino et al. (2017), os principais métodos de seleção são os seguintes:

- Seleção individual: seleção baseada na performance do animal, sendo esta a metodologia mais simples;

- Seleção Familiar (Recomendada por Falconer & Mackay (1996) para a seleção de características com baixa heritabilidade ou quando estas não conseguem ser mensuradas no indivíduo):
 - Seleção pela ascendência;
 - Seleção fraternal;
 - Teste de descendência (TD);
 - Seleção intrafamiliar.
- Seleção combinada:
 - Índices de Seleção (muito úteis para a seleção de uma ou mais características em simultâneo, utilizando informações de produtividade provenientes de diferentes fontes):
 - Índices de seleção simples;
 - Índices de seleção especiais (respostas desejadas, com restrições, em retrospectiva, para caracteres definidos como produtos ou rácios, etc.)
 - BLUP – Modelo Animal - consiste numa extensão da metodologia dos índices de seleção mas com algumas diferenças significativas. Este modelo, através da inclusão da matriz de parentescos, permite estimar simultaneamente os efeitos fixos (por exemplo, da exploração) e os valores genéticos de todos os indivíduos na base de dados (desde que tenham parentescos com indivíduos que possuam registos). O valor genético de cada animal é, assim, predito com base na informação de todos os seus parentes e leva em conta os efeitos fixos que afetam os registos. Por sua vez, as estimativas dos efeitos fixos também levam em consideração o valor genético dos animais.
 - MAS - Seleção Assistida por Marcadores Genéticos – Metodologia de seleção que utiliza os marcadores genéticos. Permite selecionar animais de genótipo superior, através da relação existente entre os marcadores moleculares e genes de efeito favorável para características de interesse.
 - GS - Seleção Genómica - consiste na predição simultânea dos efeitos genéticos de grande número de marcadores genéticos dispersos em todo o genoma de um animal de forma a explicar grande parte da variação genética de uma característica quantitativa (Meuwissen et al., 2001).

Um programa de melhoramento genético bem organizado, de acordo com as características genéticas e populacionais da raça e dos objetivos de melhoramento, deverá ter a estrutura necessária à obtenção desses mesmos objetivos. Assim, nos ovinos existem programas grande dimensão, como é o caso da raça Merina na Austrália, envolvendo os serviços do MLA (Meat & Livestock Australia Limited, 2019) ou, de dimensão menor, mas igualmente bem organizado, com é o caso do Merino no Uruguai, mais utilizado na região noroeste do país, sob coordenação da “Sociedad de Criadores de Merino Australiano del Uruguay” mas com um amplo apoio do Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) e da Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, el SecretariadoUruguayo de la Lana (INIA - SUL, 2011).

Não há evidentemente uma estrutura única que permita o êxito de um Programa de Melhoramento Genético, mas sim diversos pressupostos e etapas que devem estar devidamente garantidos e suportados por um planeamento prévio bem conseguido. Estes pressupostos devem garantir o envolvimento de todos os agentes necessários, nomeadamente os criadores e sua associação, a correta recolha, processamento e análise de dados e o fluxo atempado de toda a informação essencial à seleção eficaz dos futuros reprodutores, que permita o estabelecimento de planos de acasalamentos.

2.8.2 Best Linear Unbiased Prediction

Atualmente, a nível internacional e em diversas espécies pecuárias (ovinos, equinos, bovinos, aves, caprinos, etc.), o recurso ao “BLUP- Modelo Animal” para a estimativa dos parâmetros genéticos e para a avaliação genética (estimativa dos valores genéticos) está generalizado, para um ou vários caracteres, considerando-se diversos tipos de modelos e de efeitos fixos e aleatórios (Carolino et al., 2017).

O BLUP-Modelo Animal é uma extensão da metodologia dos índices de seleção, com algumas diferenças substanciais (Simm, 1998), pelo que, segundo Carolino et al., (2017), quando comparado com a seleção fenotípica, apresenta diversas vantagens:

- É melhor (*best*), no sentido em que maximiza a correlação entre o valor genético real (A) e o valor genético (\hat{A}) ou, por outras palavras, minimiza a variância do erro de predição, isto é, a $\text{var}(A-\hat{A})$; consequentemente, é mais elevada a probabilidade de ordenação correta dos indivíduos pelo seu valor genético real;
- As soluções são obtidas por uma função linear das observações;

- As soluções não são enviesadas (*unbiased*), no sentido em que a expectativa do valor real, dado o valor estimado, é o próprio valor real. Isto é, $E(A|\hat{A})=A$;
- Envolve a predição (*prediction*) dos valores genéticos reais dos indivíduos considerados.

O valor genético real dos animais nunca chega a ser conhecido, mas a sua estimativa indica-nos o que o animal poderá valer quando utilizado como reprodutor, podendo ser obtida com diferentes precisões em função da quantidade de informação disponível, parâmetros genéticos entre outros fatores (Arnason & Van Vleck, 2000). O valor genético representa o valor do indivíduo num programa de seleção para determinada característica ou a soma dos efeitos de cada um dos alelos que afetam essa característica, podendo ser quantificado com o dobro do desvio de um grande número de descendentes (teoricamente) desse indivíduo relativamente à média da população.

Estas características ou particularidades do BLUP- Modelo Animal, em termos práticos, apresentam algumas vantagens e significam que o valor genético de um indivíduo predito por esta metodologia considera:

- O mérito genético de todos os seus parentes (devido à inclusão da matriz de parentescos);
- O valor genético dos participantes nos diferentes acasalamentos (isto é, um macho não será prejudicado por ser acasalado com fêmeas de mérito inferior, ou o contrário, não será beneficiado por ser acasalado com fêmeas de mérito superior);
- Todos os registos produtivos disponíveis (registos repetidos no mesmo indivíduo ou familiares, etc.);
- Os efeitos fixos a que um registo é sujeito (*e.g.* diferentes ambientes).

III- Materiais e Métodos

No presente capítulo, sobre os materiais e métodos, apresentam-se os procedimentos usados para identificação dos fatores genéticos e ambientais que influenciam as características da lã nas Raças Merina Branca e Merina Preta.

3.1 Caracterização da Lã das Raças Merina Branca e Merina Preta

Segundo Plowman et al. (2018) existem diferenças estruturais entre as fibras de lã da raça MB e da raça MP. Ambas as raças apresentam diâmetros e curvaturas de fibra semelhantes, contudo, foram encontradas diferenças entre as proporções de proteínas contendo elevado teor de enxofre e de proteínas com elevado teor de glicina e tirosina, localizadas na matriz da fibra, resultando numa redução da proporção do para-córtex e num aumento da proporção do orto-córtex.

Dado que, ao longo dos anos, os Merinos Pretos não foram sujeitos ao mesmo tipo seleção dos Merinos Brancos, a lã dos animais da raça Merina Preta providencia uma oportunidade de comparação das características desta fibra (*e.g.* diâmetro e curvatura) entre uma raça mais antiga e uma relativamente moderna, comparando o perfil de expressão proteica entre estes dois tipos de lã (Plowman et al., 2018).

3.1.1 Contraste Lanar

O contraste lanar tem como objetivo a obtenção de informação que permita caracterizar individualmente a produção de lã tendo em vista o seu melhoramento genético. O contraste lanar é efetuado através da análise da fibra de lã. Na ANCORME, esta classificação é realizada por um técnico especializado, tendo este frequentado os cursos de “Tipificador de Lã” e “Aperfeiçoamento em tipificação e classificação de lãs”, promovidos pela ACOS (Associação de Criadores de Ovinos do Sul). Esta avaliação é efetuada de forma manual e visual, na zona da espádua e da coxa do animal. Em caso de dúvida, e como ferramenta de aferição do contraste, é utilizado o *FibreLux® micron meter*. Este equipamento efetua a medição da fibra de lã, analisando a sua espessura em micrómetros.

No contraste lanar são observados e registados os seguintes parâmetros: identificação do animal; diâmetro da fibra; comprimento da fibra; cor da fibra; resistência da fibra, homogeneidade do velo; densidade (tochado) e características indesejáveis. Para que o animal possa ser contrastado, terá que ter idade superior a 12 meses no momento da avaliação, pelo menos uma tosquia e decorrido o máximo número de dias possível entre a última tosquia e o momento da observação.

3.1.2 Diâmetro da Fibra

A lã das raças Merina Branca e Merina Preta podem ser classificadas em quatro classes diferentes, dependendo da espessura da fibra, tal com apresentado na tabela 6, designadamente merino extra (ME), merino fino (MF), merino corrente (MC) e prima (P) (Perloiro & Carrasco, 2020). Na figura 12, podemos comparar visualmente uma lã extra com uma lã prima.

Tabela 6: Espessuras das fibras de lã merina e respetivas classes.

Classes	Espessura média (Microns)
Merino Extra (ME)	18-20
Merino Médio ou Fino (MF)	21-13
Merino Forte ou Corrente (MC)	24-25
Prima (P)	≥26

Adaptado de (Perloiro & Carrasco, 2020)



Figura 13: Lã merina extra (esquerda) e lã prima (direita) (Perloiro & Carrasco, 2020)

3.1.3 Pigmentação

Dado que não existe uma gradação definida para a classificação da cor da fibra de lã na raça Merina, a ANCORME criou uma escala de cores (figura 13), que resultou da observação e avaliação dos efetivos registados no Livro Genealógico da raça. Assim sendo, foram definidas quatro cores para a raça Merina Preta (1-cacau; 2-chocolate; 3-mel; 4- jardo) e duas para a raça Merina Branca [1-branco; 2-anacarado (figura 14)] que a ANCORME considerou serem as mais representativas na população de ovinos Merinos existente em Portugal (ANCORME, 2020b).



Figura 14: Diferentes cores da fibra de lã de ovinos da raça Merina Preta (1- cacau; 2- chocolate; 3- mel; 4- jardo) (Perloiro & Carrasco, 2020).



Figura 15: Diferentes colorações da fibra de lã de ovinos da raça Merina Branca (esquerda- branco; direita- anacarado) (Perloiro & Carrasco, 2020).

De forma a avaliar e classificar a coloração da fibra de lã dos ovinos da raça Merina de forma mais precisa, a ANCORME criou, em 2020, uma régua para a avaliação desta característica, que também permite a mensuração do comprimento da fibra (figura 15). Esta régua é colocada na horizontal e na base junto à derme, dado esta ser a zona de menor exposição solar e melhor perceção da coloração da fibra (ANCORME, 2020b).



Figura 16: Utilização da Régua ANCORME para a classificação da cor da lã num ovino da raça Merina Preta (ANCORME, 2020b).

3.1.4 Comprimento da Fibra

A ANCORME efetua a mensuração do comprimento da fibra no campo, na zona da espádua do animal ou, em alguns casos, na região da coxa, utilizando uma régua graduada em centímetros. A medição efetua-se colocando a régua junto à pele do animal e esticando a mecha de lã (figura 16).



Figura 17: Medição do comprimento da lã num ovino da raça Merina Preta (Perloiro & Carrasco, 2020).

3.2 Caracteres Analisados

A ANCORME, no âmbito das suas atividades de gestão dos Livros Genealógicos e execução dos Programas de Melhoramento Genético das raças Merina Preta e Merina Branca, utiliza desde 2008 a plataforma informática Genpro-Online (<https://genpro.ruralbit.com>). Esta plataforma tem, atualmente, uma vasta área de utilização em Portugal, na área dos recursos genéticos animais, nomeadamente, na gestão de informação de livros genealógicos (LG's) e de programas de conservação e melhoramento genético animal, pelo que tem vindo sistematicamente a implementar novas funcionalidades, umas por solicitação do sector, outras fruto da participação em diversos projetos IED (Silveira, Melo & Carolino, 2019). A Genpro-Online permite armazenar, de forma organizada e coerentemente validada, toda a informação referente às referidas atividades dos LG's (criadores, animais e eventos) e proporcionar uma rede de acessos em que todas as entidades interessadas podem, quer adicionar dados, quer aceder à informação armazenada na sua versão mais atualizada (Silveira & Espírito Santo, 2019). Desta forma, toda a

informação produtiva e genealógica utilizada no presente estudo foi recolhida e processada pela ANCORME através da plataforma Genpro-Online.

Procedeu-se inicialmente à recompilação de todos os registos disponíveis do contraste lanar e de tosquias realizadas pela ANCORME nas raças Merina Preta e Merina Branca entre 2015 e 2020, nomeadamente, sobre as seguintes características lanares:

1. Espessura da fibra de lã
2. Comprimento da fibra de lã
3. Peso do velo

A avaliação da espessura da fibra de lã resultou de uma observação visual da lã no animal a campo, sendo classificada como Merina Extra (1), Merina Fina (2), Merina Corrente (3) e Prima (4). O comprimento da fibra foi avaliado com base numa escala numérica utilizando uma régua graduada em centímetros (cm). O Peso do Velo (kg) foi obtido através de balanças com uma mínima divisão da escala de 50 gramas e que foram taradas para eliminar o peso do saco de pesagem. Todas estas características foram avaliadas em animais com pelo menos 12 meses de idade e que tenham tido pelo menos uma tosquia.

Com base em toda a informação disponível nos Livros Genealógicos das raças Merina Preta e Merina Branca, construiu-se um ficheiro de genealogias para cada uma das raças, a partir dos animais com registos de contrastes lanares e de tosquias e dos respetivos ascendentes e, a partir dos quais, se viria a definir as correspondentes matrizes de parentesco. Assim, para análise, ficou disponível a seguinte informação:

Tabela 7: Informação sobre a raça Merina Preta disponível para análise

Característica	Nº de registos	Nº de animais com registos	Nº de Criadores	Nº de animais na matriz de parentescos
Espessura da fibra de lã	16558	11573	42	20130
Comprimento da fibra de lã	11850	8990	40	
Peso do velo	4710	2677	6	

Tabela 8: Informação sobre a raça Merina Branca disponível para análise

Característica	Nº de registos	Nº de animais com registos	Nº de Criadores	Nº de animais na matriz de parentescos
Espessura da fibra de lã	12051	8479	26	15077
Comprimento da fibra de lã	12054	8481	26	
Peso do velo	3155	2161	4	

Nº Animais: 11573	Pai: 82,4	Avô P: 39,3	Bisavô P: 10,4
			Bisavó P: 26,9
		Avó P: 69,5	Bisavô P: 12,8
			Bisavó P: 51,5
	Mãe: 95,6	Avô M: 40,5	Bisavô M: 9,2
			Bisavó M: 27,4
		Avó M: 77,4	Bisavô M: 10,7
			Bisavó M: 48,6

Figura 18-Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Preta com registos sobre a espessura da fibra de lã

Nº Animais: 8990	Pai: 83,2	Avô P: 40,3	Bisavô P: 11,1
			Bisavó P: 27,7
		Avó P: 70,1	Bisavô P: 13,5
			Bisavó P: 52,2
	Mãe: 95,8	Avô M: 41,7	Bisavô M: 9,8
			Bisavó M: 27,7
		Avó M: 77,5	Bisavô M: 11,3
			Bisavó M: 48,7

Figura 19 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Preta com registos sobre o comprimento da fibra de lã

Nº Animais: 2677	Pai: 88.0	Avô P: 49,8	Bisavô P: 17,3
			Bisavó P: 34,1
	Mãe: 99,0	Avô P: 79,0	Bisavô P: 18,4
			Bisavó P: 66,3
	Avô M: 49,6	Bisavô M: 13,7	
		Bisavó M: 32,7	
Avó M: 86,9	Bisavô M: 16,4		
	Bisavó M: 60,4		

Figura 20 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Preta com registros sobre o peso do velo

Nº Animais: 8479	Pai: 100,0	Avô P: 84,6	Bisavô P: 47,3
			Bisavó P: 47,3
	Mãe: 100,0	Avô P: 84,6	Bisavô P: 71,1
			Bisavó P: 71,1
	Avô M: 95,4	Bisavô M: 43,8	
		Bisavó M: 43,8	
Avó M: 95,4	Bisavô M: 78,2		
	Bisavó M: 78,2		

Figura 21 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Branca com registros sobre a espessura da fibra de lã

Nº Animais: 8481	Pai: 100,0	Avô P: 84,6	Bisavô P: 47,3
			Bisavó P: 47,3
	Mãe: 100,0	Avô P: 84,6	Bisavô P: 71,1
			Bisavó P: 71,1
	Avô M: 95,3	Bisavô M: 43,7	
		Bisavó M: 43,7	
Avó M: 95,3	Bisavô M: 78,2		
	Bisavó M: 78,2		

Figura 22 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Branca com registros sobre o comprimento da fibra de lã

Nº Animais: 2161	Pai: 100.0	Avô P: 93.0	Bisavô P: 63.4
			Bisavô P: 63.4
		Avô P: 93.0	Bisavô P: 84.4
			Bisavô P: 84.4
	Mãe: 100.0	Avô M: 97.6	Bisavô M: 56.4
			Bisavô M: 56.4
		Avô M: 97.6	Bisavô M: 83.2
			Bisavô M: 83.2

Figura 23 - Nível de preenchimento (%) das genealogias dos animais da raça Merina Branca com registros sobre o peso do velo

A informação disponível sobre os contrastes lanares de cada raça foi inicialmente analisada com o PROC FREQ e o PROC GLM do SAS® 9.4 (SAS Institute Inc, 2019), com o objetivo de se obter as frequências e estatísticas descritivas de cada característica.

3.3 Estimativas de Parâmetros Genéticos, Efeitos Fixos e Predição de Valores Genéticos

As estimativas de parâmetros genéticos e efeitos fixos foram obtidas por máxima verosimilhança restrita, através do BLUP - Modelo Animal, em análises univariadas, com um critério de convergência de $\text{Var}[-2\log(L)] < 1 \times 10^{-9}$ (em que L representa a função de verosimilhança), utilizando-se para o efeito o programa MTDFREML (Boldman et al., 1995). O mesmo programa foi também utilizado para a predição de valores genéticos, utilizando-se os parâmetros obtidos nas análises referidas.

As características lanares (espessura da fibra de lã, comprimento da fibra de lã e peso do velo) foram submetidas a análise através de um modelo animal com registros repetidos [1], que tinha como efeitos aleatórios o efeito genético aditivo e ambiental permanente, que em notação matricial pode ser apresentado da seguinte forma:

$$y = Xb + Z_a a + Z_p p + e \quad [\text{modelo 1}]$$

em que:

y é o vetor de observações da respectiva característica em análise;

b é o vetor de efeitos fixos;

a é o vetor de efeitos genéticos aditivos;

p é o vetor de efeitos ambientais permanentes;

e é o vetor de efeitos residuais;

X , Z_a , Z_p , são matrizes de incidência conhecidas que, consoante o tipo de modelo, relacionam os efeitos fixos (b) e aleatórios (a e p) com o vetor de observações y .

Como efeitos fixos do referido modelo [1], usado nas três análises univariadas realizadas para cada raça, foram utilizados os seguintes fatores:

1. Exploração * Ano de contraste lanar
2. Mês do contraste lanar (Novembro a Junho)
3. Sexo do animal (M e F)
4. Idade do animal ao contraste (covariável linear e quadrática)

As matrizes de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios, considerados em análise univariada no modelo com registos repetidos [1] utilizado, podem ser representadas do seguinte modo:

$$\text{var} \begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix} \quad [\text{modelo 1}]$$

em que:

A é a matriz de parentesco, composta pelo numerador do coeficiente de parentesco de Wright, com a_{ij} correspondente ao coeficiente de parentesco entre os indivíduos i e j ;

I corresponde à matriz identidade em ordem ao número de animais com registros;

σ_a^2 = variância de efeitos genéticos;

σ_{pe}^2 = variância de efeitos ambientais permanentes;

σ_e^2 = variância residual;

Neste modelo com registros repetidos [1] a heritabilidade (h^2) e a repetibilidade (r_e) são obtidas a partir das seguintes expressões:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2} \qquad r_e = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_e^2}$$

Os erros padrão destes parâmetros foram estimados através do procedimento de Doderhoff et al. (1998), baseado no algoritmo de informação média de Johnson & Thompson (1995), que está atualmente incluído no programa MTDFREML, conforme descrito por Carolino (2006).

As estimativas dos parâmetros genéticos e as soluções para os efeitos fixos, valores genéticos e efeitos ambientais permanentes, no modelo com registros repetidos [1], podem ser obtidas a partir das equações do “Modelo Misto”, da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_a & X'Z_p \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1} & Z_a'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'Z_a & Z_p'Z_p + I\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_p'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad e \quad \gamma = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2}$$

Assim, o modelo utilizado foi o seguinte:

Comprimento da fibra de lã = efeitos fixos + valor genético + efeito ambiental permanente + erro

Diâmetro da fibra de lã

Peso do velo

IV- Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutem-se os principais resultados obtidos, separados por características avaliadas, nomeadamente a espessura e o comprimento da fibra de lã e o peso do velo.

4.1 Efeitos ambientais nas características lanares

4.1.1 *Merina Preta*

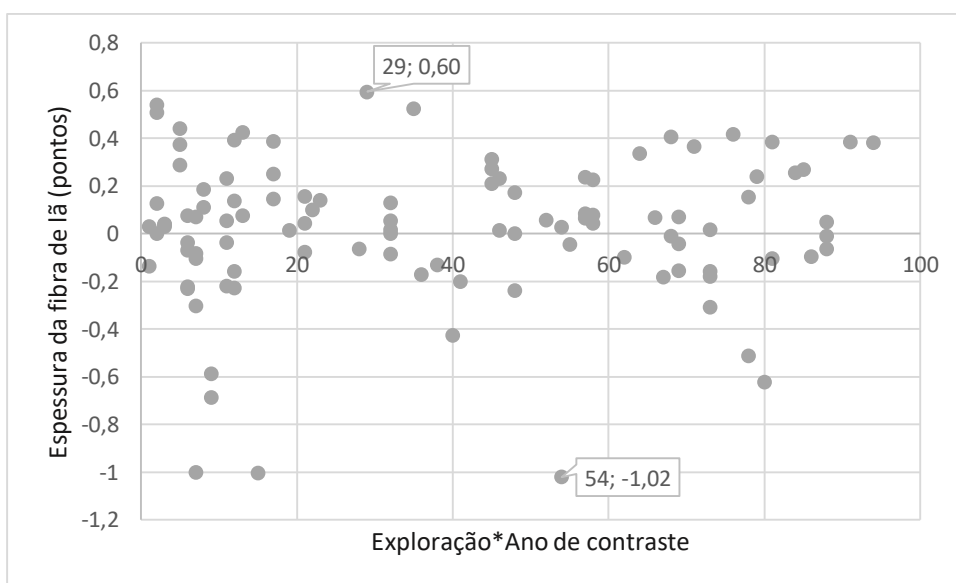
4.1.1.1 Espessura da fibra de lã

Foram analisados 16 558 registos de espessura da fibra de lã da raça Merina Preta, recolhidos entre 2015 e junho de 2020. A espessura da fibra de lã da raça Merina Preta apresenta um valor médio de $2,4 \pm 0,7$ pontos, ou seja, em média, correspondente a uma classificação de Merino Fino-Merino Corrente. A espessura da fibra de lã apresentou um coeficiente de variação de aproximadamente 28% (tabela 10).

Tabela 9: Estatísticas descritivas da espessura da fibra de lã na raça Merina Preta

Variável	Nº Registos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)	Mínimo	Máximo
Espessura da fibra de lã (pontos)	16 558	2,40	0,67	28,05	1,00	4,00
Idade à pontuação (meses)	16 558	51,98	27,55	52,99	12,00	121,02

O gráfico 2 representa a influência do efeito ambiental da Exploração*Ano de contraste na espessura da fibra de lã da raça Merina Preta, sendo possível observar uma grande variabilidade entre explorações e anos. A Exploração*Ano de contraste pode ter um efeito ambiental na espessura da fibra de lã entre -1.02, na exploração 54 no ano de 2019 e +0,60 pontos, na exploração 29 no ano de 2019.



*Gráfico 2- Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação na espessura da fibra de lã da raça Merina Preta*

No gráfico 3 apresenta-se o número de observações disponíveis de espessura da fibra de lã segundo o mês de contraste. Podemos constatar que, entre 2015 e 2020, os meses de junho, março e dezembro apresentam um maior número de observações de espessura.

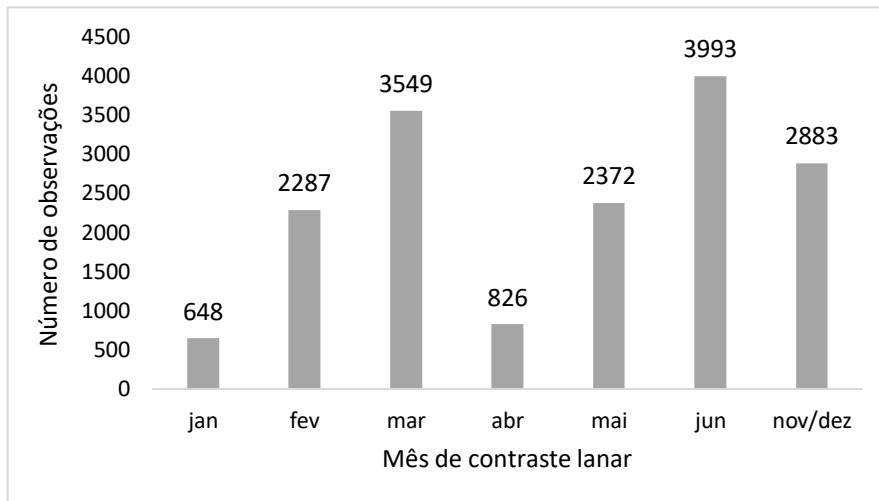


Gráfico 3: Número de observações de espessura da fibra de lã por mês de contraste - raça Merina Preta

No gráfico 4 apresenta-se o efeito do mês de observação na espessura da fibra de lã. Em média, animais contrastados entre fevereiro e maio têm menor espessura da fibra de lã, seguidos dos animais contratados em março. Animais contrastados em novembro e dezembro têm, em média, espessuras mais elevadas.

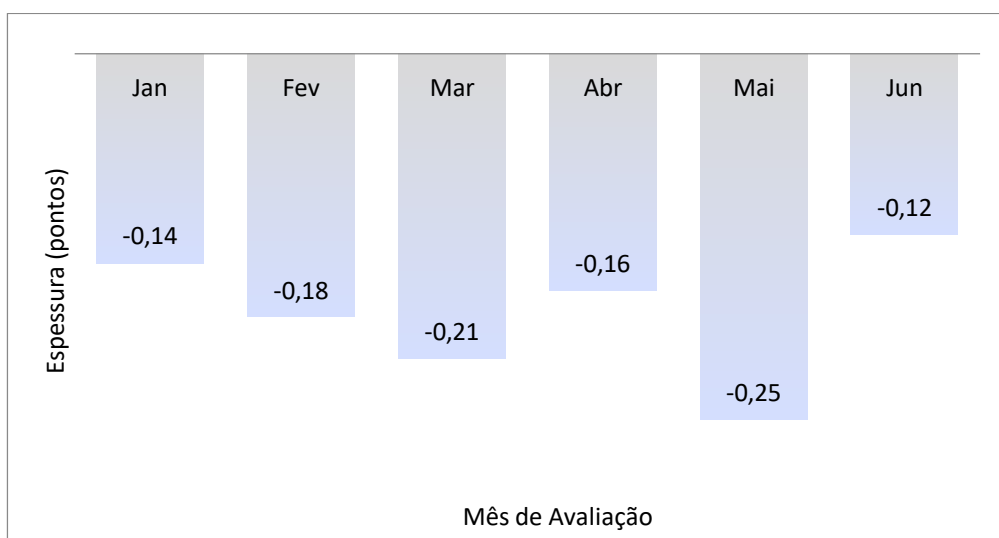


Gráfico 4-Efeito do mês de avaliação na espessura da fibra de lã na raça Merina Preta (expresso relativamente aos meses de novembro e dezembro)

No gráfico 5 observa-se que, do total das amostras observadas, 94,59% pertenciam a fêmeas e os restantes 5,41% a machos.

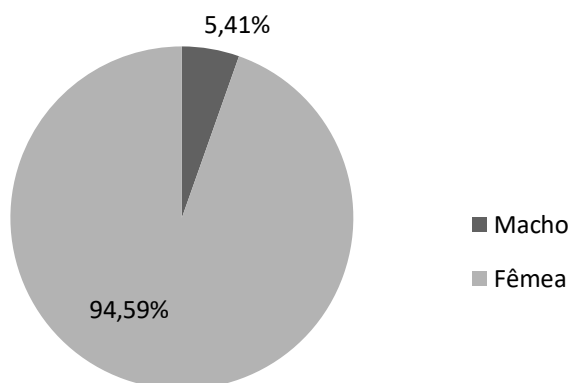


Gráfico 5: Número de registos da espessura da fibra de lã por sexo do animal - raça Merina Preta

Relativamente ao sexo do animal, os resultados demonstram que os machos, em média (2,45 pontos), apresentam uma espessura da fibra da lã semelhante à das fêmeas (2,40 pontos) (tabela 10).

Tabela 10: Número de registos da espessura da fibra de lã por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Preta

Sexo	Nº registos	Média da espessura da fibra de lã (pontos)
Macho	896	2,45
Fêmea	15 662	2,40

A idade média dos animais no momento da avaliação foi de aproximadamente 52 ± 27.5 meses, ou seja, cerca 4.5 anos, com um coeficiente de variação de 53%. Destes animais, o mais novo apresentava 1 ano (12 meses) de idade e o mais velho 10 anos (121.02 meses) de idade, o que demonstra a longevidade desta raça.

No gráfico 6 podemos constatar que a espessura da fibra de lã tende a aumentar com a idade do animal. Assim, em média, um animal com cerca de 10 anos de idade tem um diâmetro da fibra cerca de 0,30 pontos superior ao de um animal com um ano de idade.

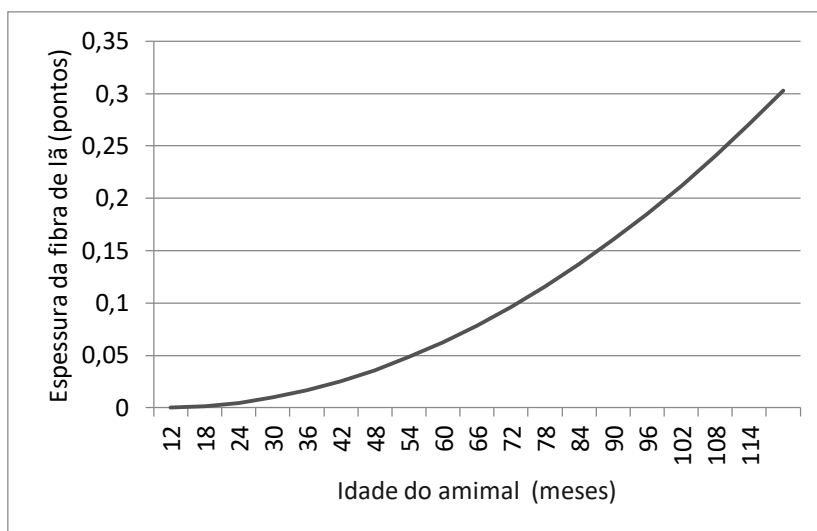


Gráfico 6: Efeito da idade em animais da raça Merina Preta na espessura da fibra de lã

4.1.1.2 Comprimento da fibra de lã

Na análise do comprimento da fibra da lã da raça Merina Preta foram utilizados 11850 registos (tabela 11). A média das idades dos animais no momento da avaliação foi de aproximadamente $51,90 \pm 27,50$ meses, com um coeficiente de variação de 52,98%. Destes animais, o mais novo apresentava 1 ano (12 meses) de idade e o mais velho 10 anos (120,99 meses) de idade. O comprimento da fibra de lã na raça Merina Preta apresentou uma média de $7,94 \pm 1,62$ cm, com um coeficiente de variação de 20,41%.

Tabela 11: Estatísticas descritivas do comprimento da fibra de lã na raça Merina Preta

Variável	Nº Registos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)	Mínimo	Máximo
Comprimento (cm)	11 850	7,94	1,62	20,41	1,00	15,00
Idade à Pontuação (meses)	11 850	51,88	27,48	52,98	12,00	120,99

O gráfico 7 representa a influência do Exploração*Ano de contraste no comprimento da fibra de lã. Constata-se que o efeito do Exploração*Ano de contraste resulta em variações de comprimento de fibra entre -4,51 cm (exploração 15, ano de 2016) e +2,51 cm (exploração 94, ano de 2019) em relação à média do comprimento da fibra.

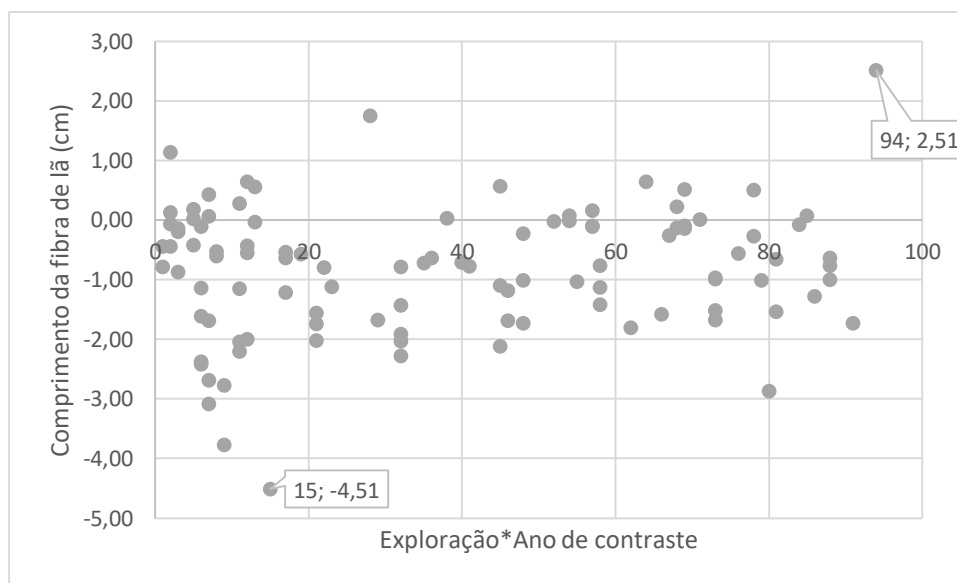


Gráfico 7-Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação no comprimento da fibra de lã da raça Merina Preta

Foram analisados 11 850 registos do comprimento lanar de animais de raça Merina Preta, recolhidos desde 2015 até junho de 2020. A distribuição mensal da informação sobre o comprimento da fibra de lã é praticamente idêntica à da espessura da fibra de lã, uma vez que estes dois parâmetros são normalmente recolhidos em cada contraste lanar. Assim, a

maioria dos registos foram obtidos nos meses de março e junho (gráfico 8). O facto do número de observações em abril ser diminuto deve-se à distribuição dos serviços por parte da ANCORME, sendo abril reservado para os trabalhos de inscrição dos animais no Livro de Adultos, levando a que a maioria das observações se realize nos restantes meses.

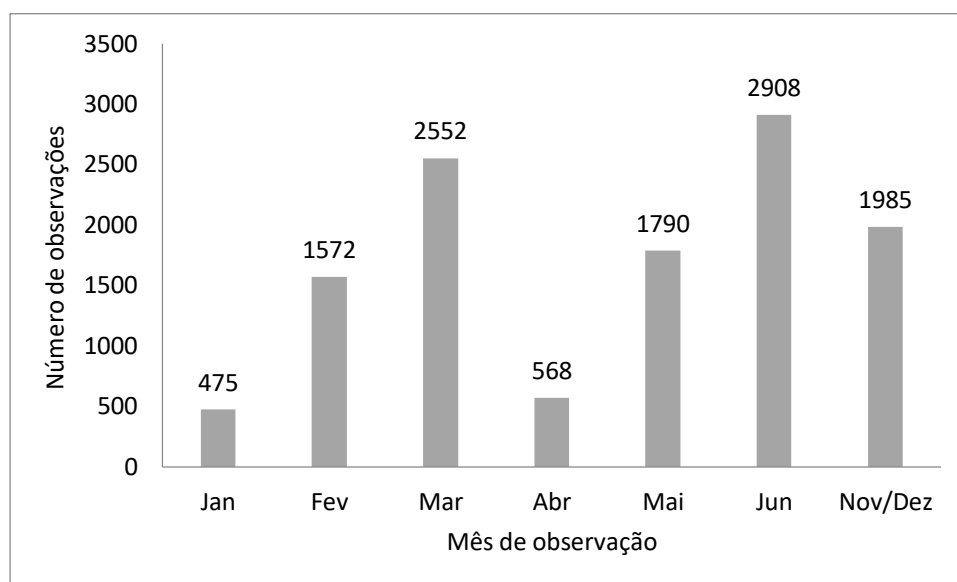


Gráfico 8: Número de observações do comprimento da fibra de lã por mês de contraste na raça Merina Preta

O comprimento da fibra foi mais elevado em animais avaliados no mês de abril, com uma tendência para diminuir à medida que avança a data do contraste, observando-se valores mais baixos em animais controlados nos meses de janeiro e fevereiro (gráfico 9).

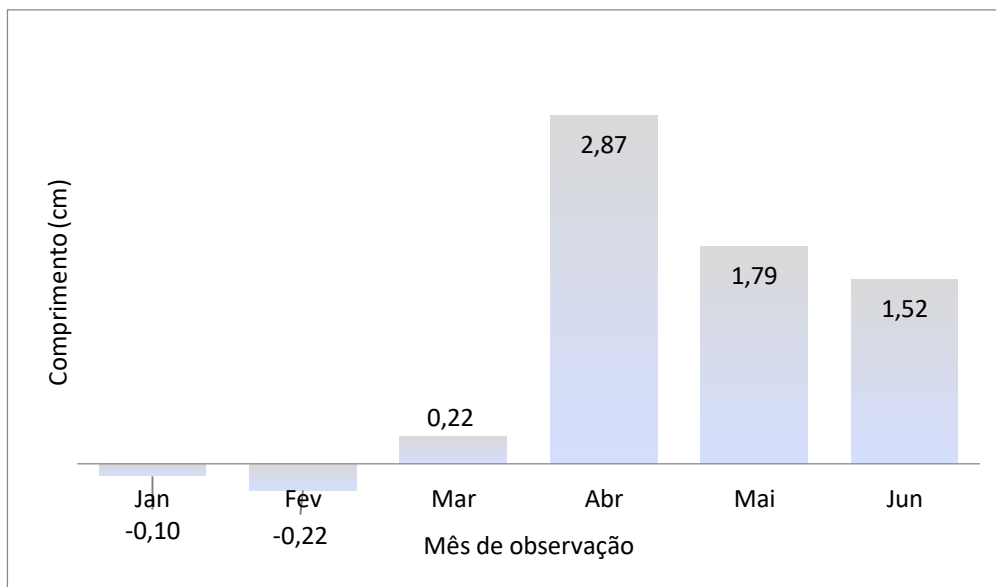


Gráfico 9: Efeito do mês de observação no comprimento da fibra de lã em animais da raça Merina Preta (expresso relativamente aos meses de novembro e dezembro).

Das 11 850 observações disponíveis, 94,6% foram realizadas em fêmeas e 5,4% realizadas em machos (gráfico 10).

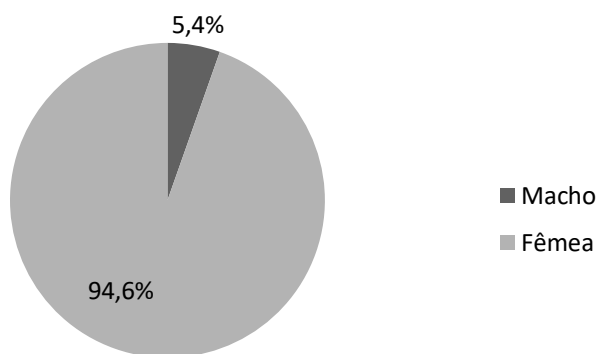


Gráfico 10: Número de registos do comprimento da fibra de lã por sexo do animal

Relativamente ao sexo do animal, os resultados demonstram que os machos, em média, apresentam um comprimento da fibra de lã superior ao das fêmeas (8,25 cm nos machos comparativamente a 7,92 cm nas fêmeas) (tabela 12).

Tabela 12: Número de registos do comprimento da fibra por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Preta.

Sexo	Nº registos	Média do comprimento (cm)
Macho	640	8,25
Fêmea	11 210	7,92

Através do gráfico 11, é possível concluir que animais contrastados mais velhos apresentam menor comprimento da fibra de lã. Ainda que as diferenças do comprimento da fibra de lã devido à idade do animal não sejam elevadas (inferior a 0,8 cm), na raça Merina Preta há uma tendência para o comprimento da fibra de lã diminuir com a idade.

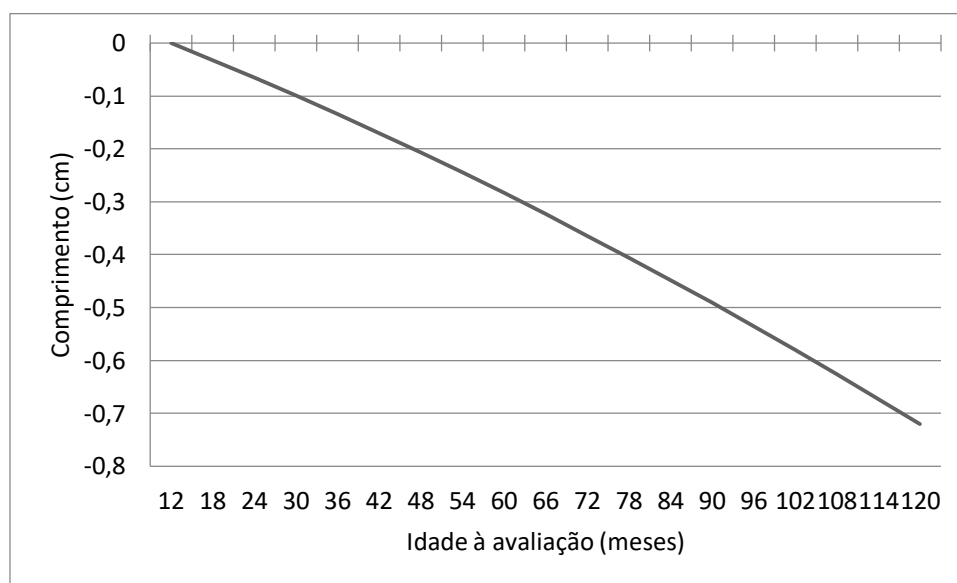


Gráfico 11: Efeito da idade do animal da raça Merina Preta no comprimento da fibra de lã

4.1.1.3 Peso do velo

Na tabela 13 podemos verificar que foram analisados 4 710 registos de peso do velo na raça Merina Preta. A média de idades dos animais, no momento da avaliação dos velos, foi de $50,77 \pm 25,80$ meses, com um coeficiente de variação de 50,83%. Destes animais, o mais novo com registo de peso do velo apresentava 1 ano (12 meses) de idade e o mais velho 119,84 meses de idade. A média do peso do velo foi de $2,31\text{kg} \pm 0,60$ kg, com um coeficiente de variação de 26,18%.

Tabela 13: Estatísticas descritivas do peso do velo na raça Merina Preta

Variável	Nº registos	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de variação (%)	Mínimo	Máximo
Peso do velo (kg)	4 710	2,31	0,60	26,18	0,50	5,40
Idade à pontuação (meses)	4 710	50,77	25,80	50,83	13,25	119,84

O gráfico 12 apresenta-se a influência ambiental da Exploração*Ano de contraste no peso do velo, sendo bem patente as diferenças entre anos e explorações. Como situações extremas, a exploração 48 em 2017, apresentou um efeito ambiental positivo de +0,87 kg no peso do velo da raça Merina Preta, enquanto que a exploração 73 em 2019, apresentou um efeito negativo de -0,42 kg.

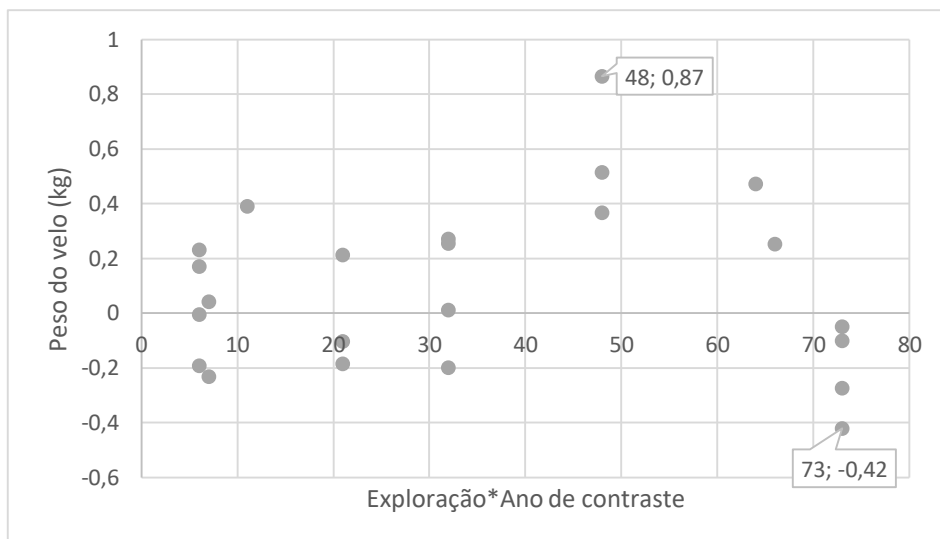


Gráfico 12- Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação no peso do velo da raça Merina Preta

O peso de velo foi obtido logo após a tosquia dos animais. Assim sendo, as pesagens efetuadas entre 2017 e 2020 foram registradas durante os meses de maio e de junho, mas com maior frequência neste último mês (gráfico 13).

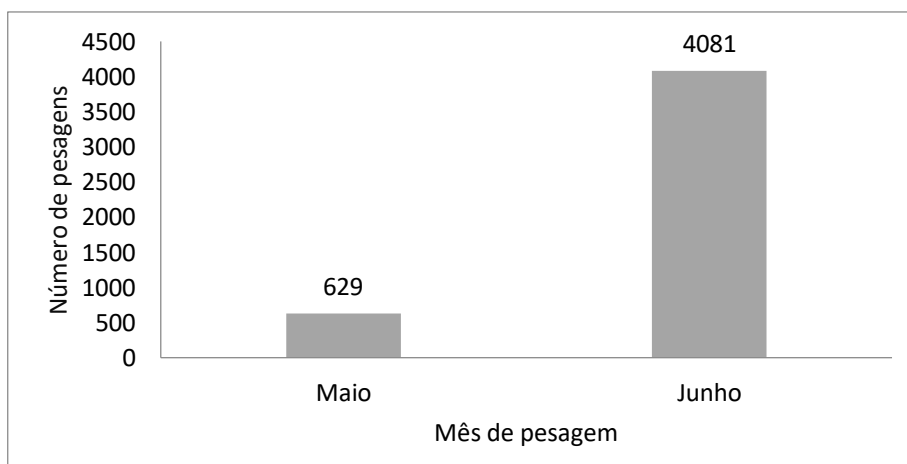


Gráfico 13: Distribuição do número de velos pesados por mês de observação em animais da raça Merina Preta.

O efeito ambiental do mês de pesagem no peso do velo, apresentado no gráfico 14, permite concluir que os velos pesados no mês de junho apresentaram, em média, menos 0,11Kg do que os velos pesados no mês de maio.

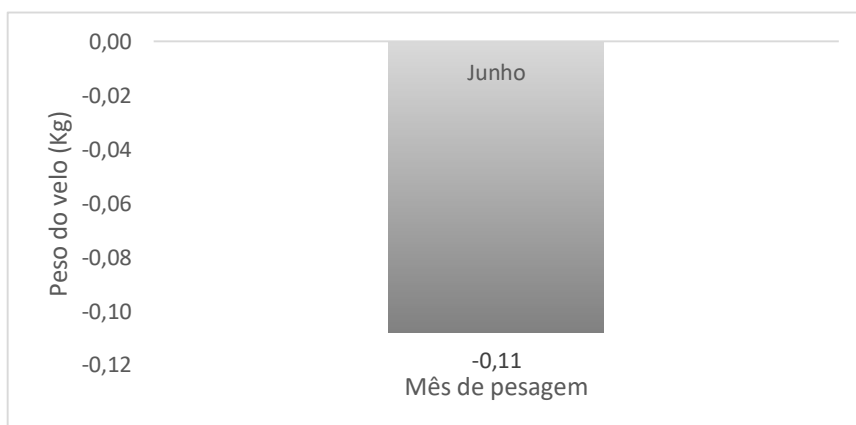


Gráfico 14- Efeito do mês de pesagem no peso do velo dos animais da raça Merina Preta (diferencial junho-maio)

No total, foram pesados 4 710 velos, 96% dos quais pertencentes a fêmeas da raça Merina Preta e apenas 4% a machos (gráfico 15).

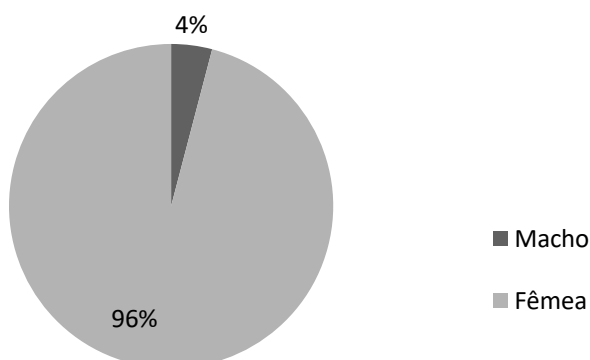


Gráfico 15: Número de registos de peso de velo por sexo do animal - raça Merina Preta.

Foram analisados os velos de 192 machos e 4 518 fêmeas da raça Merina Preta, sendo a média do peso do velo superior nos machos desta raça (3,20 kg, em comparação com 2,27 kg nas fêmeas) (tabela 14).

Tabela 14: Número de registos do peso do velo por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Preta.

Sexo	Nº registos	Média do peso do velo
------	-------------	-----------------------

		(Kg)
Macho	192	3,20
Fêmea	4518	2,27

A relação do peso do velo com a idade do animal evidencia que uma relação quadrática em que, animais mais velhos apresentam pesos de velo inferiores a animais mais novos (gráfico 16).

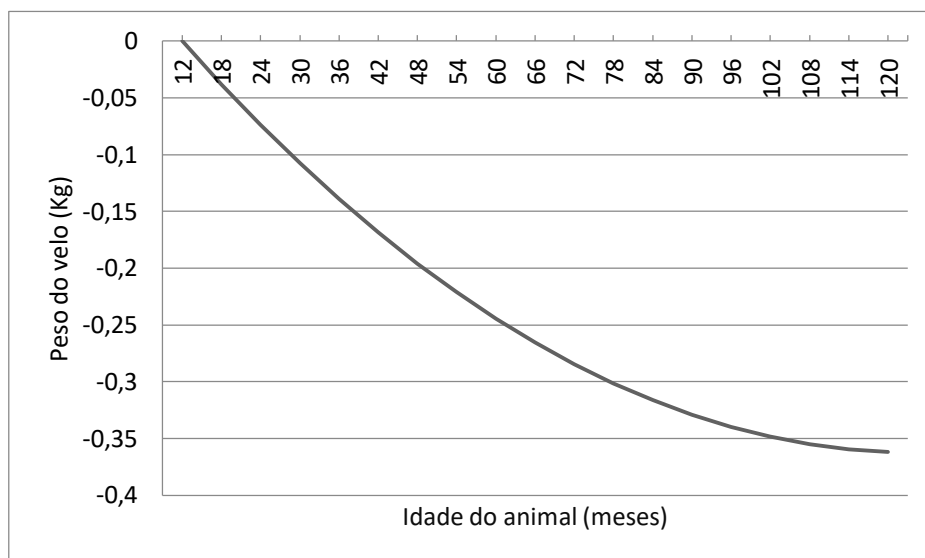


Gráfico 16: Efeito da idade do animal no peso do velo na raça Merina Preta

4.1.2 Merina Branca

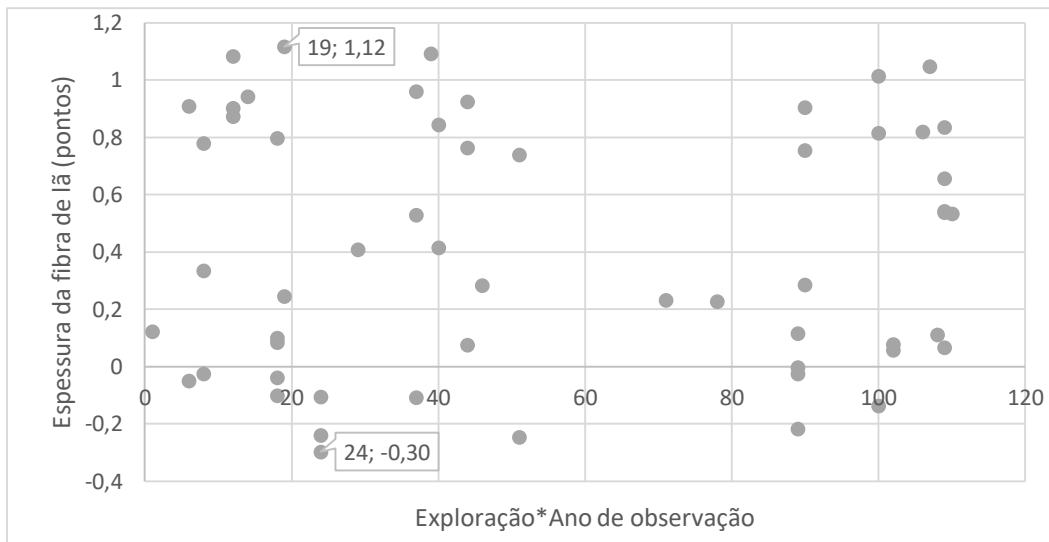
4.1.2.1 Espessura da fibra de lã

Foram analisados 12 051 registos de espessura da fibra de lã da raça Merina Branca, recolhidos ao longo de 5 anos de contrastes lanares (2015 a junho de 2020) (tabela 15). A idade média dos animais observados no momento da avaliação foi de 52.09 ± 27.55 meses, com um coeficiente de variação de 52,9%. Dos animais contrastados, o mais jovem apresentava 12 meses de idade no momento de avaliação e o mais velho apresentava, aproximadamente, 120 meses. A espessura da fibra de lã apresentou uma média de $2,16 \pm 0,68$ pontos, ou seja, uma classificação correspondente à de Merino Fino. Os registos de espessura avaliados apresentaram um coeficiente de variação de 31,44%.

Tabela 15: Estatísticas descritivas da espessura da fibra de lã na raça Merina Branca.

Variável	Nº registos	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)	Mínimo	Máximo
Espessura da fibra de lã (pontos)	12 051	2,16	0,68	31,44	1	4
Idade à pontuação (em meses)	12 051	52,09	27,55	52,90	12	120,82

O gráfico 17 representa a influência do Exploração*Ano de contraste na espessura da fibra de lã. Através da análise do mesmo pode-se constatar que, diferentes explorações em anos diferentes podem exercer um efeito positivo ou negativo muito diverso na espessura da fibra de lã. Por exemplo, a exploração 19, no ano de 2016 teve um efeito ambiental positivo de + 1,12 pontos na espessura da fibra de lã, enquanto que a exploração 24 no ano de 2020 teve um efeito ambiental negativo de -0,30 pontos.



*Gráfico 17 - Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação na espessura da fibra de lã da raça Merina Branca*

O gráfico 18 demonstra o número de observações de espessura da fibra de lã recolhidas em animais da raça Merina Branca por mês de contraste. Podemos verificar que maio foi o mês em que se registou um maior número de observações (desde 2015 até 2020) e que novembro e dezembro foram os meses com menor número de amostras.

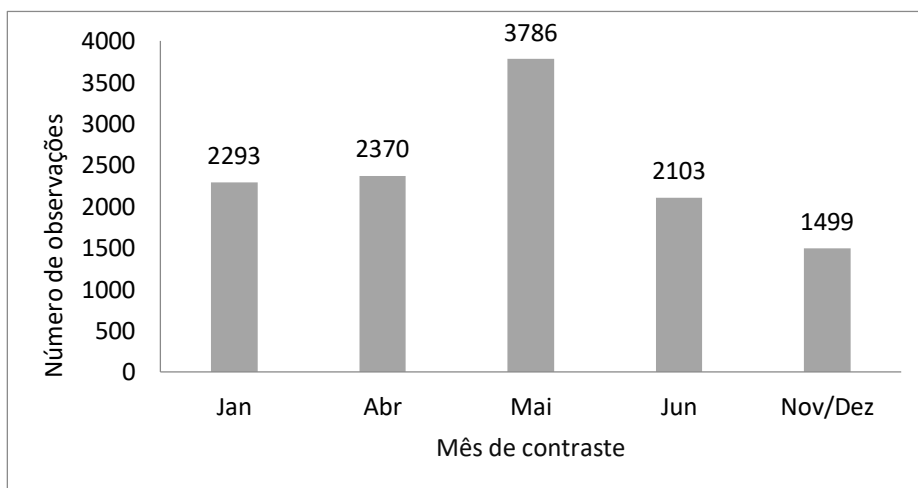


Gráfico 18: Número de observações de espessura da fibra de lã por mês de contraste - raça Merina Branca.

O mês da avaliação também tem um efeito na espessura da fibra de lã dos animais da raça Merina Branca (gráfico 19), constatando-se que animais avaliados a partir de maio, em média, tem valores entre 0,50 e 0,70 pontos mais elevados do que animais contrastados em meses anteriores, entre Novembro a Abril

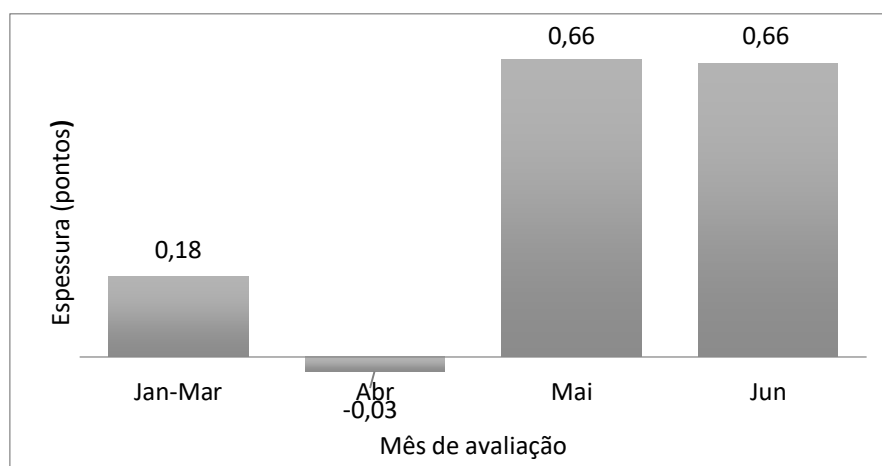


Gráfico 19- Efeito do mês de avaliação na espessura da fibra de lã na raça Merina Branca (expresso relativamente aos meses de novembro e dezembro)

Do total de observações recolhidas sobre a espessura da fibra de lã na raça Merina Branca, ao longo dos cinco anos de contrastes, 92,1% foram efetuadas em fêmeas e somente 7,9% em machos (gráfico 20).

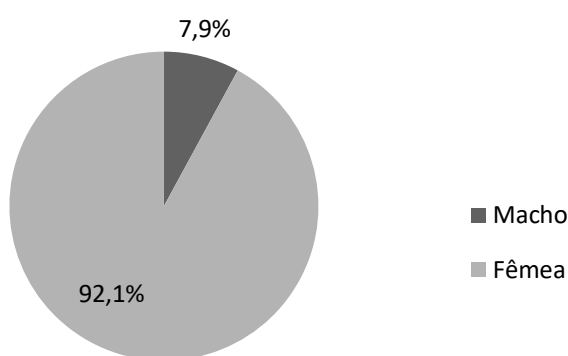


Gráfico 20: Número de registos de espessura da fibra de lã por sexo do animal - raça Merina Branca

Os resultados apresentados na tabela 16 demonstram que a espessura de fibra de lã nos machos (2,23 pontos), em média, foi superior às das fêmeas (2,15 pontos). Observa-se ainda que foram analisados 956 registos de machos e 11 095 registos de fêmeas.

Tabela 16: Número de registos da espessura da fibra por sexo e respectivas médias em animais da raça Merina Branca.

Sexo	Nº registos	Média da espessura da fibra (pontos)
Macho	956	2,23
Fêmea	11 095	2,15

Como se pode constatar através do gráfico 21, a idade do animal no momento da avaliação apresenta um efeito quadrático na espessura da fibra de lã. Contrariamente aos resultados obtidos na raça Merina Preta, na raça Merina Branca, animais avaliados mais novos e mais velhos apresentaram espessuras de fibra de lã superiores. À medida que a idade à avaliação aumenta, a espessura da fibra de lã tende a diminuir, até aproximadamente aos 6 anos (72 meses) e, a partir desta idade, a espessura da fibra tende a aumentar.

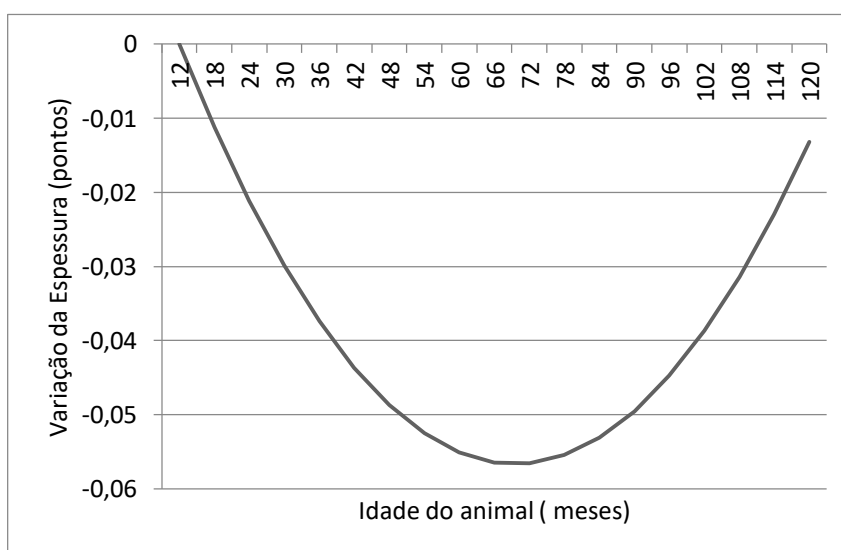


Gráfico 21: Efeito da idade de animais da raça Merina Branca na espessura da fibra de lã

4.1.2.2 Comprimento da fibra de lã

A média de idades no momento da avaliação dos animais observados foi de aproximadamente $52,09 \pm 27,52$ meses, com um coeficiente de variação de 52,90%. Destes animais, o mais novo amostrado apresentava 1 ano (12 meses) de idade e o mais velho 10 anos (120,82 meses) de idade. A média do comprimento foi de $8,57 \pm 1,68$ cm, com um coeficiente de variação de 19,61 % (tabela 17).

Tabela 17 : Estatísticas descritivas do comprimento da fibra na raça Merina Branca

Variável	Nº Registos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação (%)	Mínimo	Máximo
Comprimento (cm)	12 054	8,57	1,68	19,61	2	15
Idade à pontuação (meses)	12 054	52,09	27,52	52,90	12	120,82

No gráfico 22 está exposto o efeito ambiental da Exploração*Ano de contraste no comprimento da fibra de lã da raça Merina Branca. A Exploração*Ano de contraste pode ter um efeito ambiental no comprimento da fibra de lã bastante diversificado, sendo este maior na exploração 110, no ano de 2016 (+4,48 cm).

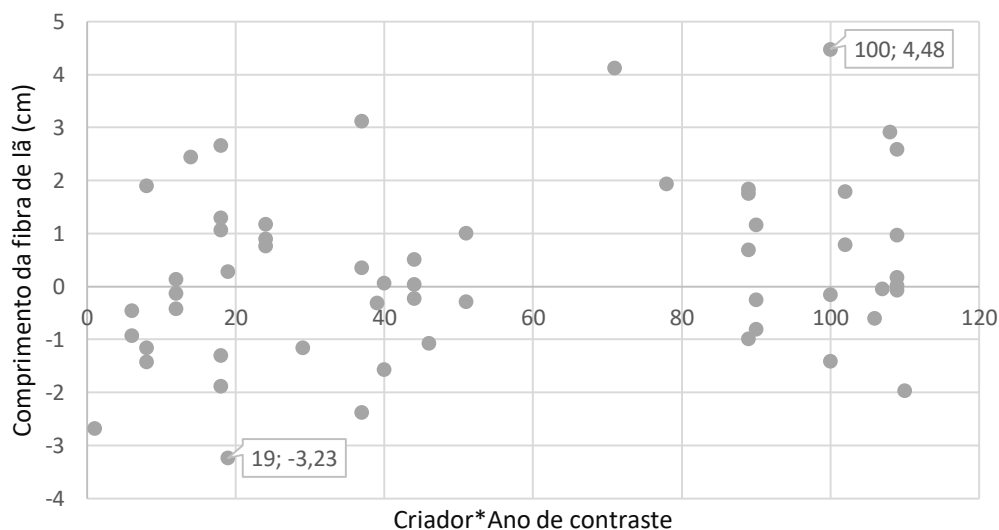


Gráfico 22 -Efeito ambiental da Exploração*Ano de contraste no comprimento da fibra de lã da raça Merina Branca

Desde o ano de 2015 e até junho de 2020 foram registradas 12 054 observações do comprimento da fibra de lã. A distribuição mensal da informação disponível (gráfico 23) evidencia que o maior número de observações foi registrado no mês de maio.

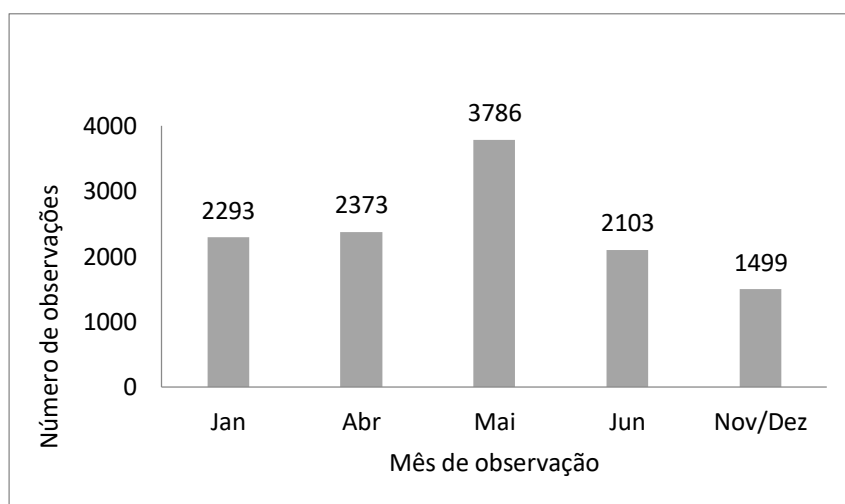


Gráfico 23: Número de observações de comprimento da fibra por mês de observação - raça Merina Branca.

Relativamente ao mês de observação e comparativamente aos meses de novembro e dezembro, podemos constatar, através do gráfico 24, que o comprimento da fibra foi superior em animais contrastados em abril (+2,34 cm) e animais avaliados no mês de junho apresentaram valores mais reduzidos (-0,51 cm).

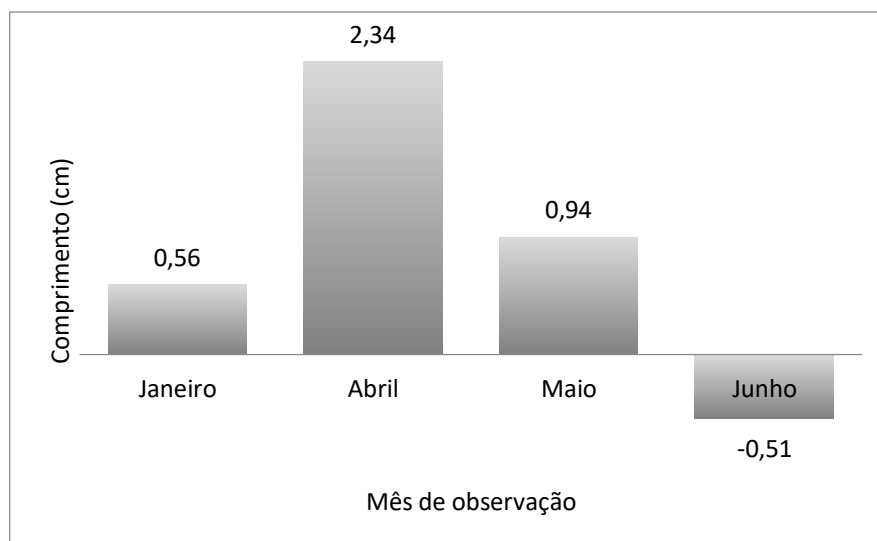


Gráfico 24: Efeito do mês de observação no comprimento da em animais da raça Merina Branca

Para a análise do comprimento da fibra da raça Merina foram assim utilizados 12 054 registos. A grande maioria das observações do comprimento da fibra disponíveis na raça Merina Branca foram obtidas em fêmeas (92,10%) e apenas 7,90% foram realizadas em machos (gráfico 25).

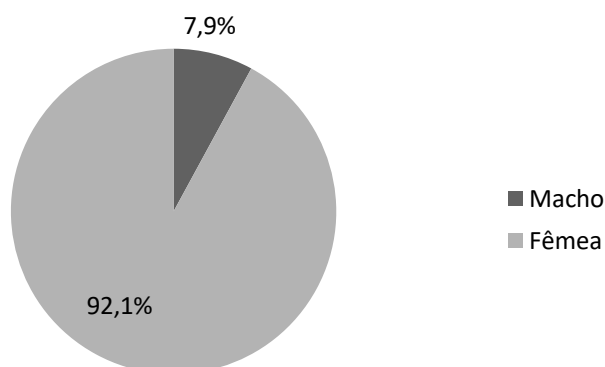


Gráfico 25: Número de registos de comprimento da fibra lanar - raça Merina Branca por sexo do animal.

Das 12 054 amostras analisadas, 956 pertenciam a machos e 11 098 a fêmeas. O comprimento da fibra foi superior em machos (8,85 cm) e inferior nas fêmeas (8,55 cm) (tabela 18).

Tabela 18: Número de registos do comprimento da fibra por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Branca

Sexo	Nº registos	Média do comprimento da fibra (cm)
Macho	956	8,85
Fêmea	11 098	8,55

Tal como na raça Merina Preta, o comprimento da fibra de lã nos animais da raça Merina Branca diminuiu com o aumento da idade do animal (gráfico 26).

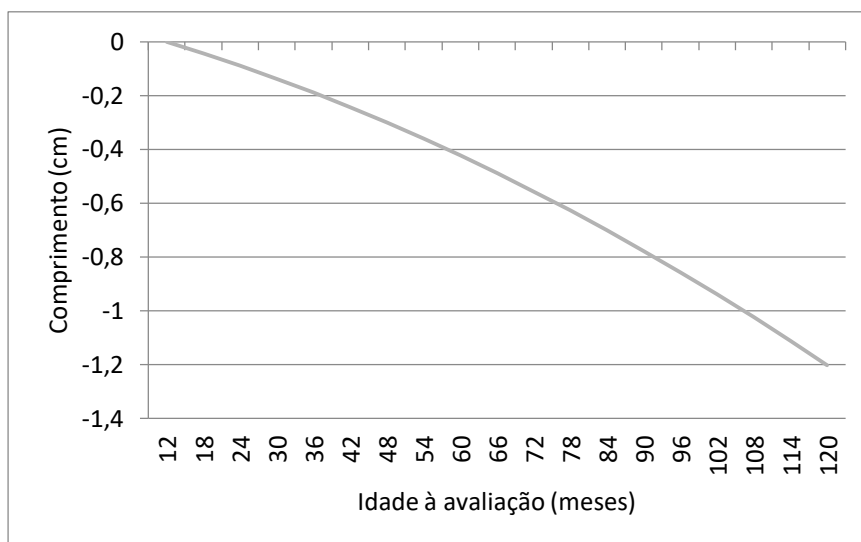


Gráfico 26: Variação do comprimento da fibra em função da idade nos animais da raça Merina Branco

4.1.2.3 Peso do Velo

A média de idades dos animais, no momento da avaliação dos velos, foi de aproximadamente $56,66 \pm 25,87$ meses, com um coeficiente de variação de 46,49%. Destes animais, o mais novo amostrado apresentava 13,55 meses de idade e o mais velho 119,38 meses de idade. A média do peso do velo foi de $2,36 \pm 0,50$ kg, com um coeficiente de variação de 21,09% (tabela 19).

Tabela 19: Estatísticas descritivas do peso do velo em animais da raça Merina Branca.

Variável	Nº Registos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação (%)	Mínimo	Máximo
Peso do velo (Kg)	3 155	2,36	0,50	21,09	0,90	4,30
Idade à pontuação (meses)	3 155	55,66	25,87	46,49	13,55	119,38

O gráfico 27 representa a variação do peso do velo (relativamente ao valor médio) consoante a Exploração* Ano de contraste. Através da análise do mesmo podemos constatar que a exploração 8 foi a que obteve o maior peso do velo, no ano de 2018, com uma variação positiva de 0,45 kg relativamente à média obtida. Já a exploração 89, no ano de 2019, obteve o menor peso de velo registado, com uma variação de -0,26 face à média.

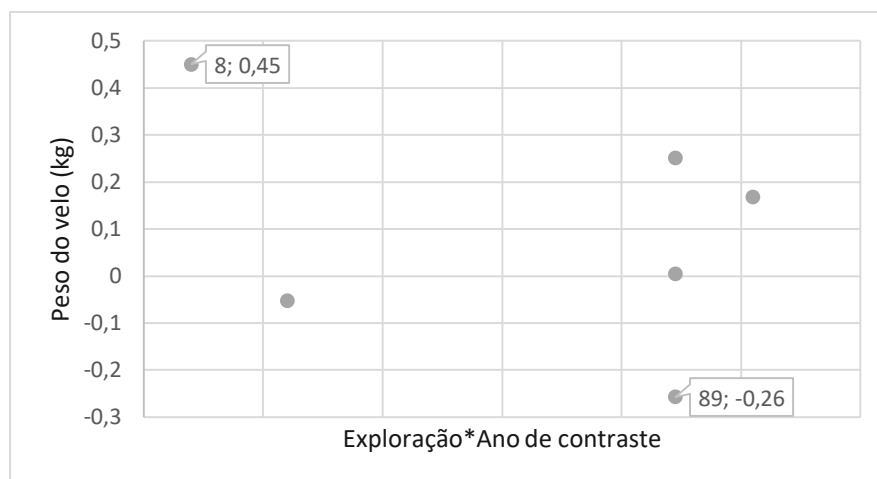


Gráfico 27 - Efeito ambiental da Exploração*Ano de observação no peso do velo da raça Merina Branca.

O gráfico 28 representa a distribuição do número de pesagens, por mês de observação, em animais da raça Merina Branca. Através da análise do mesmo, podemos concluir que foram efetuadas pesagens nos meses de maio e junho (de 2017 a 2020), tendo este último mês um maior número de pesagens efetuadas (2 050).

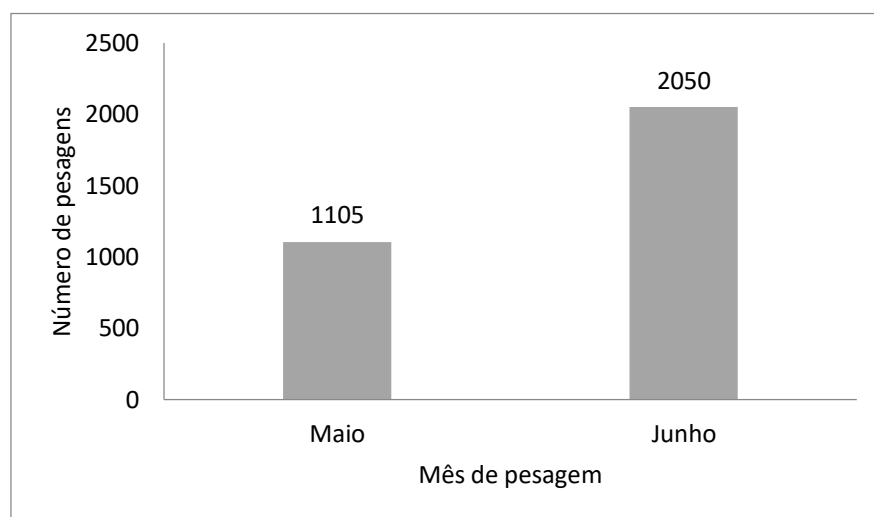


Gráfico 28: Distribuição do número de pesagens por mês de observação em animais da raça Merina Branca.

Na raça Merina Branca observou-se que o mês de pesagem do velo não teve influência sobre o peso do velo, uma vez que os animais observados no mês de maio e os animais observados no mês de junho não diferiam entre si quanto a esta característica.

Foram efetuadas 3 155 pesagens, sendo que 95,90% dos velos pesados pertenciam a fêmeas, e 4,10% a machos da raça Merina Branca (gráfico 29).

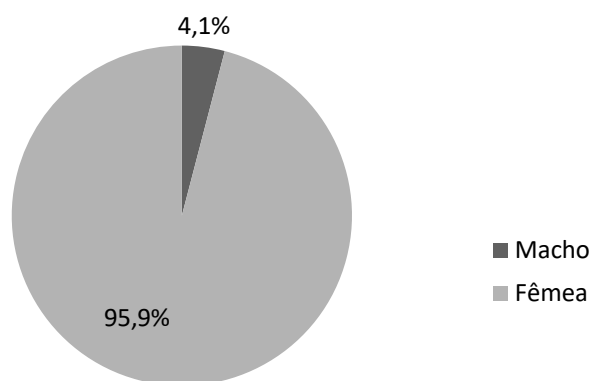


Gráfico 29: Número de registos de peso do velo por sexo do animal em animais da raça Merina Branca.

Foram avaliados 3 155 (n) velos de animais da raça Merina Branca entre os anos de 2017 e 2020. Foram pesados os velos de 128 machos e de 3 027 fêmeas da raça Merina Branca. A média do peso do velo registada para os machos foi de 3,01 kg, sendo superior à das fêmeas (2,33 kg) (tabela 20).

Tabela 20: Número de registos da espessura da fibra de lã por sexo e respetivas médias em animais da raça Merina Branca.

Sexo	Nº registos	Média (kg)
Macho	128	3,01
Fêmea	3 027	2,33

Tal como nos animais da raça Merina Preta, os animais da raça Merina Branca, quanto mais velhos são, menor o peso do velo que produzem (gráfico 30).

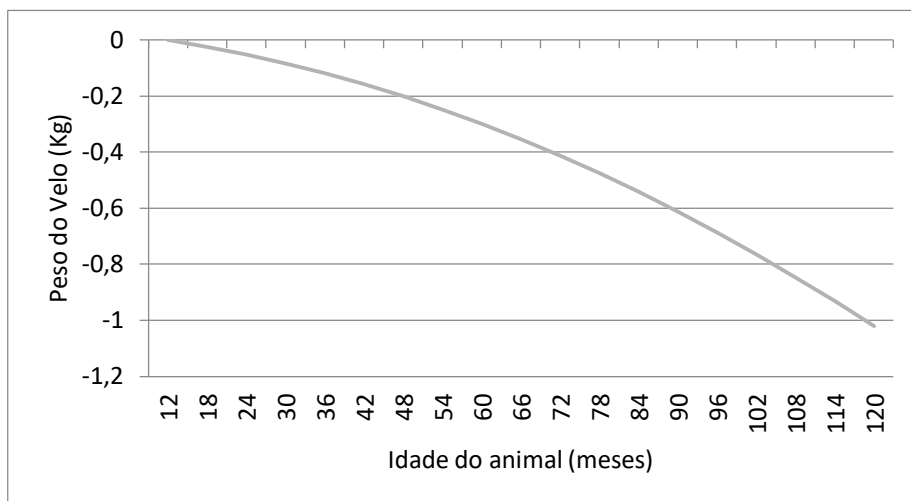


Gráfico 30: Efeito da idade do animal no peso do velo na raça Merina Branca

4.2 Parâmetros Genéticos e Ambientais das características lanares

As estimativas os parâmetros genéticos e ambientais das características lanares estudadas encontram-se descritos na tabela 21.

Tabela 21: Parâmetros genéticos e ambientais da espessura e comprimento da fibra de lã e peso do velo na raça Merina Preta e Merina Branca.

	Espessura da fibra de lã		Comprimento da fibra de lã		Peso do velo	
	Merina Preta	Merina Branca	Merina Preta	Merina Branca	Merina Preta	Merina Branca
Variância genética (σ_a^2)	0,13	0,14	0,34	0,26	0,08	0,07
Variância ambiental permanente (σ_{pe}^2)	0,08	0,03	0,16	0,11	0,05	0,04
Variância ambiental (σ_e^2)	0,23	0,24	0,76	0,67	0,12	0,08
Variância fenotípica (σ_p^2)	0,44	0,41	1,27	1,04	0,24	0,19
Heritabilidade (h^2)	0,29 $\pm 0,02$	0,34 $\pm 0,02$	0,27 $\pm 0,02$	0,25 $\pm 0,02$	0,31 $\pm 0,04$	0,37 $\pm 0,04$
Efeito ambiental permanente (c^2)	0,19 $\pm 0,02$	0,06 $\pm 0,02$	0,13 $\pm 0,02$	0,11 $\pm 0,02$	0,12 $\pm 0,03$	0,22 $\pm 0,04$
Repetibilidade (r_e)	0,48 $\pm 0,01$	0,40 $\pm 0,01$	0,40 $\pm 0,02$	0,36 $\pm 0,02$	0,52 $\pm 0,02$	0,59 $\pm 0,02$
Coefficiente de variação genético ($CV_a = \sigma_a / média$)	15,00%	17,20%	7,60%	6,00%	12,20%	10,00%

As estimativas da heritabilidade dos diversos caracteres lanares em estudo foram intermédias, entre 0,25, para o comprimento da fibra de lã na raça MB e 0,37 para o peso do velo na raça MP.

A estimativa da heritabilidade da espessura da fibra de lã foi mais elevada na raça MB (0,34 $\pm 0,02$) do que na raça MP (0,29 $\pm 0,02$), bem como o peso do velo (0,37 $\pm 0,04$ no MB e 0,31 $\pm 0,04$ no MP), enquanto que a estimativa da heritabilidade do comprimento da fibra foi mais elevada na raça MP (0,27 $\pm 0,02$) do que na raça MB (0,25 $\pm 0,02$).

As estimativas do efeito ambiental permanente variaram entre 0,06 e 0,22 para a espessura da fibra de lã na MB e para o peso do velo na MB. Consequentemente, a estimativa da repetibilidade variou entre 0,36 para o comprimento da fibra de lã na raça MB e 0,59 para o peso do velo também no MB. A estimativa do coeficiente de variação de genético variou entre aproximadamente 6% e 17%, respetivamente para o comprimento da fibra de lã e para a espessura da fibra de lã no MB.

4.3 Discussão

4.3.1 Espessura da fibra de lã

A espessura da fibra de lã é uma das características mais importantes na determinação do seu valor comercial (Mahar, 2009; Holman & Malau-Aduli, 2012; Baba et al, 2020).

Através da análise dos dados recolhidos entre o ano de 2015 e junho de 2020, foi obtida uma média de diâmetro da fibra de lã para a raça Merina Preta de $2,40 \pm 0,67$ pontos, sendo de $2,16 \pm 0,68$ para a raça Merina Branca.

Na Avaliação Genética da Raça Ovina Merina Preta de 2020, publicada pelo INIAV em 2020, em que foram incluídos 11 888 registos de espessura da lã, foi constatada uma média de $2,60 \pm 0,67$ pontos (Carolino et al.,2020a). Na Avaliação Genética da Raça Ovina Merina Branca, publicada em novembro de 2020, os resultados médios para a espessura da fibra de lã em ovinos desta raça foram de $2,84 \pm 0,67$ pontos. Nesta avaliação foram incluídos 8 887 animais (Carolino, et al.,2020b).

Num estudo efetuado por Plowman et al.,em 2018, foi avaliado o diâmetro da fibra de 15 animais da raça Merina Branca e 15 animais da raça Merina Preta, concluindo-se que os diâmetros da fibra destas duas raças eram muito semelhantes, rondando os 25 μm [Merino Corrente (classificação de 3 na escala utilizada pela ANCORME)]. As diferenças obtidas neste trabalho entre as raças Merina Branca e Merina Preta, relativamente ao diâmetro da fibra, podem dever-se aos programas de melhoramento implementados na raça Merina Branca. Tais diferenças poderão também residir no facto de o número de observações do estudo de Plowman et al. (2018) (15 animais da raça Merina Preta e 15 animais da raça

Merina Branca) ser muito inferior ao deste trabalho (16 558 animais da raça Merina Preta e 12 051 animais da raça Merina Branca).

As estimativas da heritabilidade para a espessura da fibra de lã obtidas neste trabalho foram de $0,29 \pm 0,02$ para a raça Merina Preta e $0,34 \pm 0,02$ para a raça Merina Branca. Segundo Wuliji et al. (2001), em estudo efetuado com ovinos Merinos na Nova Zelândia, o valor da heritabilidade para o diâmetro da fibra foi de 0,59.

As estimativas de heritabilidade para a espessura da fibra de lã obtidas neste trabalho foram inferiores às obtidas por Mortimer et al., (2017) na raça Merina na Austrália. Segundo Molina et al., (2004) a heritabilidade do diâmetro da fibra lanar é alta, oscilando entre 0,2 e 0,3 dependendo das idades dos animais considerados. Diversos autores referem que, de um modo geral, as características lanares apresentam heritabilidades elevadas (Safari et al., 2005, Asadi Fozi et al., 2005; Safari et al., 2007; Huisman et al., 2008; Swan et al., 2008) embora dependa da raça e da população em estudo (Quintana et al., 2012).

Os valores obtidos para o efeito ambiental permanente foram de $0,19 \pm 0,02$ para a raça Merina Preta e $0,06 \pm 0,02$ para a raça Merina Branca. Num estudo efetuado por Konstantinov et al., (2002), em ovinos da raça Merina, foi obtido um valor de $0,01 \pm 0,01$ para o efeito ambiental permanente nesta característica.

Neste trabalho obteve-se um valor para a variância fenotípica de $0,44 \text{ pontos}^2$ para a raça Merina Preta e de $0,41 \text{ pontos}^2$ para a raça Merina Branca. Safari et al. referem, no seu estudo publicado em 2007, valores para a variância fenotípica do diâmetro da fibra de lã entre os 2,49 e 2,53, valores estes mais elevados do que aqueles obtidos neste trabalho.

Safari et al., (2007) refere valores para a variância ambiental permanente entre os 0,02 e os 0,26 para o diâmetro da fibra. Os resultados obtidos neste estudo foram baixos, uma vez que a unidade de avaliação da espessura foi diferente, obtendo-se $0,03 \text{ pontos}^2$ na raça Merina Branca e $0,08 \text{ pontos}^2$ na raça Merina Preta.

Para a variância genética direta, foram obtidos os valores de $0,13 \text{ pontos}^2$ na raça Merina Preta e de $0,14 \text{ pontos}^2$ na raça Merina Branca. Safari et al. num estudo efetuado em 2007, descrevem valores entre os 1,42 e os 1,72.

Apesar de existir uma componente genética elevada que influencia a espessura da fibra de lã, alguns efeitos ambientais explicam uma parte importante da expressão desta característica lanar. Estes efeitos podem ser constatados no gráfico 2 (Merina Preta) e gráfico 17 (Merina Branca), que demonstra os efeitos do ano de contraste na espessura da fibra de

lã dos animais das explorações analisadas. Por exemplo, na exploração 1, uma exploração de animais da raça Merina Preta, no ano de 2017, constatou-se uma variação positiva (+0,03 pontos) na espessura da fibra de lã, enquanto que no ano de 2019 foi constatada uma variação negativa (-0,14 pontos) nesta característica (Anexo 1). Outro exemplo será o da exploração 6, uma exploração de ovinos da raça Merina Branca em que, no ano de 2016, se registou uma variação negativa (-0,05 pontos) nesta característica, sendo que, nesta mesma exploração, no ano de 2019, foi registada uma variação positiva (+0,61 pontos) (Anexo IV).

4.3.2 Comprimento da fibra de lã

Os valores médios do comprimento da fibra variaram entre $7,93 \pm 1,62$ cm para os animais da raça Merina Preta e $8,57 \pm 1,68$ cm para os animais da raça Merina Branca. Estes valores são corroborados pelos dados presentes na Avaliação Genética das Raças Ovinas Merina Branca e Merina Preta, publicadas em novembro de 2020 (Carolino et al., 2020a; Carolino et al., 2020b).

Rose & Pepper (2000), num estudo com ovinos da raça Merina com 15 meses de idade, reportaram valores de comprimento de lã entre os $9,08 \pm 0,99$ e os $9,74 \pm 0,69$ cm.

Para esta dissertação foram incluídos registos de animais com idades compreendidas entre 1 ano e os 10 anos de idade, tendo sido concluído que, quanto maior a idade do animal, menor será o comprimento da fibra, o que pode justificar as diferenças para o trabalho de Rose & Pepper, com muito menos registos. Perloiro et al., em estudo efetuado em 2018, em que foram analisados os comprimentos da lã de 5 412 animais da raça Merina Branca, reportaram valores médios de $8,28 \pm 1,66$ cm.

Hatcher et al. (2005), em trabalho com Merinos na Austrália sobre o efeito da idade dos animais na lã, comentam que a quantidade e a qualidade da lã variam se forem avaliados em momentos diferentes da vida do animal. Hergenhan (2014) também refere que a quantidade e a qualidade de fibra lanar produzida por um indivíduo altera-se ao longo da sua vida, acrescentando que, o pico de produtividade ocorre entre os 2 e 4 anos de idade, diminuindo à medida que os ovinos envelhecem. O mesmo autor, a propósito da redução do peso do velo com o avanço da idade do ovino, menciona que está associado principalmente a uma redução do comprimento da fibra e sugere uma menor eficiência da função do folículo da lã.

Adicionalmente, alguns folículos secundários podem cessar a produção de fibras em ovinos com idades mais avançadas, contribuindo para a redução do número total de fibras e para aumento do diâmetro da fibra. Estas alterações relacionadas com a qualidade da lã pode ser mais pronunciadas nos machos do que nas fêmeas. Ou seja, pode existir uma interação entre a idade e o sexo do animal nas características quantitativas e qualitativas da lã dos ovinos.

Neste trabalho as estimativas da heritabilidade do comprimento da fibra de lã foram de $0,27 \pm 0,02$ para a raça Merina Preta e $0,25 \pm 0,02$ para a raça Merina Branca. Segundo Gronewald, Olivier & Olivier (2009), a estimativa da heritabilidade do comprimento da fibra em ovinos Merinos é de $0,70 \pm 0,06$. Já Safari et al., (2005) referem uma heritabilidade de $0,46 \pm 0,04$. Wuliji et al., (2011) reportaram um valor de heritabilidade de 0,41. Huisman et al., (2008), referem que os valores da heritabilidade para o comprimento da fibra são relativamente constantes em todas as idades.

Hanford et al., (2013) referem valores de 0,92 para a variação fenotípica nesta característica. Os valores obtidos neste trabalho foram de 1,40 e 1,04 para as raças Merina Preta e Merina Branca respetivamente.

De acordo com a análise dos gráficos de dispersão exploração*ano de contraste (gráficos 7 e 22), podemos constatar que existe uma influência do ano de contraste no comprimento da fibra de lã dos animais da raça Merina Preta e Merina Branca. Através da análise do Anexo II, podemos constatar que, a exploração 1 registou uma variação negativa no ano de 2017 (-0,78 cm), enquanto que, em 2019, registou apenas uma variação negativa de -0,44 cm. Já através da análise do Anexo V, podemos concluir que, a exploração 6, no ano de 2016, registou uma variação negativa no comprimento da fibra de lã (-0,92 cm), tendo esta variação sido menos negativa no ano de 2019 (-0,46 cm).

4.3.3 Peso do Velo

Neste trabalho, o peso médio do velo variou entre $2,36 \pm 0,50$ kg (Merina Branca) e $2,31 \text{kg} \pm 0,60$ kg (Merina Preta). Os valores obtidos vão de encontro aos obtidos por Carolino et al., (2020a, 2020b) nas Avaliações Genéticas das raças ovinas Merina Branca e Merina Preta em 2020.

Perloiro et al., num estudo efetuado em 2018, em que foram analisados os pesos dos velos de 1 452 animais da raça Merina Branca, reportaram valores médios ligeiramente mais elevados, de $2,45 \pm 0,48$ Kg.

Cloete et al., em 2004, reportaram um peso de velo não limpo médio de $3,27 \pm 0,95$ em ovinos da raça Mutton Merino, na África do Sul.

Num estudo efetuado por Swan et al., (2008), os valores da heritabilidade para o peso do velo variaram entre 0,37 e 0,49. Wuliji et al., (2011) publicaram uma heritabilidade de 0,35 para o peso do velo sujo em ovinos da raça Romney, sendo que Rose & Pepper (2000) apresentaram um valor de 0,24 para ovinos Merinos (Nova Zelândia). Safari et al., (2005) descrevem valores entre os 0,25 e 0,31 para a heritabilidade desta característica.

Neste trabalho, os valores da heritabilidade direta variaram entre 0,293 para a raça Merina Preta e 0,365 para a raça Merina Branca. Thompson (2008) refere que a estimativa de parâmetros genéticos depende de vários fatores, entre outros, da população em causa, incluindo a sua endogamia, tipo de característica, metodologia e modelo utilizado e, segundo Huisman et al., (2008), a heritabilidade do peso do velo diminui com a idade.

Gowane et al., num estudo efetuado em 2010, referem um valor de 0,06 kg² para a variância fenotípica do peso do velo em Merinos Bharat. Os valores obtidos neste trabalho variaram entre 0,24 kg² para a Merina Preta e 0,19 kg² para a Merina Branca.

No que diz respeito à variância ambiental permanente do peso do velo, Safari et al., (2007) referem valores entre os 0,02 e os 0,12 kg². Os resultados obtidos através dos dados recolhidos foram de 0,05 kg² para a raça Merina Preta e 0,04 kg² para a raça Merina Branca.

Neste estudo obteve-se um efeito ambiental permanente para o peso do velo na raça Merina Branca de 0,22 e de 0,12 para a raça Merina Preta, enquanto que Safari et al., (2007) referem um valor de $0,03 \pm 0,01$ para o efeito ambiental permanente em ovinos da raça Merina.

Quanto à variância genética do peso do velo, Safari et al., (2007) descrevem valores entre os 0,19 e os 0,29 kg². Neste trabalho, obteve-se uma variância genética de 0,08 kg² para o peso do velo na raça Merina Preta e 0,07 kg² para a Merina Branca.

Relativamente aos efeitos do ano de contraste no peso do velo, estes podem ser constatados através dos gráficos de dispersão 12 (Merina Preta) e 27 (Merina Branca) que evidenciam uma grande variabilidade. Como exemplo temos a exploração 6, de animais de

raça Merina Preta, em que foi registada uma variação de 0,23 kg no ano de 2017, tendo esta variação sido negativa no ano de 2018 (-0,19 kg) (Anexo III). Já na exploração 89, de ovinos da raça Merina Branca, temos que, no ano de 2019, foi registada uma variação negativa (-0,26 kg), enquanto que, no ano de 2020, foi registada uma variação positiva nesta característica (+0,25 kg).

V- Considerações Finais

Este capítulo apresenta as considerações finais que incluem as principais conclusões, as limitações do trabalho e as sugestões de trabalhos a desenvolver no futuro sobre este tema.

5.1 Conclusão

Esta dissertação teve como objetivo a estimativa dos parâmetros genéticos e ambientais que influenciam as características lanares comercialmente importantes nas raças Merina Branca e Merina Preta, duas raças autóctones portuguesas.

Os programas de melhoramento são uma componente essencial de qualquer abordagem integrada na produção de ovinos, ao permitirem, através de estratégias adequadas e metodologias corretamente executadas, atingir o progresso genético de características importantes em termos económicos para o respetivo sistema de produção. Aproximadamente 90% do valor do velo dos Merinos é definido por duas características: peso do velo limpo e diâmetro da fibra. Tendo estas características uma heritabilidade elevada e sendo possível a sua mensuração de uma forma sistemática ao longo da vida dos animais, podem representar importante objetivos de melhoramento para os programas de seleção das raças Merinas Branca e Preta.

O conhecimento das estimativas da heritabilidade é fundamental para a correta predição dos valores genéticos dos animais no âmbito de um programa de melhoramento genético por seleção e uma componente elementar na equação utilizada para predizer o progresso genético de uma determinada característica.

Os valores obtidos para as estimativas da heritabilidade das características analisadas (espessura da fibra de lã, comprimento da fibra de lã e peso do velo) foram moderadas e apresentaram alguma variabilidade entre raças (Merina Preta e Merina Branca. Ainda que as estimativas da heritabilidade da espessura e comprimento da fibra de lã terem ficado, ligeiramente, abaixo dos valores disponíveis na bibliografia, a estimativa da heritabilidade do peso do velo foi superior à maioria dos resultados disponíveis.

Apesar das alterações profundas porque tem passado nos últimos anos a ovinicultura Portuguesa, as muitas dificuldades que apresenta em diversas áreas, nomeadamente em

termos de mão-de-obra qualificada, a criação de ovinos é, sem dúvida, essencial para muitas regiões do País. Os ovinos são criados maioritariamente em regime extensivo e em zonas marginais, utilizando para pastoreio zonas incultas, áreas florestais, pastagens naturais e semeadas e restolhos de colheitas.

O correto funcionamento dos livros genealógicos e a implementação de programas de melhoramento genético eficazes nas diversas raças ovinas nacionais será fundamental para a sustentabilidade económicas das explorações e, conseqüentemente, para a preservação.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que, tanto na raça Merina Branca como na raça Merina Preta, qualquer das características lanares analisadas poderá ser melhorada geneticamente, realçando a importância do trabalho desenvolvido pela ANCORME nesta área. Os parâmetros genéticos estimados expressam valores de variabilidade genética e heritabilidade bastante razoáveis indicando que poderão ser objetivamente aproveitadas por seleção.

A estratégia de seleção mais adequada para as raças ovinas Merina Preta e Merina Branca, a ser desenvolvida pela ANCORME, com o apoio dos Serviços Oficiais e do Programa de Desenvolvimento Rural em curso, poderá equacionar os resultados obtidos neste estudo.

5.2 Limitações

Foi possível constatar a existência de algumas limitações no decorrer deste trabalho, nomeadamente a escassez de bibliografia referente à produção lanar de ovinos de raças autóctones. A grande maioria dos estudos publicados faz referência a raças exóticas, como o Merino Australiano, o que torna difícil uma verdadeira comparação dos valores das características analisadas neste estudo, não só por esta ser uma raça melhorada para a produção de lã, mas também por ser explorada num clima diferente e em sistemas de produção diferentes.

A segunda limitação deste trabalho prende-se nos métodos utilizados para a classificação da espessura da fibra de lã. Neste estudo, a espessura da fibra de lã foi obtida através de uma classificação visual, enquanto que a bibliografia disponível, na sua maioria, refere espessuras da lã calculadas por métodos analíticos e, conseqüentemente, mais precisos.

5.3 Sugestões para trabalhos futuros

As raças autóctones portuguesas de ovinos representam um património genético do nosso país e, a sua produção, com recurso a programas de melhoramento genético por seleção, permite uma valorização das suas características. O presente trabalho vem reforçar a possibilidade de se seleccionar objetivamente para as características lanares na raça Merina Branca e Merina Preta, de forma a atingir o seu progresso genético e, conseqüentemente, tornar a lã mais rentável para os produtores, sendo importante equacionar diferentes estratégias de seleção para ambas as raças.

As associações nacionais de criadores apresentam um papel fundamental em todo o processo de melhoramento genético das raças autóctones e no desenvolvimento de novas estratégias para a valorização e comercialização dos seus produtos. Assim, sugere-se ainda a realização de campanhas sensibilização para as boas práticas de tosquia e armazenamento da fibra, com o envolvimento das associações de criadores, de forma a obter uma fibra lanar de melhor qualidade e, conseqüentemente, uma lã mais lucrativa para o produtor.

Bibliografia

- Abouheifi, M. A., Johnson, C. L., & Botkin, M. P. (1984). Heritability estimates of wool follicle traits in sheep skin. *Animal Production*, 39(3), pp. 399-403.
- American Sheep Industry Association, Inc. (2020). *Wool Contamination*. 1-2. Obtido em 20 de Agosto de 2020
- ANCORME. (2020a). *Merino*. Obtido em 2 de Setembro de 2020, de ANCORME Portugal: <http://www.merina.com.pt/>
- ANCORME. (2020b). *Guia de Utilização da Régua ANCORME*. Évora, Portugal. Obtido em 4 de setembro de 2020, de <http://www.merina.com.pt/GUIA%20DE%20UTILIZA%C3%87%C3%83O%20A%20R%C3%89GUA%20ANCORME.pdf>
- Arnason, T., & Vleck, L. D. (2000). Genetic improvement of the horse . Em A. Bowling, & A. Ruvinsky, *The genetics of the horse* (pp. 473–497). New York, US: CABI Publishing.
- Asadi Fozi, M., Werf, J. H., & Swan, A. (2005). The importance of accounting for maternal genetic effects in Australian fine-wool Merino breeding. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(8), pp. 789-796.
- Baba, M. A., Ahanger, S. A., Hamadani, A., Rathe, M. A., & Shah, M. M. (2020). Factors affecting wool characteristics of sheep reared in Kashmir. *Tropical Animal Health & Production*, 52(4), pp. 2129-2133.
- Boldman, K., Kriese, L., Vleck, L. D., & Tassell, C. P. (1995). *A Manual for Use of MTDFREML. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances [DRAFT]*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Burley, R. W. (1960). Experiments on Wool from Copper-Deficient Sheep: Part I: Some Physical Measurements on Intact Fibers and Experiments on the Dissolution and Fractionation of Oxidized Wool. *Textile Research Journal*, 30(7), pp. 473-483.
- Camilo, M. (2016). *Bordaleira, Merina, Churra. Princípios da Lã Portuguesa*. Obtido de Saber Fazer: <https://www.saberfazer.org/research/2016/12/6/churras-bordaleiras-merinas>
- Carolino, N. (2006). *Estratégias de selecção na raça bovina Alentejana* . Lisbon, Portugal: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa.
- Carolino, N., Gama, L., Matos, C., Bettencourt, C., Sousa, C., Santos-Silva, F., Carolino, I. (2010). Recursos genéticos ovinos locais de Portugal. in J. V. Bermejo, & S. N. Baena, Edits., *Biodiversidad Ovina Iberoamericana*, (pp. 145-162) Cordoba, Espanha: Servicios de Publicaciones, Universidad de Cordoba.
- Carolino, N., Santos-Silva, F., Carolino, I., Perloiro, T., Carrasco, A., & Silveira, M. (2020a). *Raça Ovina Merina Preta- Avaliação Genética*. Vale de Santarém: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária.

- Carolino, N., Santos-Silva, F., Carolino, I., Perloiro, T., Carrasco, A., & Silveira, M. (2020b). *Raça Ovina Merina Branca - Avaliação Genética*. Vale de Santarém: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária.
- Carolino, N., Vicente, A., & Carolino, I. (2017). Genetic improvement of local goats. Em J. S. Gutiérrez, *Sustainable goat production in adverse environments: vol. 1: Welfare, health and breeding* (pp. 111-134). Springer.
- Cerqueira, J., Brito, A., Silva, N., & Leite, J. (2008). Caracterização genética da Raça Ovina Bordaleira de Entre Douro e Minho e sua relação com raças nacionais. *XVII Congresso de Zootecnia* (pp. 1-19). São Miguel, Açores: APEZ - Associação Portuguesa de Engenharia Zootécnica.
- Cloete, S., Wyk, J. v., & Naser, F. (2004). Estimates of genetic and environmental (co)variances for live weight and fleece traits in yearling South African Mutton Merino sheep. *South African Journal of Animal Science*, 34(1), (pp. 37-43).
- Coop, I. E. (1953). Wool growth as affected by nutrition and by climatic factors. *The Journal of Agricultural Science*, 43(4), pp. 456-472. doi:10.1017/S0021859600057932
- CSIRO Livestock Industries,. (11 de junho de 2020). *Wool Biology and Production*. Wembley, Western Australia. Obtido em 3 de setembro de 2020
- CSIRO. (s.d.). *The Chemical & Physical Structure of Merino Wool*. Obtido em 9 de setembro de 2020, de CSIRO: <https://csiropedia.csiro.au/wp-content/uploads/2015/01/6229343.pdf>
- Dekkers, J. C., Gibson, J., & Bijma, P. (2004). *Design and optimisation of animal breeding programmes—lecture notes*. Ames, US: Iowa State University.
- Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural . (Junho de 2017). *O Centro de Competências da Lã*. Obtido de Inovação para a Agricultura: https://inovacao.rederural.gov.pt/images/imagens/GTInovacao/7-CCL_AgendaInvestigacao_junho17.pdf
- Dodenhoff, J., Vleck, L. D., Kachman, S. D., & Koch, R. M. (1998). Parameter Estimates for Direct, Maternal, and Grandmaternal Genetic Effects for Birth Weight and Weaning Weight in Hereford Cattle. *Journal of Animal Science*, 76, pp. 2521–2527.
- Elsherbiny, A. A., Eloksh, H. A., Elsheikh, A. S., & Khalil, M. H. (abril de 1978). Effect of light and temperature on wool growth. *Journal of Agricultural Sciences*, 90(2), pp. 329-334. doi:10.1017/S0021859600055428
- EU. (2020). Um novo Plano de Ação para a Economia Circular. *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Falconer, D., & Mackay, F. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. University of Edinburgh: Pearson.
- Fleet, M. R. (1990). Reducing pigmented fibres in white wool. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 18, pp. 204-207.

- Frazão, T. L. (1959). Ovinos Campaniços. *Boletim Pecuário, Ano XLVIII, 1982*.
- Freitas, M. d., Ventura-Lucas, M. R., L. I., & Deblitz, C. (2020). Competitiveness of Portuguese Montado Ewe Production Systems among the European Ewe Production Systems. *Agriculture, 184*, pp. 1-14.
- Gama, L. T. (2002). *Melhoramento Genético Animal*. Lisboa: Escolar Editora.
- Ghermezgoli, Z. M., Moghaddam, M. K., & Moezzi, M. (2019). Chemical, morphological and structural characteristics of crossbred wool fibers. *The Journal of The Textile Institute, 111(5)*, pp. 709-717.
- Gowane, G. R., Chopra, A., Prince, L. L., Paswan, C., & Arora, A. L. (2010). Estimates of (co)variance components and genetic parameters for body weights and first greasy fleece weight in Bharat Merino sheep. *Animal, 4(2)*, pp. 425–43.
- Gronewald, P., Olivier, J., & Olivier, W. J. (2009). Heritability estimates for merino sheep obtained from a national progeny test. *South African Journal of Animal Science, 29(3)*, pp174-178.
- Gupta, N. P., Patni, P. C., Arora, R. K., & Singh, U. S. (1987). Influence of medullated fibres on mechanical processing and product performance. *Indian Journal of Textile Research, 12*, pp. 46-52.
- Haile, A., Getachew, T., Mirkena, T., Duguma, G., Gizaw, S., Wurzinger, M., . . . Rischkowsky, B. (2020). Community-based sheep breeding programs generated substantial genetic gains and socioeconomic benefits. *Animal, 17(4)*, pp. 1362–1370.
- Hanford, K. J., Vleck, L. D., & Snowden, G. D. (2013). Estimates of genetic parameters and genetic change for reproduction, weight, and wool characteristics of Targhee sheep. *Animal Science, 197*, pp. 630-640.
- Harizi, T., Abidi, F., Hamdaoui, R., & Ameer, Y. B. (2015). Variation in fleece characteristics of Tunisian sheep. *International Journal of Textile Science, 4*, pp. 97-101.
- Hassan, M. M., & Carr, C. M. (2019). A review of the sustainable methods in imparting shrink resistance to wool fabrics. *Journal of Advanced Research, 18*, pp. 39-60. doi:10.1016/j.jare.2019.01.014
- Hatcher, S. (2002). Fibre medullation, micron, marketing and management. *Symposium African and Middle East meat sheep breeds*. Orange, NSW.
- Hatcher, S., Atkins, K.D., and Thornberry, K.J.. (2005). Age changes in wool traits of Merino sheep in western NSW. *Breeding and Genetics of Sheep, 16*, pp. 314-318.
- Hergenhan, R. (2014). Physiological and environmental determinants of wool quality and quantity. *Fundamentals of Sheep and Wool Production, 5*, pp. 1-5.
- Holman, B. W., & Malau-Aduli, A. E. (2012). A Review of Sheep Wool Quality Traits. *Annual Review & Research in Biology(2)*, pp. 1-14.

- Huisman, A. E., Brown, D. J., Ball, A. J., & Graser, H. U. (2008). Genetic parameters for bodyweight, wool, and disease resistance and reproduction traits in Merino sheep. 1. Description of traits, model comparison, variance components and their ratios. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, pp. 1177–1185.
- Huson, M. G. (2018). Properties of wool. Em A. R. Bunsell, *Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres* (2 ed., pp. 1-20). UK: Woodhead Publishing.
- Hynd, P., & Masters, D. (2002). Nutrition and Wool Growth. Em M. Freer, & H. Dove, *Sheep Nutrition* (1 ed., pp. 165-187). Australia: CABI.
- INE. (2017). *Instituto Nacional de Estatística*. Obtido em 25 de agosto de 2020, de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0003185&contexto=bd&selTab=tab2
- INE. (2019). Agricultura e Pescas. *Península Ibérica em números- 2019*, p. 74.
- INE. (2020a). Efetivos animais por espécie. *A Região do Alentejo em números - 2018*, p. 34.
- INE. (2020b). *Inquérito aos efetivos animais*. Obtido em 3 de setembro de 2020, de Instituto Nacional de Estatística: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000545&contexto=bd&selTab=tab2
- INE. (2020c). *Estatísticas da produção animal*. Obtido em 3 de setembro de 2020, de Instituto Nacional de Estatística: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008959&contexto=bd&selTab=tab2
- INIA - SUL. (2011). *Evaluaciones Genéticas Ovinas Uruguay*. Obtido de Genética Ovina: <https://www.geneticaovina.com.uy/index.php>
- Johnson, D. L., & Thompson, R. (1995). Restricted maximum likelihood estimation of variance components for univariate animal models using sparse matrix techniques and a quasi Newton procedure. *Journal of Dairy Science*, pp. 449-456.
- Jones, C., Menezes, F., & Vella, F. (2004). Auction price anomalies: Evidence from wool auctions in Australia. *Economic Record*, 80(250), pp. 271-288.
- Kelly, R. W., Macleod, I., Hynd, P., & Greeff, J. C. (1996). Nutrition during fetal life alters annual wool production and quality in young Merino sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36, pp. 259–267. doi:10.1071/EA9960259
- Khan, M. J., Abbas, A., Ayaz, M., Naeem, M., Akhter, M. S., & Soomro, M. H. (2012). Factors affecting wool quality and quantity in sheep. *African Journal of Biotechnology*, 11(73), pp. 13761-13766.
- Konstantinov, K., Brien, F. D., & Greeff, J. (2002). Estimation of additive and dominance variances in wool production traits of western Australian merino sheep. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, (pp. 1-4). Montpellier, France.

- Lempriere, M. (2007). *Test marketing project USA 2006*. Brussels: International Wool Textile Organisation.
- Lincoln, G. A., Klandorf, H., & Anderson, N. (1543-1548 de 1980). Photoperiodic Control of Thyroid Function and Wool and Horn Growth in Rams and the Effect of Cranial Sympathectomy. *Endocrinology*, 107(5). doi:0013-7227/80/1075-1543\$02.00/0
- Liu, S., & Masters, D. G. (janeiro de 2003). Amino Acid Utilization for Wool Production. Em J. P. D'Mello, *Amino Acid in Animal Nutrition* (pp. 309-328). Australia: CAB International Publishing.
- Mahar, T. (2009). Fibre Diameter. *Wool Biology and Metrology*.
- McGregor, B. (2012). Physical and Chemical Structure of Animal Fibres. Em B. McGregor, *Properties, Processing and Performance of Rare Natural Animal Fibres - A review and interpretation of existing research results* (pp. 13-27). Barton, Michigan: Rural industries research and development corporation.
- Meat & Livestock Australia Limited. (2019). *What difference can genetics make to Merino flocks?* Obtido de MLA: <https://genetics.mla.com.au/merino/>
- Meuwissen, T., Hayes, B., & Goddard, M. (2001). Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*, 157, pp. 1819-1829.
- Miranda do Vale, J. (1949). *Gado Bissulco. A Terra e o Homem. Coleção de Livros Agrícolas*. Lisboa: Livraria Sá da Costa.
- Molina, F. A., Córdoba, M. V., & Alcalá, A. M. (2004). *Caracterización de la lana del Merino Autóctono Español*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca Publica: Viceconsejería. Servicios de Publicaciones y Divulgación .
- Montagna, G., & Carvalho, C. (2018). Textiles, Identity and Innovation: Design the Future. *Proceedings of the 1st International Textile Design Conference* (p. 368). London: Taylor & Francis Group.
- Mortimer, S. I., Hatcher, S., Fogarty, N. M., Werf, J. H., Brown, D. J., Swan, A. A., . . . Gaunt, G. M. (2017). Genetic parameters for wool traits, live weight, and ultrasound carcass traits in Merino sheep1 *Journal of Animal Sciences*, 95(5) pp. 1879-1891.
- Morton, W. E., & Hearle, J. W. (1993). *Physical properties of textile fibres*. Manchester, England: The Textile Institute.
- Oldenbroek, K., & Waaij, L. v. (2014). Introduction to animal breeding. Em K. Oldenbroek, L. v. Waaij, K. Oldenbroek, L. v. Waaij, & G. Kennisnet (Edits.), *Textbook Animal Breeding and Genetics* (p. 14). Netherlands: Wageningen University and Research Centre.
- Oliveira, N. M. (1996). Influência de aspetos ambientais e genéticos na qualidade da fibra de lã. *Rev. Bras. de Agrociência*, 2(1), pp. 21-26.
- Olivier, J. J., Erasmus, G. J., Wyk, J. B., & Konstatinov, K. V. (1995). Response to selection on BLUP of breeding values in the Grootfontein Merino stud. *South African Journal of Animal Science.*, 25(1), pp. 13-15.

- Perloiro, T., & Carrasco, A. (2020). *Lã, Inovar na Tradição*. 1-29. Évora, Portugal. Obtido em 4 de Setembro de 2020, de <https://www.hvetmuralha.pt/wp-content/uploads/2020/04/07Mar-09-Tiago-Perloiro.pdf>
- Perloiro, T., Carrasco, A., Carolino, N., & Appleton, T. (2018). Características lanares da raça ovina Merina Branca. *XI Congresso Ibérico sobre recursos genéticos animais*. Múrcia.
- Plowman, J., Thomas, A., Perloiro, T., Clerens, S., & Almeida, A. M. (2018). Characterisation of white and black merino wools: a proteomics study. *Animal*, 13(3), pp. 659-665. doi:10.1017/S1751731118001647
- Pomar, R. (s.d.). *Fios Rosa Pomar*. Obtido em 10 de abril de 2020, de Retrosaria Rosa Pomar: <https://retrosaria.rosapomar.com/collections/fios-rosa-pomar>
- Purvis, I. W., & Franklin, I. R. (2005). Major genes and QTL influencing wool production and quality: a review. *Genetic Selection Evolution*, 1, pp. S97–S107.
- Quintana, C. F., Yáñez, E., Carlino, M., & Bangher, G. (2012). Morfología de la Piel y Producción de Lana en Cruzamiento Absorbente con Merino Multipropósito. *International Journal of Morphology*, 30(4), pp. 1434-1441.
- Rego, C., Ramos, I. J., Lucas, M. R., Baltazar, M. d., & Dionísio, A. (2021). New geography in old territories: a multivariate approach based on Portuguese regions. *Regional Studies, Regional Science*, 8(1), pp. 25-50.
- Reis, P. J. (1982). Growth and characteristics of wool and hair. Em I. E. Coop, *Sheep and Goat Production: World Animal Science* (p. 205). Amsterdam, The Netherlands.: Elsevier.
- Reis, P. J. (1989). *The influence of absorbed nutrients on wool growth*. Londres: Chapman & Hall.
- Reis, P. J. (1992). Variations in the strength of wool fibres - A review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(6), pp. 1337 - 1351.
- Reis, P. J., & Sahlu, T. (1994). The nutritional control of the growth and properties of mohair and wool fibers: a comparative review. *Journal of Animal Science*, 72(7), pp. 1899–1907. doi:10.2527/1994.7271899x
- Rippon, J. A., Christoe, J. R., Denning, R. J., Evans, D. J., Huson, M. G., Lamb, P. R., . . . Pierlot, A. P. (2016). Wool: Structure, Properties and Processing. Em H. F. Mark, *Encyclopedia of Polymer Science and Technology* (pp. 1-46). EUA: John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/0471440264
- Robinson, J. J., Sinclair, K. D., & McEvoy, T. G. (1999). Nutritional effects on foetal growth. *Animal Science*, 68, pp. 315–331.
- Rodrigues, J. V., Andrade, L. P., Abrantes, M. M., Rodrigues, A. M., & Andrade, C. R. (1999). Produção de lã e de lã fina em Portugal. *Jornadas "Ovelhas de Raça Merina"*. 9, pp. 89-101. Portalegre: Sociedade Portuguesa de Ovinotecnia e Caprinotecnia.

- Rogers, G. E. (2006). Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re-discovered. *Experimental Dermatology*, 15, pp. 931–949. doi:doi: 10.1111/j.1600-0625.2006.00512.x
- Rose, M., & Pepper, P. M. (2000). Genetic Parameters for Staple length and Staple Strength of Merino Wool Produced in Central and North West Queensland. *Journal of Animal Science*, 13, pp. 87-90.
- Ruralbit. (2021). *ANCORME: Criadores & Explorações*. Obtido de Genpro Online: Gestão de Livros Genealógicos: <https://genpro.ruralbit.com/>
- Safari, E., Fogarty, N. M., & Gilmour, A. R. (2005). A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. *Livestock Production Science*, 92, pp. 271-289. doi:10.1016/j.livprodsci.2004.09.003
- Safari, E., N. M., Gilmour, A. R., Atkins, K. D., Mortimer, S. I., Swan, A. A., . . . Werf, J. H. (2007). Across population genetic parameters for wool, growth, and reproduction traits in Australian Merino sheep. 2. Estimates of heritability and variance components. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58, pp. 177–184.
- Sardaro, R., & Sala, P. L. (2021). New Value to Wool: Innovative Garments for Preservation of Sheep Landraces in Italy. *Animals*, 11(3), p. 731.
- SAS Institute Inc. (2019). Copyright© 2019 SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Silveira, M., & Santo, J. E. (2019). Plataforma online para a gestão dos livros genealógicos. *Anais do 20º Simpósio Iberoamericano sobre Conservação e Uso dos Recursos Zootécnicos Locais*. EMBRAPA, Pantanal: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Silveira, M., Melo, G., & Carolino, N. (2019). *Plataforma Online de Apoio à Avaliação Genética de Espécies Pecuárias*. EMBRAPA, Pantanal: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Simm, G. (1998). *Genetic improvement of cattle and sheep*. Ipswich, UK: Farming Press—Miller Freedman UK Ltd.
- Skinner, J. N. (1965). Some factors affecting the clean price of greasy wool. *Agricultural and resource economics*, 9(2), pp. 176-187.
- Sneddon, J. N., Lee, J. A., & Soutar, G. N. (2012). Exploring consumer beliefs about wool apparel in the USA and Australia. *The Journal of The Textile Institute*, 1, pp. 40-47.
- Strand, E. A. (2014). Sheep, Wool and Textile Production. An interdisciplinary Approach to the Complexity of Wool Working. Em C. Breniquet, & C. Michel, *Wool economy in the ancient near east and the aegean. From the beginnings of sheep husbandry to institutional textile industry* (pp. 41-51). Oxford: Oxbow Books. doi:9781-1-78297-632-5
- Swan, A. (2009). Breeding Practices in the Merino Industry. *Genetic Evaluation and Breeding*, 20, 1-21.

- Swan, A. A., Purvis, I. W., & Piper, L. R. (2008). Genetic parameters for yearling wool production, wool quality and bodyweight traits in fine wool Merino sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, pp. 1168–1176.
- Theodoridis, A., Ragkos, A., Rose, G., Roustemis, D., & Arsenos, G. (2018). Defining the breeding goal for a sheep breed including production and functional traits using market data. *Animal*, 12(7), pp. 1508–1515. doi:10.1017/S1751731117003007
- Thompson, A. N., Ferguson, M. B., Gordon, D. J., Oldham, C. M., & Paganoni, B. L. (2011). Improving the nutrition of Merino ewes during pregnancy increases the fleece weight and reduces the fibre diameter of their progeny's wool during their lifetime and these effects can be predicted from the ewe's liveweight profile. *Animal Production Science*, 51, pp. 794–804. doi:1836-0939/11/090794
- Thompson, R. (2008). Estimation of quantitative genetic parameters. *Biological Sciences*, 275, pp. 679-686.
- Tibério, M. L., & Diniz, F. (2014). View, Sheep and Goat Production in Portugal: A Dynamic View. *Modern Economy*, 5(6), pp. 1-20. doi:10.4236/me.2014.56066
- Van der Werf, J. H. (2000). Livestock straight breeding system structures for the sustainable intensification of extensive grazing systems. Em J. H. Werf, S. Galal, J. Boyazoglu, & K. Hammond (Edits.), *Workshop on developing breeding strategies for lower input animal production* (pp. 105-178). ICAR Technical Series.
- Verikios, G. (2009). Modelling the world wool market: A hybrid approach. *Economic Modelling*, 26(2), pp. 418–431. doi:10.1016/j.econmod.2008.08.009
- Wang, L., & Wang, X. (2009). Effect of structure–property relationships on fatigue failure in natural fibres. Em M. Mirafteb, *Fatigue Faillure of Textile Fibres* (pp. 95-132). Cambridge: Woodhead Publishing. doi:10.1533/9781845695729.2.95
- Woolmark Business Intelligence Group. (2004). *A global strategic market analysis and outlook for Australian wool*. Sydney: Australian Wool Innovation Limited.
- Wuliji, T., Dodds, K. G., Andrews, R. N., & Turner, P. R. (2011). Selection response to fleece weight, wool characteristics, and heritability estimates in yearling Romney sheep. *Livestock Science*, 135, pp. 26-31.
- Wuliji, T., Dodds, K. G., Land, J., Andrews, R. N., & Turner, P. R. (2001). Selection for ultrafine Merino sheep in New Zealand: heritability, phenotypic and genetic correlations of live weight fleece weight and wool characteristics in yearlings. *Animal Science*, 72, pp. 241-250.

Anexos

ANEXO I - Tabela do efeito ambiental exploração*ano de contraste na espessura da fibra de lã da raça Merina Preta

Exploração	Espessura da fibra de lã (pontos)	Ano de contraste
1	0,03	2017
1	-0,14	2019
2	0,51	2016
2	0,00	2018
2	0,54	2019
2	0,13	2020
3	0,04	2016
3	0,03	2017
3	0,04	2018
5	0,37	2016
5	0,29	2018
5	0,44	2019
6	-0,23	2016
6	-0,22	2017
6	0,08	2018
6	-0,07	2019
6	-0,04	2020
7	-0,08	2016
7	-0,30	2017
7	0,07	2018
7	-1,00	2019
7	-0,10	2020
8	0,19	2016
8	0,11	2019
9	-0,69	2016
9	-0,59	2017
11	-0,22	2015
11	-0,04	2017
11	0,05	2018
11	0,23	2020
12	-0,23	2016
12	-0,16	2017
12	0,14	2018
12	0,39	2019
13	0,08	2017
13	0,43	2019
15	-1,00	2016
17	0,15	2016
17	0,25	2018

17	0,39	2019
19	0,02	2017
21	-0,08	2018
21	0,04	2019
21	0,16	2020
22	0,10	2019
23	0,14	2018
28	-0,06	2018
29	0,60	2019
32	0,00	2016
32	-0,09	2017
32	0,02	2018
32	0,05	2019
32	0,13	2020
35	0,52	2019
36	-0,17	2017
38	-0,13	2017
40	-0,43	2019
41	-0,20	2019
45	0,21	2016
45	0,27	2018
45	0,31	2019
46	0,23	2018
46	0,01	2019
48	-0,24	2017
48	0,00	2018
48	0,17	2019
52	0,06	2019
54	0,03	2017
54	-1,02	2019
55	-0,04	2019
57	0,07	2017
57	0,24	2018
57	0,08	2019
58	0,04	2017
58	0,08	2018
58	0,23	2019
62	-0,10	2017
64	0,34	2018
66	0,07	2018
67	-0,18	2018
68	-0,01	2017
68	0,41	2019
69	0,07	2016
69	-0,04	2017

69	-0,15	2019
71	0,37	2019
73	-0,18	2017
73	-0,31	2018
73	-0,16	2019
73	0,02	2020
76	0,42	2019
78	0,15	2017
78	-0,51	2019
79	0,24	2019
80	-0,62	2017
81	-0,10	2016
81	0,39	2018
84	0,26	2017
85	0,27	2019
86	-0,10	2018
88	-0,06	2017
88	0,05	2018
88	-0,01	2019
91	0,38	2019
94	0,38	2019

ANEXO II - Tabela do efeito ambiental exploração*ano de contraste no comprimento da fibra de lã da raça Merina Preta

Exploração	Comprimento da fibra de lã (cm)	Ano de contraste
1	-0,78	2017
1	-0,44	2019
2	-0,06	2016
2	0,12	2018
2	-0,44	2019
2	1,14	2020
3	-0,14	2016
3	-0,87	2017
3	-0,19	2018
5	0,18	2016
5	0,02	2018
5	-0,42	2019
6	-0,11	2016
6	-2,42	2017
6	-2,37	2018
6	-1,14	2019
6	-1,62	2020
7	0,07	2016
7	-3,08	2017
7	-2,68	2018
7	0,43	2019
7	-1,69	2020
8	-0,53	2016
8	-0,61	2019
9	-3,77	2016
9	-2,77	2017
11	-2,20	2015
11	-2,04	2017
11	-1,14	2018
11	0,28	2020
12	0,65	2016
12	-0,43	2017
12	-2,00	2018
12	-0,55	2019
13	-0,04	2017
13	0,56	2019
15	-4,51	2016
17	-1,21	2016
17	-0,64	2018
17	-0,54	2019
19	-0,57	2017
21	-2,02	2018
21	-1,56	2019
21	-1,74	2020

22	-0,80	2019
23	-1,12	2018
28	1,75	2018
29	-1,68	2019
32	-0,79	2016
32	-2,28	2017
32	-1,91	2018
32	-1,43	2019
32	-2,03	2020
35	-0,72	2019
36	-0,64	2017
38	0,04	2017
40	-0,71	2019
41	-0,78	2019
45	0,57	2016
45	-2,11	2018
45	-1,10	2019
46	-1,68	2018
46	-1,18	2019
48	-1,01	2017
48	-1,73	2018
48	-0,23	2019
52	-0,02	2019
54	0,07	2017
54	-0,01	2019
55	-1,04	2019
57	-0,11	2017
57	0,17	2018
57	-0,10	2019
58	-1,42	2017
58	-1,13	2018
58	-0,76	2019
62	-1,81	2017
64	0,64	2018
66	-1,58	2018
67	-0,26	2018
68	-0,13	2017
68	0,22	2019
69	0,52	2016
69	-0,09	2017
69	-0,14	2019
71	0,01	2019
73	-1,51	2017
73	-0,96	2018
73	-0,99	2019

73	-1,68	2020
76	-0,56	2019
78	-0,26	2017
78	0,51	2019
79	-1,01	2019
80	-2,87	2017
81	-1,54	2016
81	-0,65	2018
84	-0,08	2017
85	0,08	2019
86	-1,28	2018
88	-1,00	2017
88	-0,77	2018
88	-0,64	2019
91	-1,73	2019
94	2,51	2019

ANEXO III - Tabela do efeito ambiental exploração*ano de contraste no peso do velo da raça Merina Preta

Exploração	Peso do velo (kg)	Ano de contraste
6	0,23	2017
6	-0,19	2018

6	0,17	2019
6	0,00	2020
7	-0,23	2018
7	0,04	2020
11	0,39	2018
21	-0,10	2018
21	0,21	2019
21	-0,18	2020
32	0,26	2017
32	0,01	2018
32	0,27	2019
32	-0,20	2020
48	0,87	2017
48	0,37	2018
48	0,51	2019
64	0,47	2018
66	0,25	2018
73	-0,10	2017
73	-0,42	2018
73	-0,05	2019
73	-0,27	2020

ANEXO IV - Tabela do efeito ambiental exploração*ano de contraste na espessura da fibra de lã da raça Merina Branca

Exploração	Espessura da fibra de lã (pontos)	Ano de contraste
1	0,12	2016
6	-0,05	2016

6	0,91	2019
8	0,78	2015
8	0,33	2017
8	-0,02	2020
12	0,87	2016
12	0,90	2018
12	1,08	2019
14	0,94	2019
18	0,10	2016
18	-0,04	2017
18	0,09	2018
18	0,80	2019
18	-0,10	2020
19	1,12	2016
19	0,25	2017
24	-0,24	2016
24	-0,10	2018
24	-0,30	2020
29	0,41	2016
37	-0,11	2016
37	0,53	2017
37	0,96	2019
39	1,09	2018
40	0,42	2016
40	0,85	2019
44	0,08	2017
44	0,92	2018
44	0,76	2019
46	0,28	2017
51	-0,25	2016
51	0,74	2019
71	0,23	2016
78	0,23	2018
89	-0,22	2016
89	0,00	2017
89	-0,03	2019
89	0,12	2020
90	0,29	2016
90	0,75	2018
90	0,91	2019
100	-0,14	2016
100	0,81	2018
100	1,02	2019
102	0,08	2018
102	0,06	2020

106	0,82	2018
107	1,05	2019
108	0,11	2016
109	0,07	2016
109	0,54	2017
109	0,54	2018
109	0,84	2019
109	0,66	2020
110	0,53	2017

ANEXO V - Tabela do efeito ambiental exploração*ano de contraste no comprimento da fibra de lã da raça Merina Branca

Exploração	Comprimento da fibra de lã (cm)	Ano de contraste
1	-2,67	2016
6	-0,92	2016
6	-0,46	2019
8	-1,15	2015

8	-1,42	2017
8	1,91	2020
12	0,14	2016
12	-0,41	2018
12	-0,13	2019
14	2,45	2019
18	-1,30	2016
18	-1,88	2017
18	1,31	2018
18	1,07	2019
18	2,66	2020
19	-3,23	2016
19	0,28	2017
24	0,90	2016
24	1,18	2018
24	0,77	2020
29	-1,15	2016
37	3,13	2016
37	-2,38	2017
37	0,36	2019
39	-0,31	2018
40	-1,56	2016
40	0,07	2019
44	0,52	2017
44	0,05	2018
44	-0,22	2019
46	-1,07	2017
51	1,01	2016
51	-0,28	2019
71	4,13	2016
78	1,93	2018
89	1,84	2016
89	-0,98	2017
89	0,69	2019
89	1,76	2020
90	1,17	2016
90	-0,80	2018
90	-0,25	2019
100	4,48	2016
100	-1,40	2018
100	-0,15	2019
102	0,79	2018
102	1,80	2020
106	-0,60	2018
107	-0,03	2019

108	2,92	2016
109	2,59	2016
109	0,97	2017
109	0,18	2018
109	0,02	2019
109	-0,07	2020
110	-1,96	2017

ANEXO VI - Tabela do efeito ambiental exploração*ano de contraste no peso do velo da raça Merina Branca

Exploração	Peso do velo (kg)	Ano de contraste
8	0,45	2018
24	-0,05	2020
89	0,00	2017
89	-0,26	2019
89	0,25	2020
102	0,17	2018

