



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNICA

Influência das linhas genéticas na produtividade de bovinos da raça Alentejana e Mertolenga

Ana Patrícia Rodrigues Barradas

Orientação:

Professor Doutor José António Lopes de Castro

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

Évora, 2018



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNICA

Influência das linhas genéticas na produtividade de bovinos da raça Alentejana e Mertolenga

Ana Patrícia Rodrigues Barradas

Orientação:

Professor Doutor José António Lopes de Castro

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

Évora, 2018

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero expressar o meu mais sincero agradecimento ao Professor José Lopes de Castro, por ter aceitado ser meu orientador, por todos os conselhos, por todas as palavras amigas, por todo o tempo disponibilizado e acima de tudo por toda ajuda prestada para desenvolver esta dissertação.

Quero também demonstrar o meu agradecimento para com o Professor Carlos Roquete, que apesar de aposentado, esteve sempre disponível para me ajudar a “partir pedra”. Quero também agradecer-lhe todos os conhecimentos transmitidos e todas as histórias partilhadas.

A esta casa, Universidade de Évora, que me formou e a esta cidade, Évora, que me acolheu durante os melhores cinco anos da minha vida, obrigada.

Aos amigos que levo desta vida académica, com especial destaque para a Inês, a Tiffany, a Rita, a Maria e o Bruno, muito obrigada por todas as partilhas, são sem dúvida pessoas fantásticas e amigos para a vida.

Aos meus primos, André, Ricardo e Tiago, muito obrigada por serem os irmãos que nunca tive. Em especial ao André que me acompanhou durante os três anos de licenciatura. São uns verdadeiros “super primos”.

Às minhas amigas, Ana Maria, Catarina e Teresa, muito obrigada pela amizade verdadeira e por estarem sempre presentes nos momentos importantes.

Ao Abel, quero agradecer, por toda a paciência que têm para me aturar, por me fazer ser mais e melhor e pelo enorme sorriso que me coloca no rosto.

Aos meus avós, tanto maternos, como paternos, obrigada por me incutirem o gosto pelo campo e pelos animais, desde pequena.

Por último, mas sem dúvida o agradecimento mais importante, aos meus Pais, António e Deolinda, por serem o meu verdadeiro porto de abrigo e por me possibilitarem tudo o que tenho na vida. Se hoje sou o que sou, e se estou onde estou, a vocês o devo. Sou uma afortunada por ser vossa filha, um obrigado nunca será suficiente.

Resumo

A produtividade de um efetivo pode ser medida através da avaliação de várias características reprodutivas e produtivas. O caso presente utilizou a informação disponível referente a vacadas de raça Alentejana e Mertolenga. A análise da influência das linhas genéticas implicou a organização dos animais em famílias de machos e em famílias de fêmeas. Analisou-se estatisticamente as características reprodutivas e produtivas. Através do programa informático MTDFREML estimou-se, para cada raça: o valor genético, direto e materno, para o peso ao desmame; o valor genético para o Intervalo entre partos e o Coeficiente de consanguinidade. Ambas as raças revelaram variabilidade genética para os caracteres em estudo, o que permitiria a seleção de futuros reprodutores, geneticamente superiores para cada carácter, originando um progresso genético dos efetivos. O coeficiente de consanguinidade na raça Alentejana foi de 5,33% e na Mertolenga de 7,12%. As linhas genéticas parecem não ter influenciado os caracteres em estudo.

Palavras-chave: Bovinos, Produtividade, Avaliação Genética, Seleção, Progresso Genético

Title - Influence of breeding lines of sires and dams on the productivity of an Alentejano and Mertolengo cattle breed population

Abstract

The productivity of a cattle breed population can be measured by the evaluation of several reproductive and productive traits. The present study was based on available information about an Alentejano and Mertolengo cattle breed population. In order to analyze the influence of breeding lines, animals were organized in groups of sires and dams families. The productive and reproductive traits were statistically analyzed. Through the software package MTDFREML, the direct and maternal genetic effects for the weaning weight, genetic effect for the calving interval as well as the inbreeding were estimated for each breed. Both breeds showed genetic variability regarding the studied parameters, which would allow the selection of future breeding animals, genetically superior for each trait, resulting in a genetic progress of the herds. For the Alentejano breed, the inbreeding was 5,33% and for the Mertolengo 7,12%. The genetic lines seem to have not influenced the traits under study.

Key Words: Beef cattle, Productivity, Genetic Evaluation, Selection, Genétic Progress

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Índice de Tabelas	viii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiii
Lista de Abreviaturas.....	xiv
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Caracteres Reprodutivos.....	3
2.1.1. Intervalo entre partos	3
2.1.2. Peso à primeira cobrição.....	6
2.1.3. Eficiência ao desmame.....	7
2.2. Caracteres Produtivos.....	9
2.2.1. Peso ao nascimento	9
2.2.2. Peso ao desmame	11
2.2.3. Peso ajustado para os 120 e para os 210 dias de idade.....	12
2.2.4. Ganho médio diário entre o nascimento e o desmame.....	14
2.3. Consanguinidade	14
2.4. Avaliação Genética	17
2.4.1. Peso ao desmame	23
2.4.2. Intervalo entre partos	26
3. Materiais e Métodos	29
3.1. Materiais.....	29
3.1.1. Origem dos dados	29
3.1.2. Caracterização do manejo da exploração	29
3.2. Métodos.....	30
3.2.1. Organização dos dados	30
3.2.2. Características a analisar.....	30
3.2.3. Análise estatística	33
3.2.4. Coeficiente de consanguinidade.....	36

3.2.5.	Avaliação Genética.....	36
3.2.5.1.	Peso ao desmame	37
3.2.5.2.	Intervalo entre partos	38
3.2.6.	Correlações.....	39
4.	Resultados e Discussão.....	40
4.1.	Caracteres Reprodutivos.....	40
4.1.1.	Intervalo entre partos	40
4.1.2.	Intervalo entre o parto e a beneficiação.....	44
4.1.3.	Peso à primeira cobrição.....	47
4.1.4.	Eficiência ao desmame.....	50
4.2.	Caracteres Produtivos.....	54
4.2.1.	Peso ao nascimento	54
4.2.2.	Peso ao desmame	55
4.2.3.	Peso ajustado para os 120 dias de idade	57
4.2.4.	Peso ajustado para os 210 dias de idade	58
4.2.5.	Ganho médio diário entre nascimento o desmame	59
4.3.	Consanguinidade	61
4.4.	Avaliação Genética	66
4.4.1.	Peso ao desmame	66
4.4.2.	Intervalo entre partos	74
4.5.	Influência das linhas genéticas nos bovinos de raça Alentejana.....	78
4.6.	Influência das linhas genéticas nos bovinos de raça Mertolenga	84
4.7.	Correlações	87
4.7.1.	Caracteres Reprodutivos.....	87
4.7.2.	Caracteres Produtivos.....	88
5.	Conclusão	91
6.	Bibliografia.....	92
7.	Anexos.....	97

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Média de intervalo entre partos na raça Mertolenga.	3
Tabela 2 - Média de intervalo entre partos na raça Alentejana.....	3
Tabela 3 - Duração do anestro e peso da vaca ao parto (Adaptado de Horta et al., 1990).	4
Tabela 4 - Duração do período de aciclia ovárica, por época de parto, em vacas primíparas e pluríparas (Adaptado de Horta et al., 1990).....	5
Tabela 5 - Intervalo entre partos, em função da idade da fêmea ao parto (Adaptado C. Belo et al.,2013).....	5
Tabela 6 - Peso vivo em adulto e peso mínimo para a primeira cobrição, nas raças Alentejana e Mertolenga.....	7
Tabela 7 - Peso médio ao nascimento nas raças Alentejana e Mertolenga.....	9
Tabela 8 – Peso médio ao nascimento em função do sexo do vitelo, na raça Alentejana.	9
Tabela 9 - Peso médio ao nascimento em função do sexo do vitelo, na raça Mertolenga.....	9
Tabela 10 - Idade média ao desmame, na raça Mertolenga.	11
Tabela 11 - Peso médio ao desmame na raça Mertolenga.	11
Tabela 12 - Peso médio corrigido para os 210 dias de idade, na raça Alentejana.	13
Tabela 13 – Peso médio corrigido para os 210 dias de idade, na raça Mertolenga.	13
Tabela 14 – Ganho médio diário, entre o nascimento e o desmame, em função do sexo do vitelo, na raça Alentejana.....	14
Tabela 15 - Ganho médio diário, entre o nascimento e o desmame, em função do sexo do vitelo, na raça Mertolenga.	14
Tabela 16 - Informação disponível para análise estatística dos caracteres produtivos e reprodutivos no efectivo de raça Alentejana.....	31
Tabela 17 - Informação disponível para análise estatística dos caracteres produtivos e reprodutivos no efectivo de raça Mertolenga.	32
Tabela 18 - Informação disponível para determinação do CCA e estimativa dos VG no efectivo de raça Alentejana.....	32
Tabela 19 - Informação disponível para determinação do CCA e estimativa dos VG no efectivo de raça Mertolenga.	33

Tabela 20 - Factores de variação a incluir no modelo geral de cada caracter reprodutivo.	33
Tabela 21 - Factores de variação a incluir no modelo geral de cada caracter produtivo.	34
Tabela 22 - Factores de correcção para o sexo do animal.	34
Tabela 23 - Factores de variação a incluir no modelo final de cada caracter reprodutivo.	35
Tabela 24 - Factores de variação a incluir no modelo final de cada caracter produtivo.	35
Tabela 25 - Parâmetros genéticos e ambientais considerados para a avaliação genética do peso ao desmame.	38
Tabela 26 - Parâmetros genéticos e ambientais considerados para a avaliação genética do intervalo entre partos.	39
Tabela 27 - Média do IEP, em função das classes de idade da vaca, nas raças Alentejana e Mertolenga.	41
Tabela 28 – Média do IEP, em função do mês de parto, na raça Alentejana.	42
Tabela 29 – Média de IEP, em função de cada família de machos da raça Alentejana.	43
Tabela 30 – Média de IEP, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.	43
Tabela 31 - Média de IPB, em função idade da vaca ao parto, nas raças Alentejana e Mertolenga. .	44
Tabela 32 - Média de IPB, em função do mês de parto na raça Alentejana.	45
Tabela 33 - Média de IPB, em função de cada família de machos da raça Alentejana.	46
Tabela 34 - Média de IPB, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.	47
Tabela 35 - Média de P1 ^a C, em função da IAN, na raça Alentejana.	48
Tabela 36 - Média P1 ^a C, em função do mês de parto, na raça Mertolenga.	48
Tabela 37 - Média de P1 ^a C, em função de cada família de machos de raça Alentejana.	49
Tabela 38 - Média de P1 ^a C, em função de cada família de machos de raça Mertolenga.	50
Tabela 39 - Média da EFD, em função da idade da vaca ao parto, na raça Alentejana e Mertolenga.	51
Tabela 40 - Média da EFD, em função do mês de parto, na raça Alentejana e Mertolenga.	52
Tabela 41 - Média EFD, em Kg/dia e em €/dia, em função de cada família de machos da raça Alentejana.	53
Tabela 42 - Média EFD, em Kg/dia e em €/dia, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.	53

Tabela 43 – Peso médio ao nascimento, em função do sexo do vitelo, nas raças Alentejana e Mertolenga.....	54
Tabela 44 – Peso médio ao nascimento, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.....	54
Tabela 45 – Peso médio ao nascimento, em função de cada família de machos na raça Alentejana.	55
Tabela 46 – Peso médio ao desmame, em função do sexo do vitelo, nas raças Alentejana e Mertolenga.....	56
Tabela 47 - Peso médio ao desmame, em função do mês de nascimento, nas raças Alentejana e Mertolenga.....	56
Tabela 48 – Peso médio ao desmame, em função de cada família de machos da raça Alentejana...	57
Tabela 49 - Peso médio ao desmame, em função de cada família de machos da raça Mertolenga..	57
Tabela 50 – Peso médio ajustado para os 120 dias de idade, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.....	58
Tabela 51 - P210 médio, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.....	59
Tabela 52 - GMD N-D, em função do sexo, nas raças Alentejana e Mertolenga.....	59
Tabela 53 - GMD N-D, em função de cada família de machos da raça Alentejana.	60
Tabela 54 - GMD N-D, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.....	60
Tabela 55 - GMD N-D, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.	61
Tabela 56 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de machos da raça Alentejana.	62
Tabela 57 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.....	62
Tabela 58 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de fêmeas da raça Alentejana.	63
Tabela 59 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de fêmeas da raça Mertolenga.....	65
Tabela 60 - Outputs do MTDFREML para o PD.....	66
Tabela 61 - Valor genético directo para o PD, para cada família de machos da raça Alentejana.	69
Tabela 62 - Valor genético directo para o PD, para cada família de machos da raça Mertolenga.....	70
Tabela 63 - Valor genético materno para o PD, para cada família de machos de raça Alentejana....	71

Tabela 64 - Valor genético materno para o PD, para cada família de fêmeas da raça Alentejana. ...	72
Tabela 65 - Valor genético materno para o PD, para cada família de machos da raça Mertolenga. .	73
Tabela 66 - Valor genético materno para o PD, para cada família de fêmeas da raça Mertolenga...	74
Tabela 67 - Outputs do MTDFREML para o IEP.	75
Tabela 68 - Valor genético para o IEP, para cada família de machos da raça Alentejana.....	77
Tabela 69 - Valor genético para o IEP, para cada família de machos da raça Mertolenga.	77
Tabela 70 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres reprodutivos da raça Alentejana.	78
Tabela 71 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres produtivos da raça Alentejana.	79
Tabela 72 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres reprodutivos da raça Alentejana.	81
Tabela 73 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres produtivos da raça Alentejana.	83
Tabela 74 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres reprodutivos da raça Mertolenga.....	84
Tabela 75 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres produtivos da raça Mertolenga.....	85
Tabela 76 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres reprodutivos da raça Mertolenga.....	86
Tabela 77 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres produtivos da raça Mertolenga.	87
Tabela 78 – Correlações lineares entre os caracteres reprodutivos.	88
Tabela 79 - Correlações lineares entre os caracteres produtivos.	89

Índice de Figuras

Figura 1 - Influência da idade da vaca no peso ao nascimento (Sonohata et al., 2013).	10
Figura 2 - Influência da idade da vaca no peso ao desmame (Sonohata et al., 2013).	12
Figura 3 - Componentes da performance ao desmame de bovinos de carne (adaptado de Carolino, 1999).	24
Figura 4 - Distribuição do valor genético directo e materno para o PD, na raça Alentejana.	67
Figura 5 - Distribuição do valor genético directo e materno para o PD, na raça Mertolenga.	68
Figura 6 - Distribuição do valor genético para o IEP na raça Alentejana.	75
Figura 7 - Distribuição do valor genético para o IEP na raça Mertolenga.	76

Índice de Anexos

Anexo 1 - Modelos estatístico-matemáticos gerais para análise dos caracteres reprodutivos.	97
Anexo 2 - Modelos estatístico-matemáticos gerais para análise dos caracteres produtivos.	98
Anexo 3 – Modelos estatístico-matemáticos finais para análise dos caracteres reprodutivos.	99
Anexo 4 - Modelos estatístico-matemáticos finais para análise dos caracteres produtivos.	99

Lista de Abreviaturas

% - Percentagem

€ - Euro

BLUP – Modelo Animal – Best Linear Unbiased Prediction

CCA - Coeficiente de consanguinidade

Cov(IVN) - Covariante da idade da vaca quando nasceu o animal

Cov(IVP) - Covariante da idade da vaca ao parto

Cov(ID) - Covariante da idade ao desmame

Cov(IVN²) - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando nasceu o animal

Cov(IVP²) - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando pariu

Cov(Var-Peso) - Covariante da variação de peso, da vaca, entre o parto e entrada do touro na vacada

EFD - Eficiência ao desmame

Famílias F - Famílias de fêmeas

Famílias M - Famílias de machos

GMD N-D - Ganho médio diário entre o nascimento e o desmame

IAN - Idade da avó do animal, quando nasceu a mãe

ID - Idade ao desmame

IEP - Intervalo entre partos

IPB - Intervalo entre o parto e a beneficiação

IVN - Idade da vaca quando nasceu o animal

IVP - Idade da vaca ao parto

LH – Hormona luteinizante

Kg - Quilograma

MTDFREML – Multiple Trait Derivate-Free Restrired Maximum Likelihood

Nasc. – Nascimento

Nº - Número

P120 – Peso ajustado para os 120 dias de idade

P1ªC - Peso da fêmea à primeira cobrição

P210 - Peso ajustado para os 210 dias de idade

PD - Peso ao desmame

PN - Peso ao nascimento

VG - Valor genético

VG - IEP - Valor genético para o intervalo entre partos

VG –PDm - Valor genético materno para o peso ao desmame

VG-PDd - Valor genético direto para o peso ao desmame

1. Introdução

A produção de carne de bovino, no Alentejo, é feita em regime extensivo ou semiextensivo. Os efetivos reprodutores são constituídos principalmente por fêmeas de raças autóctones, usadas em linha pura, a fim de obter o maior proveito da capacidade de adaptação aos solares destas raças e tentando maximizar o seu potencial genético (Roquete, 1994). As raças autóctones são dotadas de características únicas que diferem entre si. Porém considera-se que, em geral, têm boas aptidões maternais, são bem adaptadas às regiões onde pertencem, tendo a capacidade de utilizar de forma eficiente os recursos alimentares precários das regiões.

A partir da análise das características reprodutivas e produtivas é possível avaliar as populações de animais e estudar a eficiência do sistema (Cal, 2017). Esta avaliação é obtida a partir da comparação entre valores de determinadas características reprodutivas e produtivas, e os valores biologicamente possíveis ou ideais. Atendendo a que estamos num período em que a maioria dos produtores pecuários estão sujeitos a restrições económicas graves, torna-se imprescindível a análise dos vários fatores que poderão contribuir para a maior rentabilização das explorações pecuárias (Bettencourt e Romão, 2009)

Os dados reprodutivos e produtivos de um animal correspondem ao valor do fenótipo do animal para o carácter em causa. Então é importante que se entenda que o fenótipo é a resultante da combinação da componente genética do animal, com a componente ambiental a que este é sujeito (Gama, 2002).

Quando se pretende selecionar animais elegem-se os que melhor satisfaçam os objetivos do criador. Assim proporciona-se a reprodução preferencial de alguns genótipos, aumentando as frequências de genes favoráveis à expressão do(s) carácter(es) desejado(s), obtendo descendentes com valores genéticos mais elevados (Gama, 2002).

N. Carolino, Gama e Carolino (2000) constataram que a seleção de animais só será eficaz se tiver por base os valores genéticos, estimados para cada animal candidato à seleção. Cada indivíduo tem um valor genético para cada carácter e esse valor expresso a diferença do animal, em relação à média da população (Gama, 2002). O valor genético real do animal nunca chega a ser conhecido, mas pode ser estimado com maior ou menor precisão. A avaliação genética com o BLUP – Modelo Animal é a metodologia mais precisa para este fim e é relativamente simples de pôr em prática, desde que existam dados produtivos e genealógicos, e o carácter a avaliar seja transmissível (N. Carolino, et al., 2000).

Os métodos de seleção utilizados nem sempre são os mais eficazes e, em tempos mais remotos, o método de seleção que vigorava tinha como único critério a genealogia do animal. O

objetivo deste trabalho incidiu na análise das influências das linhas genéticas de machos e de fêmeas das raças Alentejana e Mertolenga, nas diversas características reprodutivas e produtivas de interesse zootécnico e económico, bem como na consanguinidade e no valor genético. Este trabalho foi desenvolvido com recurso a registos reprodutivos e produtivos obtidos em vacadas das raças Alentejana e Mertolenga, sendo a análise feita em separado para cada raça.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Caracteres Reprodutivos

2.1.1. Intervalo entre partos

Segundo Romão (2013), o intervalo entre partos (IEP) corresponde ao período de tempo que decorre entre cada parto. Para N. Carolino, et al., (2000) este parâmetro mede, de forma simples e eficaz, a eficiência reprodutiva dos bovinos, pois combina num único valor: o intervalo entre parto e o primeiro cio; o número e duração dos vários ciclos éstricos até à concepção e, o tempo de gestação. C. Belo, Belo, Felício, Martins e Domingos (2013) acrescentam que o IEP, além de representar um conjunto de efeitos ligados à vaca, representa também efeitos associados ao vitelo, como por exemplo, o desenvolvimento embrionário e também efeitos relacionados com o touro, como questões associadas ao sémen e ao líbido.

O intervalo entre partos deverá ser próximo de 365 dias, segundo Romão (2013). Embora o referido autor reconheça não ser fácil atingir este valor, em condições de sistema extensivo de produção, considera então razoável, os 400 dias para IEP médio. O maior ou menor valor do intervalo médio entre partos de uma vacada é determinante para o maior ou menor número total de vitelos desmamados e, conseqüentemente, vendidos (N. Carolino et al., 2000). Assim, um efetivo com um menor IEP irá desmamar um maior número de vitelos contribuindo para um maior rendimento da exploração. Tendo em conta o estudo realizado por C. Belo et al., (2013), o IEP de vacas aleitantes, em regime extensivo de produção, apresentou valores entre os 420 e os 430 dias. Para a raça Alentejana e Mertolenga, encontraram-se os valores apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1 - Média de intervalo entre partos na raça Mertolenga.

Referência Bibliográfica	Roquete (1994)	ACBM (2012)	ACBM (2013)	ACBM (2014)	ACBM (2015)	Madeira et al., (2015)	ACBM (2017a)	Cal (2017)
IEP (dias)	410,0 ± 88	460 ± 150	463 ± 153	467 ± 156	466 ± 155	373,08 ± 62,09	449 ± 140	437,5 ± 107,9

Tabela 2 - Média de intervalo entre partos na raça Alentejana.

Referência Bibliográfica	Carolino (2006)	Ferreira (2014)	Madeira et al., (2015)	ACBRA (2017a)
IEP (dias)	442,74 ± 137,36	447 ± 105	407,51 ± 86,70	442 ± 137

De acordo com N. Carolino et al., (2000) o IEP é afetado por diversos fatores, tanto de natureza genética, bem como de natureza ambiental. É exemplo disso, o efeito da exploração, a alimentação, a idade da fêmea, a época do ano em que pariu, o ano de parto, o mês de parto e o sexo do vitelo. Os autores acrescentam ainda que uma exploração em que se verifique um valor superior de IEP comparativamente com outra, não significa que a primeira seja geneticamente superior para o IEP. O facto pode dever-se a um melhor manejo alimentar.

É importante perceber que o IEP inclui outros intervalos de tempo, como constata Bettencourt e Romão (2009), referindo o intervalo entre ciclos éstricos e o intervalo parto-conceção. Sabendo que a duração da gestação é de 285 a 290 dias e que o intervalo entre ciclos éstricos é de 21 dias, para que se atinja um IEP de 365 dias, o intervalo entre parto e a beneficiação fecundante (IPB), terá de ser de 75-80 dias após o parto. A fim de existir conceção é necessário que a fêmea entre em cio. No entanto, após o parto existe um anestro, causado pela involução uterina, que dura cerca de 40 dias, e pelo retorno da atividade ovárica. Este retorno requer tempo, pois devido as baixas concentrações de hormona luteinizante (LH) existentes pós-parto, os folículos dominantes são incapazes de ovular. O início da atividade ovárica pós-parto, será tanto mais tardia, quanto menor for a condição corporal da fêmea ao parto. Segundo Horta, Vasques, Leitão e Silva (1990) existe uma correlação negativa entre o peso da vaca ao parto e duração do período de aciclia ovárica (Tabela 3).

Tabela 3 - Duração do anestro e peso da vaca ao parto (Adaptado de Horta et al., 1990).

Ano	Duração do anestro (dias)	Peso da vaca ao parto (Kg)
1986	63,8	562
1989	47,2	662

Carolino (2006), afirma que o reinício da atividade ovárica não é independente da condição corporal do efetivo reprodutor. No momento do parto existe um acréscimo nas necessidades nutricionais. Para além do acréscimo desencadeado pelo último terço da gestação, soma-se agora as necessidades alimentares associadas à lactação. Em suma, no momento do parto a vaca tem necessidades alimentares para manutenção, gestação e lactação. Se o alimento que ingere, não for suficiente para suprir todas as necessidades, o animal entrará em balanço energético negativo. O recurso à mobilização das suas reservas corporais, será o meio de satisfazer as necessidades. Se o animal chega ao parto em balanço energético negativo, serão desencadeadas alterações a nível hormonal, nomeadamente ao nível das concentrações LH, e a aciclia ovárica prolongar-se-á. Quando se trata de primíparas, fêmeas que pariram apenas uma vez, o balanço energético negativo tem tendência a ser mais acentuado, uma vez que a estes animais, também estão associadas as

necessidades de crescimento (Cal, 2017). Segundo Horta et al., (1990), a aciclia ovárica em fêmeas primíparas dura, em média, $82,1 \pm 49,4$ dias, e em pluríparas $59,8 \pm 36,6$ dias. Os referidos autores, afirmam ainda que o início da atividade ovárica ocorre mais cedo em fêmeas paridas no Verão, em comparação com fêmeas paridas no Inverno (Tabela 4). No inverno a atividade reprodutiva das fêmeas, está muito dependente da disponibilidade de pastagem (C. Belo et al.,2013).

Tabela 4 - Duração do período de aciclia ovárica, por época de parto, em vacas primíparas e pluríparas (Adaptado de Horta et al., 1990).

Época de Parto	Duração da aciclia (dias)	
	Primíparas	Pluríparas
Agosto a Outubro	$35 \pm 19,7$	$33 \pm 16,5$
Janeiro a Março	$111 \pm 39,0$	$74 \pm 36,5$

A fim de que a eficiência reprodutiva não seja comprometida, particularmente no que respeita ao menor IEP, é fundamental que sejam mantidos certos valores da condição corporal (Cal, 2017).

C. Belo et al., (2013) constatou que o IEP também é influenciado pela idade da vaca ao parto (IVP). A Tabela 5 mostra que fêmeas com idades intermédias têm valores de IEP mais reduzidos do que fêmeas mais jovens ou com idades mais avançadas. O mesmo foi constatado por Carolino (2006), que afirmou ainda que o IEP tende a diminuir até aos 8,5 anos de idade e que, a partir daí, há uma tendência para aumentar. N. Carolino et al., (2000) justifica que as fêmeas mais jovens apresentam IEP superiores, quando comparadas com as fêmeas adultas, devido às suas necessidades alimentares serem superiores (necessidades alimentares associadas ao crescimento). Madeira et al., (2015), não encontraram diferenças significativas em relação à influência da idade da fêmea no IEP.

Tabela 5 - Intervalo entre partos, em função da idade da fêmea ao parto (Adaptado C. Belo et al.,2013).

Idade da fêmea ao parto (anos)	IEP (dias)
1,5 a 2,5	486
2,5 a 3,5	471
5,5 a 7,5	427
Mais de 7,5	441

O ano de parto afeta o IEP, uma vez que os sistemas de produção de bovinos de carne em regime extensivo, estão muito dependentes das condições climática, para a produção de pastagem, em termos de quantidade e de qualidade (N. Carolino et al., 2000; Carolino, 2006).

Relativamente ao mês de parto, N. Carolino et al., (2000), num estudo realizado em bovinos de raça Mertolenga, obteve valores significativos para a influência do mês de parto, no IEP. Os valores mais baixos foram registados em animais que pariram no Verão. O referido autor diz, também, que o reinício da atividade cíclica foi mais precoce em vacas paridas entre Julho e Outubro, e mais tardio nas vacas paridas no Inverno. Resultados semelhantes foram observados na raça Alentejana (Carolino, 2006). Ferreira (2014), obteve valores mais elevados do IEP em vacas paridas no Inverno e no Verão, sendo estas as épocas do ano em que a produção de pastagem é reduzida. O mesmo autor justifica esses valores de IEP, com a possibilidade da escassez alimentar a que os animais foram sujeitos no início e durante a lactação, originando um balanço energético negativo acentuado, com reflexos negativos no reinício da atividade ovária.

Carolino (2006), verificou que o IEP, na raça Alentejana, foi influenciado pelo sexo do vitelo. As vacas que pariram machos tiveram, em média, mais 5,1 dias de IEP, quando comparadas com vacas que pariram fêmeas. Por outro lado, Castro et al. (2012), na raça Mertolenga, não obtiveram dados significativos para a influência do sexo do vitelo, no IEP da vaca.

2.1.2. Peso à primeira cobrição

A recria de novilhas de reposição é uma das componentes críticas de uma exploração de bovinos de carne (Grings, Geary, Short & MacNeil, 2007). Os custos inerentes à recria deste animais, só têm retorno quando se obtêm descendentes dos mesmos. Assim é imperativo que: as novilhas fiquem gestantes no início da época de cobrição; que não tenham problemas de parto; que tenham um intervalo entre partos nos valores desejáveis e que tenham uma longa vida produtiva (Engelken, 2008). Estes animais representam a nova geração de fêmeas reprodutoras do efetivo.

Para que as novilhas atinjam a puberdade, fase da vida em que a fêmea se consegue reproduzir (Moran, Quirke & Roche, 1989), deve-se ter em conta a influência que a idade do animal e o peso corporal têm sobre esta característica fisiológica (Engelken, 2008). As exigências nutricionais destes animais são bastantes elevadas pois, nesta fase produtiva, têm necessidades de manutenção, de crescimento e de reprodução, sendo esta a ordem de satisfação de necessidades. Caso a alimentação disponibilizada aos animais não seja suficiente para satisfazer as necessidades, os animais começam por não se reproduzirem. Como tal, o estado nutricional é um dos fatores a ter em conta quando se pretende colocar animais, pela primeira vez, à cobrição.

Roquete (1994) afirma que, para se obter o máximo resultado ao primeiro parto, deve considerar-se, em conjunto, a idade e o peso à primeira cobertura (P1ªC). No entanto nos sistemas de produção de bovinos, em regime extensivo, os produtores têm épocas fixas de cobertura. Como tal, na prática, os produtores não têm em conta o peso do animal, para entrada à primeira cobertura, mas sim a idade do animal, a fim de este ingressar no manejo reprodutivo estipulado. Roquete (1994) aponta os 60% do peso vivo em adulto como sendo o peso ideal para a primeira cobertura. O que está de acordo com Engelken (2008), Funston, Martin, Lanrson e Roberts (2011) e Perry (2016) referem que as novilhas devem ser colocadas em reprodução, pela primeira vez, quando atingem entre os 60 a 65 % do seu peso vivo em adulto. Tendo em consideração o que anteriormente foi referido, deduz-se que as fêmeas da raça Alentejana devem ser colocadas à cobertura com peso superiores a 360 Kg e as da raça Mertolenga, com pesos superiores a 192 Kg (Tabela 6).

Tabela 6 - Peso vivo em adulto e peso mínimo para a primeira cobertura, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Raça	Peso em adulto (Kg)	Peso mínimo para a primeira cobertura (Kg)	Referência bibliográfica
Alentejana	600 a 700	360 a 420	ACBRA (2017b)
Mertolenga	360 a 420	192 a 265	ACBM (2017b)

Engelken (2008), afirma que o peso à primeira cobertura será afetado pela componente genética do animal, pela raça, pela época de nascimento e pelo ganho médio diário após o desmame.

2.1.3. Eficiência ao desmame

A eficiência de uma vaca, ao desmame (EFD), é muitas vezes medida através da razão entre o peso do bezerro ao desmame e o peso da mãe. A raça Mertolenga consegue desmamar 40% do seu peso, em linha pura (Castro et al., 2012). No entanto, existe forma de avaliar a eficiência da vaca ao desmame: a razão entre o peso do seu descendente ao desmame e os dias de intervalo entre partos, indica os quilogramas de vitelo que essa fêmea produziu, por dia. Se a esta razão se multiplicar o preço do quilograma de vitelo ao desmame, obtém-se o valor, em unidades monetárias, que uma vaca produz diariamente. Este exercício tornar-se mais interessante se se conhecer o custo diário da alimentação da vaca. Assim, se a este se subtrair o valor, que o animal produz, fica-se a saber se a progenitora em causa deu lucro ou prejuízo, ao produtor. Exemplifica-se agora o acima descrito, com valores para a raça Alentejana: considere-se o peso ao desmame de

213 Kg (Carolino, 2006), o intervalo entre partos de 443 dias (Carolino, 2006), o preço de vitelo ao desmame de 3,10€/Kg (AJASUL, 2018) e o custo diário de alimentação de uma vaca de 0,75€ (Silva, Castros & Roquete, 2007). Procedendo aos cálculos, chega-se a uma eficiência ao desmame de 0,481 Kg/dia, que se traduz em 1,49€/dia. Subtraindo este valor ao custo diário de alimentação de uma vaca conclui-se que esta progenitora gera um lucro diário de 0,75€.

Esta eficiência ao desmame será influenciada pelos mesmos fatores que influenciam os seus componentes: peso ao desmame e intervalo entre partos.

2.2. Caracteres Produtivos

2.2.1. Peso ao nascimento

O Peso ao nascimento (PN) é avaliado no momento do nascimento, ou até 24 horas após o parto. Este carácter é essencial para o cálculo do: ganho médio diário entre o nascimento e o desmame (GMD N-D); peso ajustado para os 120 (P120) e para os 210 dias de idade (P210). Além disso é um indicador da facilidade de parto (Laranjinha et al., 2015). Eriksson et al., (2004), citados em Carolino (2006), afirmam que o PN está altamente correlacionado com a incidência de distócias, com problemas reprodutivos e, moderadamente, correlacionado com o peso ao desmame.

O sexo do vitelo é referenciado em várias raças e por diversos autores, como um importante fator de variação no PN, sendo os machos, sempre superiores às fêmeas (Roquete, 1994; Fonseca, Galvão & Rodrigues, 2003; Mendonça, 2003; Carolino, 2006). Nas Tabelas 7, 8 e 9 encontram-se valores para o PN, obtidos em estudos realizados nas raças Alentejana e Mertolenga.

Tabela 7 - Peso médio ao nascimento nas raças Alentejana e Mertolenga.

PN Médio (Kg)		Referência Bibliográfica
Alentejana	32,97 ± 3,69	Madeira et al. (2015)
Mertolengo	25,65 ± 5,76	

Tabela 8 – Peso médio ao nascimento em função do sexo do vitelo, na raça Alentejana.

PN médio (Kg)		Referência Bibliográfica
Machos	34,5	Carolino (2006)
Fêmeas	32,1	

Tabela 9 - Peso médio ao nascimento em função do sexo do vitelo, na raça Mertolenga.

PN médio (Kg)		Referência Bibliográfica
Machos	26,1	Roquete (1994)
Fêmeas	24,3	

A produção de bovinos, em regime extensivo, está muito dependente da produção de pastagem, que por sua vez está muito dependente das condições climáticas. O clima Mediterrâneo, caracterizado por distribuição irregular da precipitação e por grandes amplitudes térmicas, leva a que a disponibilidade de alimento não seja regular ao longo do ano (Carolino,

1999). A pastagem é a base da alimentação dos bovinos, por consequência todos os seus caracteres produtivos são influenciados pela quantidade e qualidade de pastagem. Este facto levou a que Barcellos & Lobato (1992a; 1992b), citados por Mendonça (2003), afirmassem que a época de nascimento influencia o PN dos bezerros. Carolino (2006) constata que animais nascidos na primavera têm PN mais elevados, provavelmente devido à maior disponibilidade de alimento que as mães têm nesta altura do ano. Em anos em que a precipitação é reduzida, a pastagem disponível para a alimentação animal, pode ser escassa, considerando-se também, o ano como fator de variação. Posto isto constata-se que animais nascidos em anos ou meses diferentes, beneficiam de uma alimentação diferente, que se pode refletir em performances de crescimento diferentes. Como tal Carolino (2006) afirma que o efeito do ano de nascimento dos animais, por norma reflete o manejo praticado em cada ano e as disponibilidades alimentares, que normalmente diferem bastante de ano para ano.

Sonohata, De Abreu e Oliveira (2013), verificaram que a idade da vaca, influencia diretamente o PN. Os citados autores obtiveram melhores performances em animais, cujas mães estavam no pico da sua vida produtiva, ou seja, que tinham atingido a sua maturidade fisiológica (Figura 1). Carolino (2006), em bovinos da raça Alentejana, registou pesos elevados, descendentes de vacas com idades intermédias (8,5 a 10 anos). Os valores mais baixos foram registados, em filhos de vacas no início da vida produtiva, mas principalmente, em vitelos cujas mães tinham mais 15 anos (Carolino, 2006). Este autor afirma, ainda, que a idade a que a vaca atinge o seu máximo produtivo é muito variável, dependendo da raça, da idade ao primeiro parto e do número de partos anteriores.

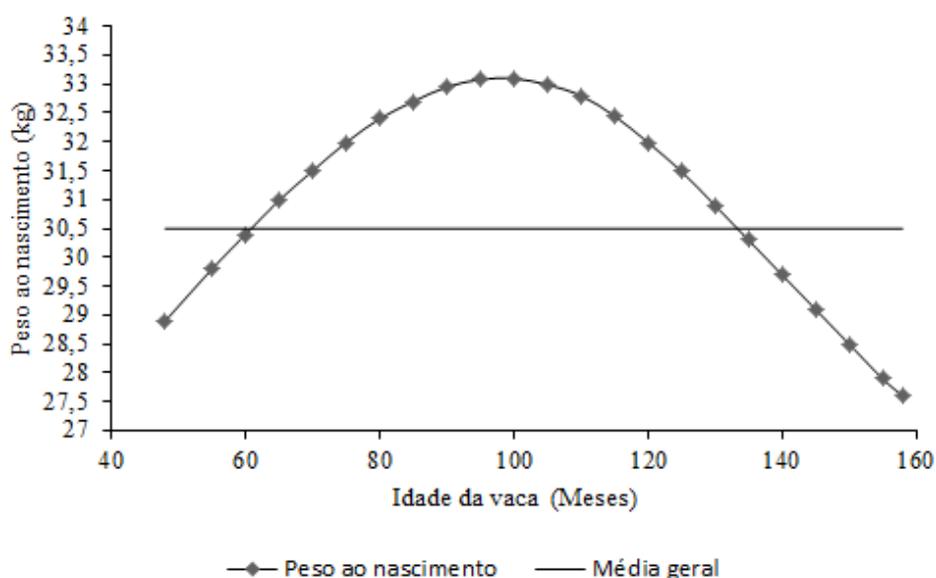


Figura 1 - Influência da idade da vaca no peso ao nascimento (Sonohata et al., 2013).

2.2.2. Peso ao desmame

O Peso ao desmame (PD) é avaliado no momento do desmame, entre os seis a oito meses de idade, fase da vida em que o vitelo é separado da sua progenitora (Tabela 10). O peso ao desmame é considerado como um bom indicador da capacidade de crescimento do vitelo, bem como da capacidade maternal da vaca, constituindo um caracter de elevada importância económica e biológica (Roquete, 1994). Segundo De Paz, Albuquerque e Fries (1999), a fase de crescimento até ao desmame, em animais destinado à produção de carne, é muito importante. Os mesmos autores referem que é neste período de tempo que as taxas de crescimento são mais elevadas, durante a vida produtiva do animal.

Tabela 10 - Idade média ao desmame, na raça Mertolenga.

Idade média ao do desmame (dias)		Referência Bibliográfica
Machos	203	Roquete (1994)
Fêmeas	204	
Média	204	

Carolino (1999) afirma que a performance de desmame do vitelo é bastante afetada pelas características maternas, nomeadamente, a produção de leite, que representa parte da sua alimentação.

Tendo em conta Carolino (2006), a velocidade de crescimento dos machos, desde o nascimento, é superior em relação às fêmeas, obtendo assim melhores performances ao desmame. O mesmo foi observado por Roquete (1994), num efetivo de raça Mertolenga (Tabela 11).

Tabela 11 - Peso médio ao desmame na raça Mertolenga.

Peso ao desmame (Kg)		Referência bibliográfica
Machos	157	Roquete (1994)
Fêmeas	140	
Média	152	

Carolino (2006) constatou, também, que a idade da vaca influenciou o peso ao desmame, dos descendentes. Os filhos de vacas com apenas 2 anos de idade ao parto ou com cerca de 15 anos, pesaram aproximadamente menos 40 Kg, quando comparados com filhos de vacas com idades intermédias (Carolino, 2006). O Peso ao desmame tende a aumentar com a idade da vaca ao

parto, até que esta atinja a maturidade fisiológica. Após a maturidade, a tendência é existir uma redução no peso ao desmame (Pelicioni, Pascoa, Muniz & Queiroz, 2002; Sonohata et al., 2013) (Figura 2). Butson et al., (1980), citados por Carolino (1999), afirmaram que a idade da vaca ao parto representa cerca de 45% da variabilidade do peso dos vitelos ao desmame.

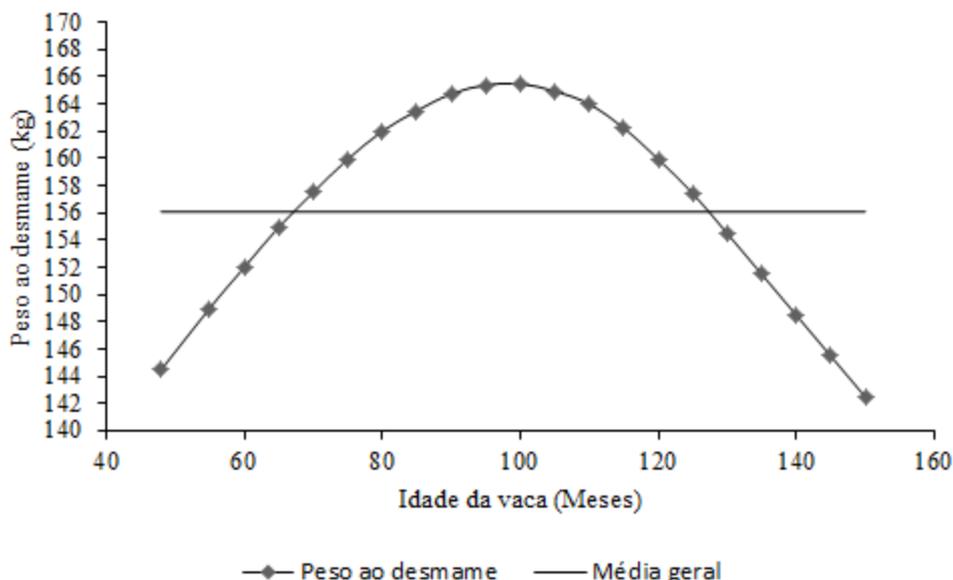


Figura 2 - Influência da idade da vaca no peso ao desmame (Sonohata et al., 2013).

A época do ano e o mês em que o vitelo nasce também influenciam o seu peso ao desmame. Carolino (2006), citando um trabalho realizado em bovinos de raça Alentejana por Carolino et al., (1997), afirmou que vitelos nascidos no inverno (Novembro a Janeiro) tiveram pesos superiores ao desmame, em relação a vitelos nascidos no verão. À semelhança do peso ao nascimento, também o peso ao desmame é influenciado pelas disponibilidades alimentares, ou seja, pela produção de pastagem. A quantidade e qualidade da pastagem vão interferir na quantidade e qualidade de leite produzido pelas mães, que representa grande parte da alimentação dos vitelos, levando assim que a produção de pastagem interfira na performance dos vitelos ao desmame.

2.2.3. Peso ajustado para os 120 e para os 210 dias de idade

O peso de um animal, a qualquer idade, é influenciado por vários fatores ambientais. Uma forma de remover parte da sua influência é através do ajustamento estatístico. Este consiste em adicionar ou multiplicar um fator de correção adequado, ao peso observado, permitindo a conversão de todas as observações para uma base comum de comparação. O ajustamento do peso para os 120 (P120) e para os 210 (P210) dias de idade, permite remover uma fonte de variação não

genética, como é o caso das idades a que se efetuam as pesagens (De Paz et al., 1999; Carolino, 2006).

O P120 tem como objetivo avaliar a capacidade leiteira da mãe, pois até essa idade o vitelo alimenta-se essencialmente do leite materno. Por outro lado o P210 tem como objetivo avaliar a capacidade de crescimento do vitelo, na perspectiva da sua aptidão para a produção de carne. Alguns autores utilizam o P210 em substituição do PD. Carolino, Gama, Rodrigues e Bento (2003) estimaram o P120 e o P210 através das seguintes fórmulas:

$$\left[\frac{(P2-P1)}{(Id2-Id1)} \times (120 - Id1) \right] + P1$$

$$\left[\frac{(P2-P1)}{(Id2-Id1)} \times (210 - Id1) \right] + P1$$

Onde:

P1: Peso à primeira pesagem; P2: Peso à segunda pesagem; Id1: Idade à primeira pesagem; Id2: Idade à segunda pesagem.

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentados valores médios para o P210, na raça Alentejana e Mertolenga.

Tabela 12 - Peso médio corrigido para os 210 dias de idade, na raça Alentejana.

		Referência bibliográfica		
		Samora e Roquete (2000)	Carolino (2006)	Pedroso (2006)
P210 (Kg)	Machos	228	-	-
	Fêmeas	208	-	-
	Média	-	213, 1 ± 42,1	209

Tabela 13 – Peso médio corrigido para os 210 dias de idade, na raça Mertolenga.

		Referência bibliográfica				
		Castro et al., (2012)	ACBM (2013)	ACBM (2014)	ACBM (2015)	ACBM (2016)
P210 (Kg)	Machos	171,1 ± 0,4	172,7 ± 39,0	175,4 ± 42,7	176,4 ± 41,8	177,4 ± 42,2
	Fêmeas	156,9 ± 0,4	152,3 ± 31,7	153,7 ± 33,2	154,4 ± 32,9	155,2 ± 33,2
	Média	164	162,9 ± 37,1	165,3 ± 39,8	166,3 ± 39,5	167,3 ± 39,9

2.2.4. Ganho médio diário entre o nascimento e o desmame

Ganho médio diário entre o nascimento e o desmame (GMD N-D), é obtido através da razão entre o peso ao desmame e a idade ao desmame. Segundo Roquete (1994), esta razão expressa o real comportamento do vitelo desde o nascimento até ao desmame, medindo a capacidade maternal da vaca e o potencial genético do vitelo, de forma interrelacionada. Carolino (2006) afirma que espelha a velocidade de crescimento dos animais.

À semelhança dos restantes caracteres produtivos, também o GMD N-D pode ser influenciado pela idade da vaca. Estudos desenvolvidos por Teixeira e Albuquerque (2003), permitiram constatar maiores valores de GMDN-D em animais cujas progenitoras estavam próximas dos sete anos de idade. Os referidos autores, também assinalam que o sexo do vitelo influenciou a sua velocidade de crescimento, uma vez que os machos foram superiores às fêmeas. Relativamente ao sexo do vitelo, também outros autores observaram a superioridade dos machos no que se refere à velocidade de crescimento (Tabela 14 e 15).

Tabela 14 – Ganho médio diário, entre o nascimento e o desmame, em função do sexo do vitelo, na raça Alentejana.

		Referência bibliográfica	
		Samora e Roquete (2000)	Pedroso (2006)
GMD N-D (Kg/dia)	Machos	0,981	-
	Fêmeas	0,899	-
	Média	-	0,940

Tabela 15 - Ganho médio diário, entre o nascimento e o desmame, em função do sexo do vitelo, na raça Mertolenga.

		Referência bibliográfica	
		Roquete (1994)	Pedroso (2006)
GMD N-D (Kg/dia)	Machos	0,628 ± 0,129	-
	Fêmeas	0,573 ± 0,115	-
	Média	-	0,560

2.3. Consanguinidade

A consanguinidade surge do acasalamento de indivíduos aparentados, isto é, indivíduos que têm entre si ascendentes comuns e resulta na diminuição de genes heterozigóticos (Gama, 2002; Wall, Brotherstone, Kearney, Wooliams & Coffey, 2005; Malécot 1948, citado em Parland, Kearney, Rath & Berry, 2007). Gama (2002), afirma que ao conceito de consanguinidade estão

agregados o coeficiente de consanguinidade de um indivíduo, o coeficiente de consanguinidade de uma população e a taxa de consanguinidade. O primeiro coeficiente espelha a probabilidade de dois alelos, no mesmo locus, serem iguais por descendência, ou seja, serem cópias de um gene do mesmo ascendente comum (Gama, 2002; Malécot, 1948, citado em Parland et al., 2007). Por outras palavras, pode ser a proporção de *loci* de um indivíduo que, sendo heterozigóticos em indivíduos não consanguíneos, são homozigóticos no indivíduo consanguíneo (Gama, 2002). O coeficiente de consanguinidade de um indivíduo (F_x) pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$F_x = \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} \times (1 + F_c)$$

em que:

F_x – coeficiente de consanguinidade do indivíduo;

n – número de gerações entre os progenitores do indivíduo e o ascendente comum;

F_c – coeficiente de consanguinidade do ascendente comum.

Se o progenitores do indivíduo possuírem mais do que um ascendente comum, o coeficiente de consanguinidade obtém-se através do somatório do coeficiente de consanguinidade dos ascendentes comuns, isto é:

$$F_x = \sum_i \left[\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} \times (1 + F_{c_i}) \right]$$

Quanto ao coeficiente de consanguinidade de uma população entende-se como sendo o decréscimo proporcional, em relação à população base, da proporção de indivíduos heterozigóticos, ou seja, é o coeficiente médio de consanguinidade dos indivíduos que constituem a população. A taxa de consanguinidade, por sua vez, é a proporção de heterozigotia existente, que se perder em cada geração.

Gama (2002), explica que o aumento da consanguinidade de uma população e a consequente diminuição da frequência de heterozigóticos originam uma depressão consanguínea, que se traduz como o decréscimo da produtividade em vários caracteres. Burrow (1993), fez uma vasta revisão sobre a consanguinidade, concluindo que esta teve um efeito negativo sobre o peso ao nascimento e o peso ao desmame, do vitelo. O referido autor constatou que a consanguinidade tem um efeito negativo nas fêmeas recriadas, a nível dos caracteres reprodutivos, nomeadamente: idade à puberdade, idade ao primeiro parto e idade ao segundo parto. Verificou, também, que a consanguinidade das novilhas se reflete negativamente no peso ao desmame do vitelo. Burrow (1993) alerta ainda para o facto de se as mesmas forem 50% consanguíneas, poder representar uma

diminuição de 15 Kg no peso ao desmame do seu descendente. Este carácter é afetado pelo facto de o vitelo ser consanguíneo ou pela sua mãe ser consanguínea. Há, assim, efeitos causados pela consanguinidade do indivíduo e outros causados pela consanguinidade materna (Gama, 2002). Weigel (2001), afirmou que a consanguinidade prejudica o crescimento, a produção de leite, a saúde, a fertilidade e a capacidade de sobrevivência dos animais, podendo causar um impacto económico substancial nas explorações, principalmente, ao nível de explorações destinadas à produção de leite. Carolino (2006), referindo-se à raça bovina Alentejana, afirma que em consequência do incremento da consanguinidade individual, tem existido uma redução evidente nas performances dos animais, nomeadamente, ao nível dos caracteres reprodutivos e produtivos.

Gama (2002) aponta, também, como inconvenientes resultantes do aumento da consanguinidade, o aumento da frequência de genótipos homozigóticos, em muitos casos homozigóticos deletérios que, por norma, se encontram em baixas frequências. O mesmo autor refere, ainda, uma redução da variabilidade genética, que influencia negativamente a eficiência de processos de seleção. Para Carolino (2006), o aumento da consanguinidade pode desencadear o aparecimento de problemas, associados a genes deletérios e uma redução da produtividade dos efetivos. Os problemas, referidos pelo autor, são pouco comuns em explorações comerciais, uma vez que o efetivo reprodutor é constituído por animais cruzados ou então realizam cruzamentos terminais. Carolino (2006), referindo-se à raça bovina Alentejana, afirma que os inconvenientes desencadeados pela consanguinidade têm uma maior probabilidade de acontecer em explorações em linha pura, onde a utilização de determinados reprodutores se realiza de forma mais intensa.

Por outro lado, Gama (2002) apesar de afirmar que o interesse na consanguinidade é limitado, acrescenta que quando a mesma se combinado com a seleção, poderá ter interesse, por facilitar a deteção de portadores de genes recessivos e contribuir para uma mais rápida fixação de alguns genes.

O ato de selecionar animais leva a que alguns indivíduos produzam mais descendentes, para substituição, do que outros, originando o aumento da taxa de consanguinidade. Os métodos de avaliação genética correntemente utilizados, nomeadamente o BLUP - Modelo Animal, que utiliza a informação de toda a genealogia conhecida, também pode conduzir a um aumento da taxa de consanguinidade. Uma vez que os indivíduos aparentados possuem valores semelhantes, se forem os que apresentam os valores genéticos mais altos, serão, então, os animais selecionados (Gama, 2002).

Segundo Weigel (2001) o aumento da consanguinidade ocorre devido ao aumento intensidade de seleção. Por sua vez este aumento é desencadeado pelo uso, em larga escala, das tecnologias auxiliares de reprodução, nomeadamente, a inseminação artificial e a transferências de

embriões, amplamente utilizadas em bovinos leiteiros e, ganhando cada vez mais expressão, em bovinos de carne em linha pura.

2.4. Avaliação Genética

Os dados reprodutivos e produtivos de um animal correspondem ao valor do seu fenótipo, para o carácter em causa. Por exemplo, 250 Kg de peso ao desmame ou 365 dias de intervalo entre partos. Como tal é importante que se entenda que o fenótipo é a junção do genótipo do animal, com a componente ambiental a que este é sujeito e que afeta o carácter (Carolino, 1999; Gama, 2002). De uma forma simplificada representa-se do seguinte modo:

$$P = G + E$$

em que:

P - Fenótipo do animal;

G - Genótipo do animal;

E - Efeitos ambientais.

Quando se pretende selecionar animais, elegem-se os que melhor satisfaçam os objetivos do criador, originando assim a reprodução preferencial de alguns genótipos e consequente o aumento das frequências genéticas favoráveis à expressão do(s) carácter(es) desejados, que permitem a obtenção de descendentes com valores genéticos mais elevados (Gama, 2002). Para se selecionar, muitas vezes apenas se tem informação fenotípica sobre o carácter que, como referido, é a junção da componente genética do animal, com os efeitos ambientais a que este é sujeito. Como tal N. Carolino et al., (2000) afirmaram que a seleção de animais só será eficaz se tiver por base os valores genéticos estimados, para cada animal candidato à seleção. Cada indivíduo tem um valor genético para cada carácter e esse valor expressa a diferença do animal, em relação à média da população, como tal depende da população em que a comparação é feita (Gama, 2002; Carolino et al., 2000). O valor genético real do animal nunca chega a ser conhecido, mas pode ser estimado com maior ou menor precisão. A avaliação genética realizada pelo Best Linear Unbiased Prediction (BLUP – Modelo Animal) é, atualmente, a metodologia mais precisa para estimar o valor genético dos animais e é de simples execução. Apenas se necessita dos dados produtivos e genealógicos, dos animais e dos seus parentes, e que o carácter a avaliar seja transmissível (Carolino et al., 2000).

A primeira etapa de uma avaliação genética é proceder à estimativa de determinados parâmetros genéticos, nomeadamente, a variância, a covariância, a heritabilidade e a repetibilidade. A variância (σ^2) permite medir a variabilidade da característica, na população em

estudo. Para uma selecção eficaz é necessária a existência de variabilidade genética e para um determinado conjunto de situações, a eficiência da selecção é tanto maior, quanto maior for a variância genética (Gama, 2002). Este parâmetro é determinado pela seguinte expressão:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}$$

em que:

σ^2 – Variância genética;

x_i – Valor do indivíduo;

\bar{x} – Média da população;

n – Número de observações.

A covariância mede a tendência de duas variáveis variarem conjuntamente (Gama, 2002), como tal o seu valor depende da variabilidade das variáveis em causa e é de difícil interpretação, pois pode variar entre $-\infty$ a $+\infty$. No caso de ter um valor elevado não significa, necessariamente, que as variáveis estão fortemente associadas, pois esse valor pode ser devido à grande variabilidade de uma delas. A covariância do carácter, com ele próprio, é igual à sua variância. A covariância entre dois caracteres pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$Cov(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n - 1)}$$

em que:

$Cov(x, y)$ – Covariância entre x e y ;

x_i – Valor do indivíduo para a variável x ;

\bar{x} – Média da população para variável x ;

y_i – Valor do indivíduo para a variável y ;

\bar{y} – Média da população para a variável y ;

n – Número de observações

A repetibilidade (re) é calculada em caracteres cujos registos se repetem no mesmo indivíduo, por exemplo o intervalo entre partos (Gama, Matos & Carolino, 2004). Entende-se como sendo a correlação entre os registos repetidos do mesmo animal (Gama, 2002). É calculada através da seguinte fórmula:

$$re = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_p^2}$$

em que:

re – Repetibilidade;

σ_a^2 – Variância genética aditiva;

σ_{pe}^2 – Variância ambiental permanente;

σ_p^2 – Variância fenotípica.

Para se selecionar animais é essencial que se entenda que um reprodutor transmite à sua descendência apenas metade da sua componente genética. Assim é importante conhecer a heritabilidade associada a cada carácter alvo de seleção. Como heritabilidade (h^2) entende-se a proporção de variância fenotípica (σ_p^2) que tem origem na genética aditiva (σ_a^2). Obtém-se através da razão entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica, varia entre valores de 0 a 1, ou em percentagem (Gama, 2002).

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

em que:

h^2 – Heritabilidade;

σ_a^2 – Variância genética aditiva;

σ_p^2 – Variância fenotípica.

Por exemplo, se se considerar que a heritabilidade para o peso ao desmame é de 13%, isto significa que 13% das diferenças entre a geração dos descendentes e a dos progenitores é de origem genética e 87% das diferenças é de origem ambiental. Como já foi referido em capítulos anteriores, existem caracteres, que além da influência genética do animal, também sofrem influência genética de origem maternal. Há assim também uma heritabilidade associada aos efeitos maternos (h_m^2), nomeadamente, o peso ao desmame.

A determinação destes parâmetros é essencial em melhoramento animal, pois permitem: a definição de esquemas de alternativas de melhoramento; estimativa de progresso genético; avaliação genética e avaliação da resposta dos programas de seleção. Os referidos parâmetros devem ser estimados com a máxima precisão possível e são característicos para cada carácter e para cada população (Gama et al., 2004).

O BLUP – Modelo Animal, permite a estimativa dos parâmetros genéticos e avaliação genética, e é usado a nível nacional e internacional, em diversas espécies pecuárias (Carolino, 2017). Este modelo considera os efeitos de origem genética e também os diversos efeitos de origem ambiental, que afetam o carácter em avaliação, nomeadamente, o efeito da exploração, ano e mês de nascimento, idade da fêmea ao parto e sexo do animal. Este facto permite que um animal que é sujeito a um ambiente mais desfavorável não seja prejudicado, relativamente, a outro

animal que beneficiou de melhores condições ambientais de produção (Carolino et al., 2000; Gama, 2002).

Henderson (1949), citado por Mrode (1996), desenvolveu esta metodologia para que os efeitos fixos e os valores genéticos possam ser simultaneamente estimados. As propriedades deste método de Avaliação Genética são similares às dos índices de seleção e estão mais ou menos inumeradas no próprio nome:

- É o melhor método porque maximiza a correlação entre o valor genético real e o valor genético estimado, ou seja, minimiza a variância do erro de predição, possibilitando uma ordenação correta dos indivíduos com base no seu valor genético (Best);
- As soluções obtêm-se através de uma função linear das observações (Linear);
- As soluções não são enviesadas, no sentido em que a expectativa do valor real estimado, é o próprio valor real (Unbiased);
- Envolve a predição dos valores genéticos reais dos indivíduos considerados (Prediction).

O modelo linear misto pode ser representado pela seguinte equação (Mrode, 1996):

$$y = Xb + Za + e$$

em que:

y - Vector das observações;

b - Vector (desconhecido) dos efeitos fixos;

X - Matriz de incidência dos efeitos fixos, relaciona b com y ;

a - Vector (desconhecido) dos valores genéticos aditivos dos animais;

Z - Matriz de incidência dos animais, relaciona a com y ;

e - Desvio aleatório residual.

Construindo as equações do modelo misto, numa situação simplificada, apresentam-se da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

Em que A simboliza a matriz de relação de parentesco; A^{-1} a inversa da matriz de relação de parentesco e, por último o coeficiente λ , que é função da variância genética e residual, e é calculado através da seguinte fórmula:

$$\lambda = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2}{h^2}$$

A matriz de parentesco é constituída pelo grau de parentesco entre os indivíduos que a constituem. O grau de parentesco entre dois indivíduos (a_{xy}), entende-se como sendo o dobro da probabilidade de num dado locus, um alelo retirado aleatoriamente, de cada um dos indivíduos, serem cópias do mesmo gene (Gama et al.,2004). O cálculo do grau de parentesco entre os indivíduos x e y , é feito através da fórmula (Gama, 2002):

$$a_{xy} = \frac{1}{2}(a_{xpaiy} + a_{xmãey})$$

em que:

a_{xy} - Grau de parentesco entre x e y ;

a_{xpaiy} – Grau de parentesco entre o indivíduo x e o pai do indivíduo y ;

$a_{xmãey}$ – Grau de parentesco entre o indivíduo x e a mãe do indivíduo y .

No cálculo do grau de parentesco, importa ainda referir que quando se pretende obter para o próprio indivíduo, isto é, a_{xx} , utiliza-se a seguinte fórmula matemática:

$$a_{xx} = 1 + F_x \quad F_x = \frac{1}{2} a_{paixmãex}$$

em que:

a_{xx} – Grau de parentesco de x ;

F_x – Coeficiente de consanguinidade;

$a_{paixmãex}$ – Grau de parentesco entre os progenitores de x .

Quando se desconhece os progenitores de x , assume-se que F_x é zero.

Para se construir uma matriz de parentesco, por norma segue-se o método tabular que é facilmente aplicado em genealogias complexas. A construção da matriz de parentesco implica as seguintes regras (Gama, 2002):

- Ordenar os indivíduos, por ordem decrescente de idade, na primeira linha e na primeira coluna;
- O número de linhas e de colunas, da matriz, é igual ao número de indivíduos;
- Acima da primeira linha da matriz, identificar os progenitores dos indivíduos que constituem a genealogia;
- Iniciar o cálculo do grau de parentesco pelo canto superior esquerdo da matriz, prosseguindo de forma sequenciada, para a direita e para baixo;
- O cálculo do grau de parentesco deve ser feito, sempre, entre o indivíduo mais velho e o mais novo.

Gama et al. (2004) enumeram diversas características do BLUP – Modelo Animal:

- A inclusão da matriz de parentesco faz com que o valor genético do animal tenha em conta a informação genética de todos os seus parentes e permite que as alterações na variabilidade genética, causada pela consanguinidade ou pela seleção, sejam levadas em consideração.
- A estimativa do valor genético de um indivíduo considera o mérito dos indivíduos com que é acasalado, ou seja, um macho, cujo valor genético é estimado a partir das produções das filhas, não é prejudicado se for acasalado com uma fêmea de mérito genético inferior.
- A estimativa dos valores genéticos tem em conta os efeitos fixos e vice-versa. As predições dos valores genéticos são corretamente ajustadas para os efeitos fixos que afetam os registos e os efeitos fixos levam em conta o mérito genético dos indivíduos que originam o registo.
- A base genética de comparação é a mesma para todos os animais, ou seja, o valor genético deve ser interpretado como a superioridade ou inferioridade genética, do animal, para o carácter em causa, em relação à média da população.

O valor genético obtido para um determinado carácter é expresso nas respetivas unidades de medida, isto é, kg, dias ou %.

Apesar das claras mais-valias da utilização desta metodologia, é necessário, ter em conta determinados aspetos, que podem desencadear erros nas estimativas. Gama et al., (2004) e Carolino (2017), enumeram quatro possíveis situações:

- Erros nas genealogias e seleção de dados produtivos (por exemplo, incluir apenas as melhores pesagens dos indivíduos);
- Quando a heritabilidade é baixa, leva a que o modelo dê um maior peso à informação dos parentes, em relação à informação do indivíduo. Portanto se na realidade a heritabilidade for alta, conduz a estimativas incorretas;
- A comparação entre indivíduos de explorações diferentes, exige que as mesmas estejam geneticamente ligadas, para que a média seja igual nas duas. Se esta ligação não se verificar a comparação de animais de explorações diferentes pode levar a conclusões erradas;
- Ao se ignorar os efeitos maternos, originam-se estimativas de valores genéticos distorcidos. Como tal deve-se considerar uma estrutura correta dos efeitos aleatórios.

Carolino (1999, 2017), alerta para o facto de a fiabilidade dos valores estimados depender: da fiabilidade dos dados usados, quer genealógicos, quer produtivos; do uso adequado dos parâmetros genéticos e da definição apropriada do modelo de análise a utilizar. Refere também que só é possível estimar valores genéticos para caracteres dos quais se possua dados produtivos dos animais ou dos seus parentes.

Tendo em conta o carácter alvo de avaliação, deve ser usado um modelo apropriado que contemple os efeitos aleatórios e os efeitos fixos que afetam o carácter em causa. O modelo deve representar a realidade submetida a avaliação, uma vez que um modelo inadequado resultará em estimativas incorretas, tanto de efeitos fixos, como de valores genéticos (Gama et al., 2004).

2.4.1. Peso ao desmame

A performance de um animal ao desmame é influenciada pelos efeitos genéticos diretos, pelos efeitos ambientais e pelos efeitos maternos.

As influências maternas, oriundas das características da progenitora, dividem-se em dois tipos de efeitos: efeitos genéticos maternos e efeitos ambientais maternos (Carolino, 1999). Segundo o referido autor existem dois tipos de efeitos ambientais maternos, sendo eles, efeitos ambientais temporários ou efeitos ambientais permanentes. Aos efeitos ambientais temporários, estão associados os fatores não genéticos que afetam a performance da progenitora durante a gestação e a lactação, nomeadamente, o manejo alimentar. Por outro lado os efeitos ambientais permanentes são compostos pelo nível ambiental a que progenitora foi sujeita durante o seu período de crescimento ou de recria, nomeadamente, o manejo alimentar a que foi sujeita. Também contribui para este tipo de efeitos qualquer episódio que ocorra durante a sua vida reprodutiva, que possa influenciar a sua performance enquanto progenitora. Contudo, estes efeitos maternos, enquanto componentes da performance ao desmame, são considerados efeitos ambientais (Figura 3).

Carolino (1999) afirma que poderá haver uma correlação genética entre os efeitos genéticos maternos e os efeitos genéticos diretos. Se esta correlação for negativa, implica que uma progenitora que transmite bom potencial genético para características maternas, tende a ter um mau potencial genético para o crescimento, ou o contrário.

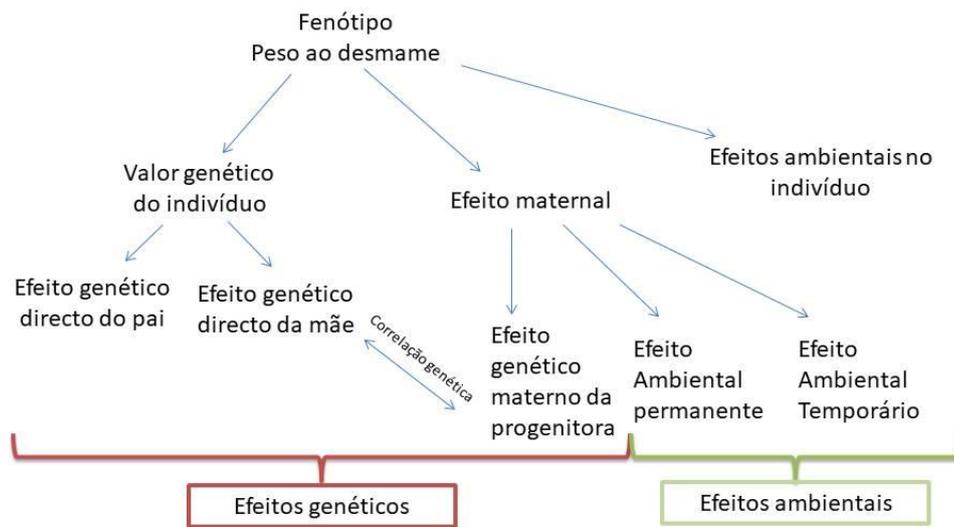


Figura 3 - Componentes da performance ao desmame de bovinos de carne (adaptado de Carolino, 1999).

Tendo em conta as influências que o peso ao desmame sofre, a expressão matemática para o fenótipo desta característica deve ser decomposta no seguinte modo (Willham, 1963, citado em Carolino, 1999):

$$P_a = G_a + G_m + E_{pm} + E_a$$

em que:

P_a - Fenótipo do animal;

G_a - Genótipo do animal;

G_m - Genótipo materno;

E_{pm} - Efeitos ambientais maternos permanentes;

E_a - Efeitos ambientais a que o animal foi sujeito.

Um possível modelo a utilizar para a avaliação genética do PD é (Carolino, Batista & Silveira, 2009; ACBM, 2011):

$$PD = \text{Efeitos Fixos} + VG \text{ Directo} + VG \text{ Materno} + \text{Efeito Ambiental Maternal Permanente} + \text{Erro}$$

Em que se considera os seguintes efeitos fixos:

- Exploração;
- Ano de Nascimento;
- Mês de Nascimento;
- Sexo do indivíduo;
- Genótipo do indivíduo (Puro ou Cruzado);

- Idade da vaca ao Parto (covariável linear e quadrática).

O modelo acima referido pode-se representar da seguinte forma, em notação matricial, (Gama et al., 2004):

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_p p + e$$

em que:

y - Vector das observações;

b - Vector dos efeitos fixos;

X - Matriz de incidência dos efeitos fixos;

a - Vector dos valores genéticos dos animais;

m - Vector dos valores genéticos maternos;

p - Vector dos efeitos ambientais maternos permanentes;

Z - Matriz de incidência dos animais;

e - Desvio aleatório residual.

Segundo Gama et al., (2004), a matriz de variância e covariância dos efeitos aleatórios, num modelo que inclua efeitos genéticos diretos e maternos e efeitos ambientais, podem ser apresentadas da seguinte forma:

$$V \begin{bmatrix} a \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 & 0 \\ A\sigma_{am} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_j\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_n\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

A – Matriz de parentesco;

I_j – Matriz identidade em ordem ao número de mães existente;

I_n – Matriz identidade em ordem ao número total de animais com registo;

σ_a^2 – Variância dos valores genéticos;

σ_{am} – Covariância entre os efeitos genéticos diretos e maternos;

σ_m^2 – Variância dos efeitos genéticos maternos;

σ_{pe}^2 – Variância dos efeitos ambientais permanentes;

σ_e^2 – Variância do erro.

A fim de se calcular os efeitos fixos, genéticos diretos e maternos, utiliza-se seguintes equações do modelo misto:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_a & X'Z_m & X'Z_p \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1}k_{00} & Z_a'Z_m + A^{-1}k_{01} & Z_a'Z_p \\ Z_m'X & Z_mZ_a + A^{-1}k_{10} & Z_m'Z_m + A^{-1}k_{11} & Z_m'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'Z_a & Z_p'Z_m & Z_p'Z_p + I_jk_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \\ m \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_m'y \\ Z_p'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\begin{bmatrix} k_{00} & k_{01} & 0 \\ k_{10} & k_{11} & 0 \\ 0 & 0 & k_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_a^2 & \sigma_{am} & 0 \\ \sigma_{am} & \sigma_m^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{pe}^2 \end{bmatrix}^{-1} \sigma_e^2$$

Em relação às equações é importante referir que Z_a , diz respeito ao indivíduo cujo registo está a ser medido, e que Z_m e Z_p indicam a progenitora do vitelo com registo.

A fim de obter as soluções do modelo, é necessário que se conheça a progenitora. Caso contrário é impossível de por em prática o modelo com efeitos maternos.

O PD, na raça Mertolenga e Alentejana, está contemplado nos seus planos de melhoramento por seleção, uma vez que a comercialização de bovinos de carne se faz essencialmente através do preço por quilograma de peso vivo (Carolino, 2006). Como tal a predição dos valores genéticos (direto e materno) para este carácter é de máxima importância, a fim de seleccionar os animais que proporcionem uma maior rentabilidade ao produtor.

2.4.2. Intervalo entre partos

O intervalo entre partos é um carácter que pode ser medido várias vezes ao longo da vida de uma progenitora, como tal é considerado um carácter com registos repetidos. Com base em várias medições no mesmo indivíduo ter-se-á uma melhor indicação do seu valor genético, isto é, se uma fêmea que tem quatro registos de IEP abaixo da média da população em que está inserida (sendo esses valores de IEP biologicamente possíveis), indicará com mais garantias o seu mérito genético superior, do que se apenas se possuir um único registo deste carácter. Como constatado anteriormente este registo corresponde ao fenótipo do animal, para o carácter em causa. Ele contempla o valor genético do animal, os efeitos ambientais permanentes e os efeitos ambientais temporários, sendo os últimos, específicos para cada registo (Gama et al. 2004). Assim sendo o fenótipo para este tipo de carácter pode ser representado da seguinte fórmula:

$$P_a = G_a + E_p + E_a$$

Como efeitos ambientais permanentes, entendem-se qualquer episódio na vida do animal que comprometa a sua produtividade, por exemplo, um parto distócico. Os efeitos ambientais temporários, são específicos para cada registo, como por exemplo o mês de parto.

Tendo em conta que o IEP é um caracter com registos repetidos, um exemplo de um modelo a utilizar pode ser (ACBM, 2011):

$$\text{Registo} = \text{Efeitos Fixos} + \text{VG do Animal} + \text{Efeito ambiental permanente} + \text{Erro}$$

Os efeitos fixos considerados nesta análise são:

- Exploração;
- Ano de Parto;
- Mês de Parto;
- Sexo do indivíduo;
- Genótipo do indivíduo (Puro ou Cruzado);
- Idade da vaca ao Parto (covariável linear e quadrática).

Em notação matricial o modelo exposto, pode ser expresso da seguinte forma:

$$y = Xb + Za + Zp + e$$

em que:

y - Vector dos registos de IEP;

b - Vector dos efeitos fixos;

X - Matriz de incidência dos efeitos fixos;

a - Vector dos valores genéticos dos animais;

Z - Matriz de incidência dos animais;

p - Vector dos efeitos ambientais permanentes;

e - Erro.

Segundo Gama et al., (2004) e Carolino (2006), as matrizes de variância e covariâncias dos efeitos aleatórios, considerados no modelo exposto, podem ser representadas da seguinte forma:

$$V \begin{bmatrix} a \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que:

A - Matriz de parentesco;

I - Matriz identidade (de ordem igual ao número de animais);

σ_a^2 - Variância dos valores genéticos;

σ_{pe}^2 - Variância dos efeitos ambientais permanentes;

σ_e^2 - Variância do erro.

As equações do modelo misto, para o modelo definido são:

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

em que:

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1-re}{h^2} \quad \gamma = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2} = \frac{1-re}{re-h^2}$$

O IEP é um dos caracteres alvo de avaliação genética nas raças Alentejana e Mertolenga, uma vez que este é indicador de eficiência reprodutiva de um animal e de um efetivo. Assim é de máxima importância conhecer os indivíduos que, em termos genéticos, são superiores para o carácter causa, a fim de seleccionar os que contribuem para a rentabilidade do produtor.

3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

3.1.1. Origem dos dados

Os dados utilizados, tiveram origem nos efetivos de bovinos de carne das raças Alentejana e Mertolenga existentes na Herdade da Mitra, da Universidade de Évora. O efetivo da raça Alentejana foi constituído em 1976, com animais oriundos de cinco criadores. O efetivo da raça Mertolenga foi constituído em 1991, com animais provenientes de uma só origem. Estes dados são referentes a animais nascidos entre Julho de 1968 e Novembro de 2016. Durante 48 anos, recolheram-se dados genealógicos, produtivos e reprodutivos de ambos os efetivos.

A informação que levou à concretização deste trabalho foi obtida do programa de gestão de efetivos, BOVGTECN (Roquete, S.d.), dando origem a dois conjuntos: um com dados relacionados com a performance reprodutiva dos indivíduos; outro relacionado com a performance produtiva dos animais. Em todas os arquivos de dados foi comum a identificação do indivíduo em causa, bem como dos seus progenitores.

3.1.2. Caracterização do manejo da exploração

Na Herdade da Mitra, pratica-se um sistema de produção semiextensivo, em que os animais têm à sua disposição, durante todo o ano, pastagens semeadas de consociação de gramíneas e leguminosas. No mês de Setembro são, normalmente, suplementados, a fim de melhorar a condição corporal perdida no início da lactação, objetivando a ciclicidade das fêmeas para a fase de cobrição. Durante os meses de Agosto e Janeiro, é-lhes fornecida palha *ad libitum*.

As fêmeas são beneficiadas através de monta natural, sendo a primeira época de cobrição de Abril a Junho, e a segunda, de Outubro a Dezembro, originando assim duas épocas de parto. A primeira época de parto ocorre no inverno, de Janeiro a Março, e a segunda de verão, de Julho a Setembro.

Os aspetos sanitários são cumpridos de acordo com a legislação em vigor. Todos os animais são desparasitados interna e externamente, de acordo com as necessidades do momento.

As fêmeas que não param ou que não desmamem, durante dois anos consecutivos, são eliminadas. Os animais com temperamento agressivo são igualmente eliminados.

Os efetivos pecuários da Herdade da Mitra são frequentemente solicitados para dar suporte ao ensino e à investigação. Assim deverá ter-se em consideração que, por aquelas razões, o manejo não é igual ao longo dos anos, podendo variar consoante os trabalhos académicos.

3.2. Métodos

3.2.1. Organização dos dados

Os dados dos animais foram agrupados por famílias, de forma a estudar a influência das linhas genéticas na produtividade dos efetivos. A criação das famílias foi feita, em separado para cada raça (Alentejana e Mertolenga). Inicialmente organizou-se o arquivo com a identificação dos animais, por ordem decrescente de idades. Depois de organizados por data de nascimento, considerou-se o animal mais velho, como animal de referência (i-ésimo) e, no mesmo arquivo foram identificados todos os seus descendentes (filhos, netos, bisnetos e assim sucessivamente até se encontrar o último descendente do animal de referência). Após esta identificação foi criado um novo arquivo, composto pelo animal de referência e os seus descendentes. O processo foi repetido até esgotar todos os indivíduos, constituintes do arquivo de identificação. Todo o processo referido, foi executado, em primeiro lugar, para machos e depois para fêmeas. Este procedimento foi executado dentro de cada raça, dando origem às denominadas famílias de machos e famílias de fêmeas. De seguida foram utilizadas outras rotinas, também em CLIPPER, para filtrar os dados e contar os descendentes por família. Após a contagem dos descendentes, foi implementado o seguinte critério para a criação das famílias de machos: todos os machos teriam de ter dez descendentes fêmeas, que fizessem parte do efetivo reprodutor da Herdade da Mitra. Sempre que esta premissa não se verificou, os machos foram agrupados numa só família, que no caso da raça Alentejana, foi denominada de "82 1REGT" e na raça Mertolenga foi denominada "133 1REGT". Nas famílias de fêmeas o critério foi: todas as fêmeas teriam de ter quatro descendentes femininas, pertencentes ao efetivo reprodutor. Sempre que esta condição não se verificasse, as fêmeas foram agrupadas em famílias tendo em conta o número de descendentes. Assim, se apenas uma fêmea dessa família tivesse pertencido ao efetivo reprodutor, passaria a pertencer à família "82 1REGT" (Alentejana) ou "133 1REGT"(Mertolenga). Por outro lado se apenas duas ou três fêmeas dessa família tivessem pertencido ao efetivo reprodutor, passariam a constituir as famílias "82 2REGT/133 2REGT" e "82 3REGT/ 133 3RGT" (Alentejana/Mertolenga), respetivamente. Em último lugar foi criada uma lista definitiva das famílias em que através de outra rotina foram acrescentadas, em colunas, à frente cada registo de produção, reprodução e avaliações genéticas (valor genético e consanguinidade).

3.2.2. Características a analisar

A produtividade de ambos os efetivos, anteriormente referidos, foi avaliada através das seguintes características, reprodutivas e produtivas, de interesse zootécnico e económico:

- Intervalo entre partos;
- Intervalo entre o parto e a beneficiação fecundante;
- Peso à primeira cobrição;
- Eficiência ao desmame: razão entre o peso vivo desmamado e o intervalo entre partos;
- Peso ao nascimento;
- Peso ao desmame;
- Peso ajustado para os 120 dias de idade;
- Peso ajustado para os 210 dias de idade;
- Ganho médio diário entre o nascimento e o desmame.

O número de registos disponível para a análise estatística de cada característica, assim como o número de famílias, diferiu para cada caracter em estudo. As Tabelas 16 e 17 indicam a informação disponível para a análise de cada caracter.

Tabela 16 - Informação disponível para análise estatística dos caracteres produtivos e reprodutivos no efetivo de raça Alentejana.

Características		Nº de registos	Nº Famílias M	Nº Famílias F
Reprodutivas	IEP	698	13	10
	IPB	698	13	34
	P1ªC	177	14	33
	EFD	695	14	34
Produtivas	PN	292	11	36
	PD	310	5	24
	P120	319	5	24
	P210	261	5	24
	GMD N-D	310	5	24

Tabela 17 - Informação disponível para análise estatística dos caracteres produtivos e reprodutivos no efetivo de raça Mertolenga.

Características		Nº de registos	Nº Famílias M	Nº Famílias F
Reprodutivas	IEP	332	7	9
	IPB	332	7	9
	P1ªC	83	7	12
	EFD	370	7	12
Produtivas	PN	203	6	15
	PD	226	5	15
	P120	233	6	15
	P210	199	5	15
	GMDN-D	226	5	15

Para a análise da influência das linhas genéticas na produtividade foram estimados os coeficientes de consanguinidade (CCA) das famílias de machos e de fêmeas e os valores genéticos, direto (VG – PDd) e materno (VG – PDm), para o peso ao desmame e para o intervalo entre partos (VG- IEP). As estimativas são apresentadas através da média para cada família de machos e fêmeas, em ambas a raças. Por último foram determinadas correlações lineares entre os caracteres reprodutivos, produtivos e genéticos. O número de registos disponível para a análise de cada característica, assim como o número de famílias, são apresentados Tabela 18 e 19.

Tabela 18 - Informação disponível para determinação do CCA e estimativa dos VG no efetivo de raça Alentejana.

Característica	Nº de registos genealógicos	Nº de registos produtivos	Nº Família M	Nº Família F
CCA	1196	526	14	37
VG - PDd	1196	526	14	37
VG - PDm	1196	526	14	37
VG - IEP	1196	529	13	32

Tabela 19 - Informação disponível para determinação do CCA e estimativa dos VG no efetivo de raça Mertolenga.

Característica	Nº de registos genealógicos	Nº de registos produtivos	Nº Família M	Nº Família F
CCA	529	314	8	15
VG - PDd	529	314	8	15
VG - PDm	529	314	8	15
VG - IEP	529	303	7	9

3.2.3. Análise estatística

Para a análise estatística utilizou-se o programa informático estatístico para Windows do programa NCSS (Hintze, 2001). Para analisar as características propostas, efetuaram-se análises de variância, através da metodologia dos Modelos Lineares Generalizados (GLM).

Para a análise de variância concebeu-se um modelo linear geral, para cada característica (que se entende como uma variável de interesse ou de resposta). O referido modelo geral inclui todos os fatores de variação, que se entenderam ser mais apropriados, influentes e aceites do ponto de vista biológico. Seguidamente expõe-se, através das Tabelas 20 e 21, os fatores de variação a incluir no modelo geral de análise de cada variável (Anexo 1 e Anexo 2).

Tabela 20 - Fatores de variação a incluir no modelo geral de cada carácter reprodutivo.

Variáveis	Fatores de variação							
	Ano Parto	IVP	IAN	Mês Nasc. vaca	Mês Parto	Cov(IVP)	Cov(IVP ²)	Cov(Var-Peso)
IEP	X	X	X	X	X	X	X	
IPB	X	X	X	X	X	X	X	X
P1 ^a C	X	X	X	X	X	X	X	

Tabela 21 - Fatores de variação a incluir no modelo geral de cada caracter produtivo.

Variáveis	Fatores de variação						
	Sexo	Ano Nasc	IVN	Mês Nasc	Cov(IVN)	Cov(IVN ²)	Cov(ID)
PN	X	X	X	X	X	X	
P120		X	X	X	X	X	
P210		X	X	X	X	X	
PD	X	X	X	X	X	X	X
GMDN-D	X	X	X	X	X	X	X

Para o P120 e o P210, não foram analisados os fatores de variação, sexo e idade do vitelo, uma vez que os dados registados já tinham sido ajustados para ambos os fatores. O peso aos 120 dias e o peso aos 210 dias foram estimados e ajustados com base nas seguintes fórmulas e coeficientes de correção (Tabela 22):

$$P_{120} = \left[\frac{(P_2 - P_1)}{(Id_2 - Id_1)} \times (120 - Id_1) + P_1 \right] \times FC_{sx}$$

$$P_{210} = \left[\frac{(P_2 - P_1)}{(Id_2 - Id_1)} \times (210 - Id_1) + P_1 \right] \times FC_{sx}$$

em que:

P_{120} – Peso corrigido ao 120 dias de idade e sexo do vitelo;

P_{210} – Peso corrigido para os 210 dias de idade e sexo do vitelo;

P_1 - Peso à primeira pesagem;

P_2 - Peso à segunda pesagem;

Id_1 - Idade à primeira pesagem;

Id_2 - Idade à segunda pesagem;

FC_{sx} - Fator de correção para sexo.

Tabela 22 - Fatores de correção para o sexo do animal.

Sexo do vitelo	Fatores de correção
Machos	1
Fêmeas	1,15

Após a análise do modelo geral de cada característica, a um nível de significância de 5% ou ($P < 0,05$), que traduzem a existência de diferenças estatisticamente significativas no valor da

variável em estudo, de acordo com os níveis de qualquer fator de variação, elaboraram-se os denominados modelos finais. Estes incluíram os fatores de variação significativos, no modelo geral, e também incluíram as famílias de machos e as famílias de fêmeas. Os modelos estatístico-matemáticos utilizados encontram-se expostos na Tabela 23 e na Tabela 24 (Anexo 3 e Anexo 4).

Apesar dos fatores de variação, Ano de Parto e Ano de Nascimento, terem influência estatisticamente significativa em diversa variáveis em estudo, os mesmos não foram considerados nos modelos finais. Esta decisão fundamenta-se no facto de os dados em análise serem provenientes de uma instituição de ensino, onde o manejo praticado é, por vezes, “imposto” pelos trabalhos académicos. Assim, os fatores relacionados com o ano podem não refletir a influência deste no manejo praticado.

Tabela 23 - Fatores de variação a incluir no modelo final de cada caracter reprodutivo.

Variáveis	Fatores de variação				
	IVP	IAN	Mês Parto	Família M	Família F
IEP	X		X	X	X
IPB	X		X	X	X
P1ªC		X	X	X	X
EFD	X		X	X	X

Tabela 24 - Fatores de variação a incluir no modelo final de cada caracter produtivo.

Varáveis	Fatores de variação			
	Sexo	Mês Nasc.	Família M	Família F
PN	X	X	X	X
P120		X	X	X
P210		X	X	X
PD	X	X	X	X
GMDN-D	X	X	X	X

Para análise e discussão dos resultados, são utilizadas as médias dos quadrados mínimos para cada variável resposta, tendo em atenção cada fator de variação que demonstrou influencias estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

3.2.4. Coeficiente de consanguinidade

Os valores dos coeficientes de consanguinidade foram calculados através dos resultados da matriz de parentescos, a partir do subprograma MTDFPREP do programa MTDFREML. Os dados de origem genealógica que permitiram o cálculo do coeficiente de consanguinidade, foram os mesmos que permitiram a perda dos valores genéticos para o peso ao desmame. Os valores de coeficiente de consanguinidade, foram submetidos a uma análise de estatística descritiva, a fim de se conhecer a média de consanguinidade presente em cada família de machos e de fêmeas, por raça. Por último ainda se realizou uma análise de variância, cujo objetivo foi detectar a existência ou não de diferenças significativas entre as famílias de machos e entre as famílias de fêmeas.

$$Y_{ij} = \mu + \text{Família } M_i + \text{Família } F_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ijk} - Coeficiente de consanguinidade individual;

μ - Valor médio do coeficiente de consanguinidade individual da população em estudo;

Família M_i - Família dos machos;

Família F_j - Família das fêmeas;

e_{ij} - Erro.

3.2.5. Avaliação Genética

Através do programa MTDFREML – Multiple Trait Derivate-Free Restricted Maximum Likelihood, desenvolvido por Boldman et al., (1993) citado em Gama et al., (2004), foram estimados os valores genéticos de cada família de machos e de fêmeas, para o peso ao desmame e para o intervalo entre partos. Este programa informático permite a estimativa dos parâmetros genéticos, a perda dos valores genéticos e a estimativa dos efeitos fixos, utilizando o BLUP - Modelo Animal, através de análise univariadas ou multivariadas, em que o modelo pode incluir efeitos genéticos aditivos, efeitos aleatórios correlacionados ou independentes e efeitos fixos descontínuos e covariáveis específicas consoante o carácter em estudo (Gama et. al., 2004). O MTDFREML funciona com três sub-rotinas diferentes, o MTDFNRM, o MTDFREP e o MTDFRUN. A MTDFNRM permite o cálculo da inversa da matriz de parentesco (A^{-1}), que possibilita o cálculo do coeficiente de consanguinidade de cada indivíduo. Na subrotina MTDFNRM define-se o modelo animal a usar, isto é, define-se o número de caracteres a incluir na análise, os efeitos fixos descontínuos, as covariáveis, os efeitos aleatórios e os efeitos permanentes. Por último na sub-rotina MTDFRUN escolhe-se o tipo de análise a efetuar e os outputs, que podem ser: componentes de (co)variância, soluções para os efeitos fixos, efeitos aleatórios e variâncias amostrais e, erros padrão das soluções.

3.2.5.1. Peso ao desmame

A avaliação genética para o peso ao desmame foi realizada, em separado para cada uma das raças, a partir de dois arquivos de dados: o arquivo de dados da raça Alentejana, continha informação de 1196 animais e o arquivo da raça Mertolenga continha informação de 529 indivíduos.

Através de uma análise univariada estimaram-se os valores genéticos e os efeitos fixos, utilizando-se o seguinte modelo animal (ACBM, 2011):

$$PD = \text{Efeitos Fixos} + VG \text{ Directo} + VG \text{ Materno} + \text{Efeito Ambiental Maternal Permanente} + \text{Erro}$$

Em que se consideram os seguintes efeitos fixos:

- Ano de nascimento;
- Época de nascimento;
- Sexo do indivíduo;
- Idade da vaca ao Parto (covariável linear e quadrática);
- Idade ao desmame (covariável linear e quadrática).

O modelo exposto, pode-se representar da seguinte forma:

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_p p + e$$

A fim de se calcular os efeitos fixos, genéticos diretos e maternos, utilizaram-se as seguintes equações do modelo misto:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_a & X'Z_m & X'Z_p \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1}k_{00} & Z_a'Z_m + A^{-1}k_{01} & Z_a'Z_p \\ Z_m'X & Z_m'Z_a + A^{-1}k_{10} & Z_m'Z_m + A^{-1}k_{11} & Z_m'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'Z_a & Z_p'Z_m & Z_p'Z_p + I_j k_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \\ m \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_m'y \\ Z_p'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\begin{bmatrix} k_{00} & k_{01} & 0 \\ k_{10} & k_{11} & 0 \\ 0 & 0 & k_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_a^2 & \sigma_{am} & 0 \\ \sigma_{am} & \sigma_m^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{pe}^2 \end{bmatrix}^{-1} \sigma_e^2$$

Tendo em conta a complexidade inerente à estimativa dos parâmetros genéticos e ambientais, usaram-se os parâmetros estimados por Carolino (2003), para o peso ao desmame, indicados na Tabela 25.

Tabela 25 - Parâmetros genéticos e ambientais considerados para a avaliação genética do peso ao desmame.

Parâmetros Genéticos e Ambientais	Peso ao desmame
σ_a^2	264,64
σ_{am}	-115,04
σ_m^2	189,57
σ_{pe}^2	54,74
σ_e^2	553,78

Foi realizada a avaliação genética dos indivíduos para o peso ao desmame, e foram determinados os valores genéticos diretos e maternos. Após a estimativa dos valores genéticos foi realizada uma análise de variância, através dos modelos lineares generalizados, com a finalidade de conhecer se existiram ou não diferenças estatisticamente significativas entre as famílias de machos e entre as famílias de fêmeas.

3.2.5.2. Intervalo entre partos

A estimativa dos valores genéticos para o intervalo entre parto foi realizada em separado para cada raça. Para a raça Alentejana utilizou-se um arquivo de dados que possuía informação sobre 1196 animais e para a raça Mertolenga continha informação de 529 animais.

O intervalo entre partos foi analisado através de um modelo animal de registos repetidos, em que os efeitos aleatórios foram os efeitos genéticos e os efeitos ambientais permanentes. Para análise deste carácter foi utilizado o seguinte modelo (ACMB, 2011):

$$\text{Registo} = \text{Efeitos Fixos} + \text{VG do Animal} + \text{Efeito ambiental permanente} + \text{Erro}$$

Os efeitos fixos a incluir no modelo são:

- Ano de parto;
- Época de parto;
- Idade da vaca ao parto (covariável linear e quadrática).

Em notação matricial o modelo exposto, pode ser expresso da seguinte forma:

$$y = Xb + Za + Zp + e$$

As equações do modelo misto, para o modelo definido são:

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

em que:

$$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1-re}{h^2} \quad \gamma = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_{pe}^2} = \frac{1-re}{re-h^2}$$

Tal como do PD, também para o IEP não foram estimados os parâmetros genéticos e ambientais, como tal foram usadas as estimativas feitas por Carolino (2003) (Tabela 26).

Tabela 26 - Parâmetros genéticos e ambientais considerados para a avaliação genética do intervalo entre partos.

Parâmetros Genéticos e Ambientais	Intervalo entre Partos
σ_a^2	1360,2
σ_{pe}^2	2040,3
σ_p^2	10201,5

À semelhança do peso ao desmame, também para o intervalo entre partos foi realizada uma análise de variância, através da metodologia GLM, com a finalidade de conhecer se existiram ou não diferenças estatisticamente significativas entre as famílias de machos e entre as famílias de fêmeas.

3.2.6. Correlações

Foram calculadas as correlações lineares entre as características, de modo a avaliar a potencial tendência de comportamento entre elas. Reconhece-se que é uma tentativa pouco ambiciosa, uma vez que os dados são referentes a uma só exploração.

As correlações entre características foram calculadas através do coeficiente de correlação de Pearson, cujo objetivo é o de medir a intensidade e a direção de associação de tipo linear entre duas variáveis quantitativas. Pode-se calcular através da seguinte fórmula (Manôco, 2014):

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

4. Resultados e Discussão

4.1. Caracteres Reprodutivos

4.1.1. Intervalo entre partos

O IEP no efetivo Alentejano foi, em média, de 476 dias e no efetivo Mertolengo de 438 dias. Tendo em conta a bibliografia (Tabela 2), o IEP da raça Alentejana, foi ligeiramente superior quando comparador com os valores obtidos em estudos semelhantes. Em termos gerais ambas as médias são superiores aos valores apontados como ideais, entre 400 e 430 dias, para efetivo de bovinos produzidos em sistema extensivo (C. Belo et al., 2013).

Segundo os modelos utilizados para a análise estatística do intervalo entre partos, os fatores de variação que influenciaram significativamente a variável em estudo ($P < 0,05$) na raça Alentejana, foram: idade da vaca ao parto, mês de parto e a família de machos. Enquanto na raça Mertolenga os fatores foram: idade da vaca ao parto e a família de machos (Anexo 1 e Anexo 3).

Em relação à idade da vaca ao parto, cujos resultados obtidos se apresentam na Tabela 27, pode constatar-se que os animais com idade inferior aos 3 anos, foram os que atingiram maior valor de IEP (673 e de 636, para a raça Alentejana e Mertolenga, respetivamente). Pelo contrário, os animais pertencentes ao efetivo Alentejano, com idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos, foram os que apresentaram menor IEP (433 dias). No efetivo Mertolengo, os animais com idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos, foram os que tiveram um menor IEP (382 dias). Uma possível justificação para o facto de os animais mais velhos terem menores IEP, será o critério de refugo praticado na exploração: todos os animais que tivessem dois anos consecutivos sem parir, eram eliminados. Assim, nestas classes etárias só estariam presentes na exploração os animais com melhor performance para o critério em causa. É notória uma diminuição do IEP à medida que aumenta a idade da fêmea mas, posteriormente, não é evidente o aumento deste período de tempo, como seria esperado segundo a bibliografia (Carolino, 2006; C. Belo et al., 2013). Este facto é justificado pelo critério de refugo usado na exploração.

Tabela 27 - Média do IEP, em função das classes de idade da vaca, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Idade da vaca ao parto (anos)	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep (dias)	n	Média ± ep (dias)
< 3	10	673,23 ± 28,90	17	636,95 ± 23,85
< 4	88	444,34 ± 9,74	33	437,59 ± 17,12
< 5	126	453,11 ± 8,14	38	496,03 ± 15,95
< 6	99	460,35 ± 9,18	39	416,45 ± 15,75
< 7	87	474,29 ± 9,80	35	420,41 ± 16,62
< 8	72	439,00 ± 10,77	31	442,30 ± 17,66
< 9	65	439,69 ± 11,33	29	396,06 ± 18,26
< 10	49	481,92 ± 13,05	24	397,91 ± 20,07
≥ 10 e < 12	69	433,04 ± 11,00	42	388,23 ± 15,17
≥ 12 e < 15	32	474,45 ± 16,15	32	382,13 ± 17,38
≥ 15	1	465,38 ± 91,38	12	407,03 ± 28,38

Relativamente ao mês de parto, na raça Alentejana, verificou-se que os animais que pariram no verão revelaram valores mais baixos, em relação a fêmeas paridas no inverno (Tabela 28). O mesmo pode ser justificado pelo facto de o último terço da gestação ter ocorrido na primavera, altura do ano em que existe maior disponibilidade de alimento de qualidade. Os animais chegaram ao parto em melhor condição corporal, resultando assim, num reinício de atividade ovárica mais precoce.

Tabela 28 – Média do IEP, em função do mês de parto, na raça Alentejana.

Mês de Parto	n	Média ± ep (dias)
Janeiro	13	515,44 ± 25,34
Fevereiro	14	529,65 ± 24,42
Março	4	537,24 ± 45,69
Abril	2	436,79 ± 64,61
Maiο	3	436,50 ± 52,76
Junho	16	460,69 ± 22,84
Julho	201	454,81 ± 6,45
Agosto	221	443,59 ± 6,15
Setembro	120	438,76 ± 8,34
Outubro	59	471,60 ± 11,90
Novembro	29	474,58 ± 16,97
Dezembro	16	515,43 ± 22,84

As famílias de machos da raça Alentejana, tiveram uma diferença máxima de 111 dias no IEP (Tabela 29) e as famílias de machos da raça Mertolenga de 105 dias (Tabela 30). Os resultados sugerem, então, que a família do macho 1 7904379, da raça Alentejana, e a família do macho 133 B403 04, da raça Mertolenga, tiveram uma superioridade, em termos fenotípicos, para o IEP, quando comparadas com as restantes.

Tabela 29 – Média de IEP, em função de cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (dias)
1 7904379	13	414,30 ± 25,34
A06 5 --	124	450,99 ± 8,21
82 1REGT	196	451,86 ± 6,53
A03 7 --	20	452,45 ± 20,43
82 4 --	11	461,92 ± 27,55
60 301 603	3	471,07 ± 52,76
2 280 802 408	22	472,58 ± 19,48
82 8609 86	150	481,20 ± 7,46
82 1 --	25	487,31 ± 18,28
A02 8609 86	85	493,05 ± 9,91
A02 9331 93	11	509,18 ± 27,55
18 901 789	17	520,04 ± 22,16
82 8008 80	21	525,37 ± 19,94

Tabela 30 – Média de IEP, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (dias)
133 B403 04	24	355,99 ± 20,07
133 A507 95	15	387,40 ± 25,39
133 1REGT	79	421,13 ± 11,06
3 623 86	87	444,67 ± 10,54
72 810 88	45	450,55 ± 14,66
13 126 81	77	461,40 ± 11,21
101 A132 91	5	546,83 ± 43,97

4.1.2. Intervalo entre o parto e a beneficiação

O intervalo entre o parto e a beneficiação fecundante foi em média de 175 dias, no efetivo Alentejano, e de 155 dias no efetivo Mertolengo. Em ambos os efetivos este intervalo foi superior ao que é desejável, 75 a 80 dias (Bettencourt & Romão, 2009).

Os modelos utilizados para análise estatística do IPB, indicaram que os fatores de variação que manifestaram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) no efetivo Alentejano, foram a idade da vaca ao parto, o mês de parto e a família de machos. Enquanto no efetivo de raça Mertolenga a família de macho foi o único fator que demonstrou diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) (Anexo 1 e Anexo 3).

Relativamente à idade da vaca ao parto constata-se, através da Tabela 31, que os animais com menos de 3 anos de idade, foram os que tiveram maiores IPB, sendo a média para ambas as raças superior a 300 dias. Este resultado pode ser justificado pelo facto de os animais se encontrarem em balanço energético negativo, por um longo período de tempo após o parto, causado pelas necessidades de crescimento, manutenção e lactação, conforme referido por Cal (2017).

Tabela 31 - Média de IPB, em função idade da vaca ao parto, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Idade da vaca ao parto (anos)	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média \pm ep (dias)	n	Média \pm ep (dias)
< 3	10	390,23 \pm 28,90	17	353,95 \pm 23,85
< 4	88	161,34 \pm 9,74	33	154,59 \pm 17,12
< 5	126	170,11 \pm 8,14	38	213,03 \pm 15,95
< 6	99	177,35 \pm 9,18	39	133,45 \pm 15,75
< 7	87	191,29 \pm 9,80	35	137,41 \pm 16,62
< 8	72	156,00 \pm 10,77	31	159,30 \pm 17,66
< 9	65	156,69 \pm 11,33	29	113,06 \pm 18,26
< 10	49	198,92 \pm 13,05	24	114,91 \pm 20,07
≥ 10 e < 12	69	150,04 \pm 11,00	42	105,23 \pm 15,17
≥ 12 e < 15	32	191,45 \pm 16,15	32	99,13 \pm 17,38
≥ 15	1	182,38 \pm 91,38	12	124,03 \pm 28,38

Em relação ao mês de parto, na raça Alentejana, verificou-se que os animais que pariram no verão tiveram um reinício da atividade ovária mais precoce que vacas paridas no inverno, o que está de acordo com Horta et al., (1990) (Tabela 32).

Tabela 32 - Média de IPB, em função do mês de parto na raça Alentejana.

Mês de Parto	n	Média ± ep (Kg)
Janeiro	13	232,44 ± 25,34
Fevereiro	14	246,65 ± 24,42
Março	4	254,24 ± 45,69
Abril	2	153,79 ± 64,61
Maio	3	153,50 ± 52,76
Junho	16	177,69 ± 22,84
Julho	201	171,81 ± 6,45
Agosto	221	160,59 ± 6,15
Setembro	120	155,76 ± 8,34
Outubro	59	188,60 ± 11,90
Novembro	29	191,58 ± 16,97
Dezembro	16	232,43 ± 22,84

O IPB, nas famílias de machos da raça Alentejana, teve uma amplitude de 111 dias, destacando-se a família 1 7904379, como a que apresentou um menor intervalo. Os descendentes desta família contribuíram para o melhoramento do carácter em causa (Tabela 33).

Tabela 33 - Média de IPB, em função de cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (dias)
1 7904379	13	131,30 ± 25,34
A06 5 --	124	167,99 ± 8,21
82 1REGT	196	168,86 ± 6,53
A03 7 --	20	169,45 ± 20,43
82 4 --	11	178,92 ± 27,55
60 301 603	3	188,07 ± 52,76
2 280 802 408	22	189,58 ± 19,48
82 8609 86	150	198,20 ± 7,46
82 1 --	25	204,31 ± 18,28
A02 8609 86	85	210,05 ± 9,91
A02 9331 93	11	226,18 ± 27,55
18 901 789	17	237,04 ± 22,16
82 8008 80	21	242,37 ± 19,94

Nas famílias de machos da raça Mertolenga verificou-se uma amplitude 105 dias (Tabela 34), destacando a família do macho 133 B403 04, como a família com melhores resultados para o intervalo entre parto e beneficiação fecundante.

Tabela 34 - Média de IPB, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (dias)
133 B403 04	24	72,99 ± 20,07
133 A507 95	15	104,40 ± 25,39
133 1REGT	79	138,13 ± 11,06
3 623 86	87	161,67 ± 10,54
72 810 88	45	167,55 ± 14,66
13 126 81	77	178,40 ± 11,21
101 A132 91	5	263,83 ± 43,97

4.1.3. Peso à primeira cobrição

O peso à primeira cobrição, no efetivo de raça Alentejana, foi de 432,50 Kg. No efetivo de raça Mertolenga foi de 418,6 Kg. Verifica-se que foi respeitado o peso mínimo estabelecido pela bibliografia em ambos os efetivos (Tabela 6).

A análise estatística do P1^aC, na raça Alentejana, mostrou que o fator de variação que teve influência estatisticamente significativa ($P < 0,05$), no carácter em estudo, foi a idade da avó quando nasceu a mãe do animal. Na raça Mertolenga, foi o mês de parto. À semelhança dos caracteres anteriormente analisados, também as famílias de machos, em ambas as raças, influenciaram significativamente a característica P1^aC ($P < 0,05$) (Anexo 1 e Anexo 3).

Através da análise da idade da avó quando nasceu a mãe do animal (IAN), é possível detectar uma influência na recria das futuras reprodutoras, quando estas são filhas de novilhas ou de vacas adultas. Analisando a Tabela 35, constata-se que filhas de novilhas (idade inferior a 3 anos) entraram à cobrição com peso inferior em relação às outras idades. Esta inferioridade a nível de peso, pode ser justificada pelo facto de as novilhas, produzirem leite em menor quantidade e qualidade, que as vacas adultas, refletindo-se no desenvolvimento das suas descendentes.

Tabela 35 - Média de P1^aC, em função da IAN, na raça Alentejana.

IAN (anos)	n	Média ± ep (dias)
< 3	19	376,78 ± 16,31
≥ 3 < 4	25	456,68 ± 14,22
≥ 4 < 5	23	439,73 ± 14,82
≥ 5 < 10	76	440,38 ± 8,15
≥ 10 < 15	18	416,83 ± 16,76
≥ 15	11	477,85 ± 21,43

Em relação ao mês de parto, na raça Mertolenga, constata-se que animais que nasceram em Dezembro, entraram à cobrição com um peso superior, o que pode ser justificado pela estacionalidade da época de cobrição (Tabela 36).

Tabela 36 - Média P1^aC, em função do mês de parto, na raça Mertolenga.

Mês de Parto	n	Média ± ep (Kg)
Janeiro	4	395,28 ± 23,16
Fevereiro	1	494,96 ± 46,31
Março	6	524,06 ± 18,91
Abril	1	534,10 ± 46,31
Junho	7	329,80 ± 17,50
Julho	24	343,88 ± 9,45
Agosto	14	370,71 ± 12,38
Setembro	11	378,74 ± 13,96
Outubro	8	326,71 ± 16,37
Novembro	5	318,34 ± 20,71
Dezembro	2	588,06 ± 32,75

O facto de os pesos à primeira cobrição serem diferentes nas várias famílias, é um aspeto natural, uma vez que famílias com animais de maior porte (tamanho e peso) iriam originar

descendentes também maiores, daí o facto de haver pesos diferentes à primeira cobrição. Contudo o peso a atingir à primeira cobrição, não depende unicamente da componente genética, mas também do maneio alimentar a que o animal é sujeito. Em termos práticos, é considerada uma vantagem os animais que entram à cobrição com mais peso, uma vez que têm menor probabilidade de comprometerem o seu desempenho futuro. No caso do efetivo Alentejano, a diferença máxima verificada foi de 299 Kg, sendo a família do macho 82 1 --, a família cujos animais entraram com menor peso à primeira cobrição (Tabela 37).

Tabela 37 - Média de P1^aC, em função de cada família de machos de raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
82 1 --	5	258,45 ± 31,79
82 4 --	2	346,91 ± 50,27
A03 7 --	2	348,64 ± 50,27
A06 5 --	32	353,74 ± 12,57
1 7904379	2	386,60 ± 50,27
A02 9331 93	3	427,77 ± 41,04
18 901 789	4	432,40 ± 35,54
A02 8609 86	25	449,47 ± 14,22
A3 31-C --	2	459,51 ± 50,27
2 280 802 408	14	494,44 ± 19,00
82 8008 80	11	495,40 ± 21,43
60 301 603	1	510,26 ± 71,09
82 8609 86	24	534,31 ± 14,51
82 1REGT	50	557,11 ± 10,05

Em relação ao efetivo de raça Mertolenga a diferença máxima verificada, entre famílias de machos, foi de 88 Kg. A família que mais contribuiu para que o peso das fêmeas à primeira cobrição fosse mais elevado, foi a família 133 1REGT (Tabela 38).

Tabela 38 - Média de P1^aC, em função de cada família de machos de raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
133 B403 04	17	369,02 ± 11,23
72 810 88	11	390,77 ± 13,96
101 A132 91	2	410,32 ± 32,75
13 126 81	11	423,57 ± 13,96
3 623 86	22	435,71 ± 9,87
133 A507 95	3	444,19 ± 26,74
133 1REGT	17	456,65 ± 11,23

4.1.4. Eficiência ao desmame

A eficiência ao desmame (EFD), foi medida, através da razão entre o peso ao desmame do vitelo e o intervalo entre partos da mãe. Na raça Alentejana foi em média de 0,484 Kg/dias e na raça Mertolenga de 0,300 Kg/dias. Assim, dos efetivos em estudo, o Alentejano foi o mais eficiente ao desmame, uma vez que, em média, as suas progenitoras produziram 0,484 Kg de vitelo por dia.

Através do modelo elaborado para a análise estatística da EFD de cada efetivo, pode-se constatar que a idade da vaca ao parto, o mês de parto e a família de machos, foram os fatores de variação que tiveram influência estatisticamente significativa ($P < 0,05$) na variável resposta (EFD) (Anexo 3).

Relativamente à idade da vaca ao parto destaca-se como mais eficientes, as fêmeas Alentejanas com idades compreendidas entre os 8 e os 9 anos, e as fêmeas Mertolengas, com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos (Tabela 39).

Tabela 39 - Média da EFD, em função da idade da vaca ao parto, na raça Alentejana e Mertolenga.

Idade da vaca ao parto (anos)	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep(Kg/dias)	n	Média ± ep (Kg/dias)
< 3	107	0,164 ± 0,020	48	0,076 ± 0,020
< 4	104	0,415 ± 0,020	45	0,242 ± 0,020
< 5	103	0,509 ± 0,020	36	0,229 ± 0,023
< 6	73	0,521 ± 0,024	42	0,313 ± 0,021
< 7	73	0,525 ± 0,024	36	0,316 ± 0,023
< 8	67	0,557 ± 0,025	32	0,342 ± 0,024
< 9	51	0,594 ± 0,029	29	0,359 ± 0,025
< 10	44	0,517 ± 0,031	21	0,356 ± 0,030
≥ 10 e < 12	50	0,541 ± 0,029	41	0,379 ± 0,021
≥ 12 e <15	23	0,496 ± 0,043	28	0,383 ± 0,026
≥ 15	--	--	12	0,307 ± 0,039

Através da Tabela 40, pode-se afirmar que, em ambas as raças, existiu uma maior eficiência em animais que pariram no verão, o que seria de esperar, uma vez que foram os meses do ano em que o intervalo entre partos foi menor (Tabela 28).

Tabela 40 - Média da EFD, em função do mês de parto, na raça Alentejana e Mertolenga.

Mês de Parto	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep (Kg/dias)	n	Média ± ep (Kg/dias)
Janeiro	11	0,422 ± 0,063	8	0,287 ± 0,048
Fevereiro	11	0,368 ± 0,063	2	0,379 ± 0,096
Março	12	0,542 ± 0,060	3	0,222 ± 0,079
Abril	6	0,544 ± 0,085	-	-
Junho	22	0,630 ± 0,044	9	0,355 ± 0,045
Julho	221	0,565 ± 0,014	115	0,424 ± 0,013
Agosto	202	0,544 ± 0,015	102	0,380 ± 0,013
Setembro	115	0,469 ± 0,019	79	0,331 ± 0,015
Outubro	50	0,466 ± 0,029	36	0,247 ± 0,023
Novembro	32	0,382 ± 0,037	13	0,251 ± 0,038
Dezembro	13	0,392 ± 0,058	3	0,126 ± 0,079

A análise das famílias de machos de raça Alentejana permite verificar que todas as famílias foram eficientes ao desmame, uma vez que em todas a produtividade foi suficiente para suportar os custos diários de alimentação das fêmeas reprodutoras. A família 82 4 --, destaca-se como a mais eficiente ao desmame, uma vez que em média produziu 0,614 Kg de vitelo por dias de IEP, originando uma EFD média de 1,16€ por dia (Tabela 41). Nas famílias de machos da raça Mertolenga, a família 133 A507 95, foi a mais eficiente ao desmame, permitindo ao produtor ganhar diariamente 0,53€. Por outro lado a família 101 A132 91, foi a menos eficiente, causando assim um prejuízo de 0,23€ por dia, ao produtor (Tabela 42). Comparando os dois efetivos, observa-se que quase todas as famílias de machos da raça Alentejana, foram mais eficientes ao desmame, que as famílias de machos da raça Mertolenga.

Tabela 41 - Média EFD, em Kg/dia e em €/dia, em função de cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (Kg/dias)	Média (€/dia)
82 4 --	9	0,614 ± 0,069	1,16 €
A03 7 --	13	0,579 ± 0,058	1,06 €
1 7904379	13	0,573 ± 0,058	1,04 €
60 301 603	4	0,551 ± 0,104	0,97 €
A06 5 --	116	0,503 ± 0,019	0,82 €
82 1 --	15	0,494 ± 0,054	0,79 €
2 280 802 408	31	0,484 ± 0,037	0,76 €
82 1REGT	214	0,477 ± 0,014	0,74 €
82 8609 86	142	0,454 ± 0,017	0,67 €
82 8008 80	22	0,450 ± 0,044	0,66 €
A3 31-C --	1	0,450 ± 0,207	0,66 €
A02 8609 86	88	0,404 ± 0,022	0,51 €
A02 9331 93	12	0,375 ± 0,060	0,42 €

Tabela 42 - Média EFD, em Kg/dia e em €/dia, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (Kg/dias)	Média (€/dia)
133 A507 95	15	0,410 ± 0,035	0,53 €
133 B403 04	31	0,382 ± 0,024	0,44 €
133 1REGT	89	0,323 ± 0,014	0,26 €
13 126 81	80	0,280 ± 0,015	0,13 €
3 623 86	95	0,274 ± 0,014	0,11 €
72 810 88	52	0,269 ± 0,019	0,09 €
101 A132 91	8	0,164 ± 0,048	-0,23 €

4.2. Caracteres Produtivos

4.2.1. Peso ao nascimento

O peso médio ao nascimento na raça Alentejana, foi de 33,46 Kg e na raça Mertolenga de 24,90Kg. Estes valores estão dentro do esperado, para cada raça, de acordo com a bibliografia consultada (Tabela 7).

Os resultados da análise estatística, mostram que, em ambas as raças, o sexo da cria influenciou significativamente ($P < 0,05$), o peso ao nascimento. Na raça Alentejana também o mês de nascimento do animal e as famílias de machos, foram fatores de variação estatisticamente significativos ($P < 0,05$)(Anexo 2 e Anexo 4).

Em relação ao sexo do vitelo constata-se que, em ambas as raças, os machos pesaram, aproximadamente, mais dois quilos do que as fêmeas (Tabela 43).

Tabela 43 – Peso médio ao nascimento, em função do sexo do vitelo, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Sexo do vitelo	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep (Kg)	n	Média ± ep (Kg)
Machos	129	34,67 ± 0,42	109	25,88 ± 0,33
Fêmeas	163	32,24 ± 0,37	94	23,92 ± 0,36

Analisando o peso ao nascimento, em função do mês de nascimento (Tabela 44), verifica-se que os animais, da raça Alentejana, nascidos em Novembro, foram os mais pesados ao nascimento.

Tabela 44 – Peso médio ao nascimento, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.

Mês de Nasc.	n	Média ± ep (Kg)
Fevereiro	7	34,30 ± 1,80
Março	1	22,44 ± 4,76
Abril	1	34,30 ± 4,76
Junho	16	35,10 ± 1,19
Julho	95	33,73 ± 0,49
Agosto	100	33,38 ± 0,48
Setembro	38	33,50 ± 0,77
Outubro	20	35,80 ± 1,07
Novembro	14	38,57 ± 1,27

Ao nível das famílias de machos da raça Alentejana, verificou-se uma diferença máxima de 18Kg, no peso ao nascimento (Tabela 45).

Tabela 45 – Peso médio ao nascimento, em função de cada família de machos na raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep(Kg)
1 7904379	1	45,96 ± 4,76
82 8609 86	3	42,16 ± 2,75
2 280 802 408	17	34,63 ± 1,16
19 702 397	26	33,92 ± 0,93
A02 8609 86	68	33,46 ± 0,58
82 1REGT	144	32,20 ± 0,40
A3 31-C --	12	30,71 ± 1,38
A02 9331 93	4	30,27 ± 2,38
60 301 603	4	29,70 ± 2,38
82 8008 80	3	27,82 ± 2,75
A06 5 --	10	27,19 ± 1,51

4.2.2. Peso ao desmame

O peso médio ao desmame, no efetivo da raça Alentejana, foi de 239,35Kg e no efetivo de raça Mertolenga de 154,73 Kg. Comparando os dois efetivos, o Alentejano desmamou em média mais 84,62Kg que o Mertolengo.

Os modelos estatístico-matemáticos utilizados na análise do peso ao desmame, demonstraram que o sexo do vitelo, o mês de nascimento e as famílias de machos, foram os fatores de variação com influência estatisticamente significativa ($P < 0,05$), sobre o variável resposta (Anexo 2 e Anexo 4).

As médias do peso ao desmame, em função do sexo, demonstram que os machos pesaram mais ao desmame, do que as fêmeas (Tabela 46). Na raça Alentejana os machos pesaram, aproximadamente, mais 30 Kg e na raça Mertolenga mais 20Kg, do que as respetivas fêmeas.

Tabela 46 – Peso médio ao desmame, em função do sexo do vitelo, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Sexo	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep (Kg)	n	Média ± ep (Kg)
Machos	144	255,44 ± 2,99	109	163,66 ± 2,59
Fêmeas	166	223,26 ± 2,79	117	145,80 ± 2,5

A Tabela 47 revela que os animais da raça Alentejana, nascidos no mês de Novembro, pesaram mais, em comparação com os que nasceram nos restantes meses do ano. Uma possível justificação para esta superioridade é o facto dos animais nascidos no inverno, serem desmamados no final da primavera, levando a que estes e as suas progenitoras, usufruissem de uma pastagem melhor, do ponto de vista quantitativo e qualitativo. Este facto terá tido como consequência a melhoria da quantidade e qualidade do leite das mães que, por sua vez, terá tido reflexos positivos na performance ao desmame. Em relação aos animais da raça Mertolenga, os que nasceram em Janeiro foram os obtiveram melhores performances ao desmame.

Tabela 47 - Peso médio ao desmame, em função do mês de nascimento, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Mês de Nasc.	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep (Kg)	n	Média ± ep (Kg)
Janeiro	1	253,64 ± 35,95	1	183,81 ± 27,06
Fevereiro	7	262,05 ± 13,59	-	-
Junho	13	182,03 ± 9,97	7	156,20 ± 10,23
Julho	104	201,49 ± 3,53	74	163,55 ± 3,15
Agosto	103	225,11 ± 3,54	69	157,30 ± 3,26
Setembro	50	241,24 ± 5,08	51	147,02 ± 3,79
Outubro	17	242,83 ± 8,72	16	126,35 ± 6,77
Novembro	12	274,78 ± 10,38	7	138,14 ± 10,23
Dezembro	3	271,01 ± 20,76	1	165,46 ± 27,06

Relativamente às famílias de machos, no efetivo de raça Alentejana, registou-se uma diferença máxima entre famílias de 35Kg, sendo alvo de destaque a família 2 280 802 408, uma vez que foi, em média, a família que desmamou animais mais pesados (Tabela 48). Por outro lado no

efetivo Mertolenga, a diferença máxima entre famílias foi de 85Kg. A família que desmamou, em média, descendentes mais pesados, foi a 133 1REGT (Tabela 49).

Tabela 48 – Peso médio ao desmame, em função de cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
2 280 802 408	53	258,15 ± 4,94
19 702 397	30	247,68 ± 6,56
82 1REGT	201	242,11 ± 2,54
A02 8609 86	23	225,15 ± 7,50
60 301 603	3	223,66 ± 20,76

Tabela 49 - Peso médio ao desmame, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
133 1REGT	47	177,09 ± 3,95
133 B403 04	73	174,27 ± 3,17
3 623 86	72	168,09 ± 3,19
133 A507 95	31	159,81 ± 4,86
72 810 88	3	94,38 ± 15,62

4.2.3. Peso ajustado para os 120 dias de idade

O peso ajustado para os 120 dias de idade foi, em média, de 112,96 Kg na raça Alentejana e de 78,42 Kg, na raça Mertolenga.

Os modelos estatístico-matemáticos usados para a análise do P120, mostraram que nenhum dos fatores de variação influenciou estatisticamente de forma significativa ($P < 0,05$) a variável resposta, na raça Mertolenga (Anexo 2 e Anexo 4). No entanto, na raça Alentejana, o mês de nascimento do animal, teve uma influência estatisticamente significativa ($P < 0,05$) no P120 (Anexo 2 e Anexo 4). Os animais nascidos em Dezembro e Fevereiro, tiveram pesos mais elevados aos 120 dias de idade (Tabela 50). Esta superioridade pode ser explicada pelo facto de esta idade coincidir com a época de primavera. A qualidade e quantidade de pastagem, nesta estação do ano, terá influenciando, positivamente, a qualidade e quantidade de leite das mães que, por consequência, se terá traduzido no aumento de peso nos vitelos. O P120 espelha a capacidade

leiteira da mãe, assim, poder-se-á afirmar que, no caso do efetivo de raça Alentejana, esta capacidade foi positivamente influenciada pelas características da pastagem.

Tabela 50 – Peso médio ajustado para os 120 dias de idade, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.

Mês de Nasc.	n	Média ± ep (Kg)
Fevereiro	7	127,50 ± 8,05
Junho	13	97,11 ± 5,91
Julho	105	99,05 ± 2,08
Agosto	106	108,66 ± 2,07
Setembro	50	113,19 ± 3,01
Outubro	19	111,41 ± 4,89
Novembro	12	116,85 ± 6,15
Dezembro	5	127,38 ± 9,53

4.2.4. Peso ajustado para os 210 dias de idade

O peso ajustado para os 210 dias de idade, na raça Alentejana foi, em média, de 238,75Kg e na raça Mertolenga de 160,91Kg.

Os resultados da análise estatística do P210 foram semelhantes aos obtidos no P120, em ambas as raças. O mês de nascimento, na raça Alentejana, foi o único fator de variação com influência estatisticamente significativa ($P < 0,05$) na variável resposta (Anexo 2 e Anexo 4). Através da Tabela 51, constata-se que os animais nascidos no mês de setembro, outubro, novembro e janeiro foram os que registam melhores performances ao desmame, pelo contrário os animais nascidos em julho foram os que revelaram piores performances.

Tabela 51 - P210 médio, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.

Mês	n	Média ± ep (Kg)
Janeiro	1	260,43 ± 35,42
Fevereiro	3	241,65 ± 20,45
Junho	13	217,90 ± 9,82
Julho	105	209,68 ± 3,46
Agosto	95	225,37 ± 3,63
Setembro	35	243,69 ± 5,99
Outubro	6	253,92 ± 14,46
Novembro	3	257,39 ± 20,45

4.2.5. Ganho médio diário entre nascimento o desmame

O GMD N-D na raça Alentejana foi, em média, de 0,95 Kg/dia. A raça Mertolenga revelou um valor médio de 0,58Kg/dia. Comparando as duas raças, pode-se afirmar que a raça Mertolenga tem uma menor velocidade de crescimento, entre o nascimento e o desmame, quando comparada com a raça Alentejana.

A análise estatística elaborada para o estudo do GMD N-D, revelou que, em ambas as raças, os fatores de variação que influenciaram estatisticamente de forma significativa ($P < 0,05$) a velocidade de crescimento, foram: o sexo do vitelo e a família de machos (Anexo 2 e Anexo 4). Além dos fatores de variação referidos, também o mês de nascimento causou influências estatisticamente significativas ($P < 0,05$) no GMD N-D da raça Alentejana.

A análise da Tabela 52, permite constatar que os machos tiveram uma velocidade de crescimento superior à das fêmeas. A referida superioridade foi, aproximadamente, de 0,10Kg/dia, nas duas raças.

Tabela 52 - GMD N-D, em função do sexo, nas raças Alentejana e Mertolenga.

Sexo	Alentejana		Mertolenga	
	n	Média ± ep (Kg/dia)	n	Média ± ep (Kg/dia)
Machos	166	1,01 ± 0,01	109	0,62 ± 0,01
Fêmeas	144	0,88 ± 0,01	117	0,55 ± 0,01

Relativamente às famílias de machos, registaram diferenças máximas de 0,18Kg e 0,33Kg, na raça Alentejana e Mertolenga, respetivamente. Observando a Tabela 53 e a Tabela 54, constata-se que as famílias de machos da raça Alentejana, manifestaram uma maior velocidade de crescimento, quando comparadas com as famílias de machos da raça Mertolenga. Nas famílias de machos da raça Alentejana destaca-se a família 2 280 802 408 e, nas famílias de machos da raça Mertolenga, a família 133 B403 04, como as que tiveram uma maior velocidade de crescimento.

Tabela 53 - GMD N-D, em função de cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (Kg/dia)
2 280 802 408	53	1,03 ± 0,02
19 702 397	30	0,98 ± 0,03
82 1REGT	201	0,96 ± 0,01
A02 8609 86	23	0,90 ± 0,03
60 301 603	3	0,85 ± 0,09

Tabela 54 - GMD N-D, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (Kg/dia)
133 B403 04	73	0,67 ± 0,01
133 1REGT	47	0,66 ± 0,02
3 623 86	72	0,64 ± 0,01
133 A507 95	31	0,60 ± 0,02
72 810 88	3	0,33 ± 0,06

O GMD N-D, na raça Alentejana, foi superior em animais nascidos de Novembro a Fevereiro, o que pode ser justificado pelo facto de estes animais serem desmamados na primavera, aproveitando assim a influência positiva que o pique de produção de pastagem tem na alimentação animal, ao contrário dos animais que nasceram de Junho a Agosto (Tabela 55).

Tabela 55 - GMD N-D, em função do mês de nascimento, na raça Alentejana.

Mês de Nasc.	n	Média ± ep (Kg/dia)
Janeiro	1	1,01 ± 0,16
Fevereiro	7	1,03 ± 0,06
Junho	13	0,69 ± 0,04
Julho	104	0,75 ± 0,02
Agosto	103	0,86 ± 0,02
Setembro	50	0,93 ± 0,02
Outubro	17	0,94 ± 0,04
Novembro	12	1,13 ± 0,05
Dezembro	3	1,17 ± 0,09

4.3. Consanguinidade

O coeficiente de consanguinidade médio, obtido através da estatística descritiva, no efetivo de raça Alentejana foi de 5,33% e no efetivo de raça Mertolenga foi de 7,12%.

Nas famílias de machos verificou-se que, na raça Alentejana, o coeficiente de consanguinidade médio foi de 4,32%, sendo o máximo de 14,15% (Tabela 56). Na raça Mertolenga o coeficiente de consanguinidade médio por família de machos foi de 5,49%, tendo como valor máximo 14,52% (Tabela 57).

Tabela 56 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média (%)	Desvio Padrão
19 702 397	32	14,15	9,72
82 8008 80	21	11,10	7,09
60 301 603	4	10,08	9,66
A02 8609 86	99	8,47	6,04
2 280 802 408	59	8,26	7,07
A06 5 --	43	5,53	8,44
82 1REGT	243	2,91	7,98
1 7904379	1	0,00	
82 1 --	4	0,00	0,00
82 4 --	5	0,00	0,00
82 8609 86	3	0,00	0,00
A02 9331 93	4	0,00	0,00
A03 7 --	3	0,00	0,00
A3 31-C --	11	0,00	0,00

Tabela 57 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média (%)	Desvio Padrão
133 B403 04	80	14,52	10,72
133 A507 95	35	11,95	7,43
3 623 86	102	8,88	7,98
72 810 88	26	7,72	10,25
133 1REGT	60	0,83	4,53
101 A132 91	1	0,00	
101 B326003	1	0,00	
13 126 81	10	0,00	0,00

Nas famílias de fêmeas da raça Alentejana o coeficiente de consanguinidade médio foi de 5,70%, sendo o máximo de 13,70% (Tabela 58). Enquanto nas famílias de fêmeas da raça Mertolenga este coeficiente teve uma média de 7,99%, atingido o valor máximo de 20,55% (Tabela 59).

Tabela 58 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de fêmeas da raça Alentejana.

Família F	n	Média (%)	Desvio Padrão
82 8949 89	1	13,70	
82 0102 01	15	11,80	11,01
82 9003 90	13	11,07	12,82
A03 7649 76	18	10,37	11,17
82 8110 81	4	10,35	12,15
82 9024 90	6	9,53	10,96
A03 7630 76	11	8,75	8,95
A05 7650 76	11	8,53	10,40
A04 7607 76	11	8,46	7,61
A03 7607176	14	7,88	9,64
A03 7614 76	11	7,60	9,18
82 9201 92	11	7,51	11,46
A03 7642 76	10	7,48	8,30
A04 7623 76	12	6,81	8,19
82 9010 90	4	6,55	7,58
82 3REGT	90	6,50	9,54
A05 V2 71	16	6,46	8,51
82 9102 91	12	6,25	11,31
82 8945 89	15	5,77	8,77
82 1REGT	101	5,70	8,23
82 2REGT	96	5,53	8,21
82 8115 81	7	5,14	6,11
82 7903 80	12	4,29	7,88
82 9103 91	9	4,06	8,29

Tabela 58 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de fêmeas da raça Alentejana
(Continuação).

Família F	n	Média (%)	Desvio Padrão
82 9927 99	26	3,90	6,51
A03 7638 76	21	3,69	6,68
82 8603 86	16	3,39	6,03
82 9321 93	9	3,24	7,17
82 8901 89	26	2,59	7,00
A03 V3 70	10	2,50	7,91
82 9217 92	26	2,48	6,91
82 9015 90	17	2,09	4,65
82 9708 97	16	1,78	6,25
82 7907 79	5	1,64	3,67
82 8941 89	14	1,64	4,10
82 8918 89	13	1,42	4,00
82 7914 79	1	0,00	
82 8421 84	1	0,00	

Tabela 59 - Média do coeficiente de consanguinidade, em função de cada família de fêmeas da raça Mertolenga.

Família F	n	Média (%)	Desvio Padrão
133 B711 07	2	20,55	29,06
133 A208 92	10	16,81	17,85
133 B201 02	7	12,00	13,54
133 3REGT	27	12,81	10,99
133 B316 03	11	7,88	10,67
133 2REGT	117	10,12	9,17
133 A702 97	14	4,96	8,84
16 23 --	22	4,51	8,75
133 A505 95	25	7,54	8,53
133 1REGT	45	4,40	7,64
16 A934 89	11	4,31	5,75
16 435 84	29	4,56	5,50
16 A949 89	12	5,08	4,17
16 A986 89	16	2,94	1,86
133 B906 99	6	1,40	1,08

O facto do efetivo da raça Mertolenga possuir um coeficiente de consanguinidade médio, por família de machos e por família de fêmeas, superior ao efetivo de raça Alentejana, pode estar associado às origens das vacadas da Herdade da Mitra. Enquanto o núcleo original de bovinos Alentejanos teve proveniência de cinco criadores diferentes, o núcleo original de bovinos Mertolengos foi adquirido a um único criador.

Na Tabela 56 e na Tabela 57, observa-se que algumas famílias tiveram uma média de coeficiente de consanguinidade igual a zero, o que pode ser justificado pelo facto de este coeficiente ter sido calculado com base nos dados genealógicos que, permitiram a predição do valor genético para o peso ao desmame. Ou seja, apesar de se possuir os registos genealógicos de todos os indivíduos que constituíram as famílias, só foram analisados aqueles que possuíam registo para o peso ao desmame. Tendo em conta que a consanguinidade, consiste no acasalamento de indivíduos com ascendentes comuns, se não existir ascendentes comuns esta é zero e o coeficiente

de consanguinidade entre dois indivíduos, sem ascendente comum, também é zero. Considerando a forma como foram constituídas as famílias, sabe-se que em cada família existe, pelo menos, um ascendente comum, que é o indivíduo fundador da família. Se desse ascendente comum não se possuir registo do peso ao desmame, este é eliminado da análise, conduzindo a que a média do coeficiente de consanguinidade da família seja zero.

Os resultados obtidos, através da análise estatística, permitem afirmar que, em ambos os efetivos, se verificaram diferenças significativas ($P > 0,05$), entre as famílias de machos, bem como entre as famílias de fêmeas.

O facto acima referido era espectável, uma vez que certas famílias contribuíram com mais descendentes do que outras, para a substituição do efetivo. Este facto terá influenciado valor do coeficiente de consanguinidade, uma vez que quanto mais descendentes uma família tiver, maior a probabilidade da existência de indivíduos aparentados, no efetivo.

4.4. Avaliação Genética

4.4.1. Peso ao desmame

Através dos outputs do programa MTDFREML (MTDF56 e MTDF66), toma-se conhecimento, que no efetivo Alentejano, dos 1196 animais em estudo, 371 eram consanguíneos e que a consanguinidade média entre estes animais foi de 15%. No caso do efetivo Mertolenga, dos 529 animais submetido a avaliação genética, 252 eram consanguíneos, tendo cerca de 12% de consanguinidade média. Conhece-se os valores da média e do desvio padrão para o carácter em estudo (Tabela 60), através do modelo da avaliação genética, constatando-se que os mesmos não variaram minimamente em relação aos valores obtidos pelo modelo estatístico- matemático aplicado às avaliações fenotípicas.

Tabela 60 - Outputs do MTDFREML para o PD.

		Raças	
		Alentejana	Mertolenga
MTDF56	Nº de animais	1196	529
	Nº de animais consanguíneos	371	252
	Consanguinidade média dos animais consanguíneos	0,15	0,12
MTDF66	Média (kg)	225,93	171,93
	Desvio padrão (Kg)	46,92	40,19

As distribuições dos valores genéticos preditos para os efeitos diretos e maternos do PD, em ambas as raças, encontram-se apresentadas nas Figura 4 e Figura 5, obtidas através do output MTDF78. As referidas figuras permitem observar que em ambas as raças existiu uma amplitude razoável, tanto para os efeitos diretos, como para os efeitos maternos. Evidenciando a variabilidade genética existente em cada efetivo, através da qual era possível progredir geneticamente em termos de PD em ambos os efetivos.

No efetivo de raça Alentejana registaram-se diferenças máximas de 39,84Kg nos valores genéticos para os efeitos diretos e de 29,04Kg para os efeitos maternos. Enquanto no efetivo de raça Mertolenga as diferenças máximas foram de 34,72Kg e 28,74 Kg, para os efeitos diretos e maternos, respetivamente.

Através da Figura 4 é ainda possível constatar que na raça Alentejana, existe um elevado número de indivíduos geneticamente superiores para a componente PD maternal. Este facto indica que, através de uma seleção adequada, o efetivo em causa poderia melhorar geneticamente as características maternas.

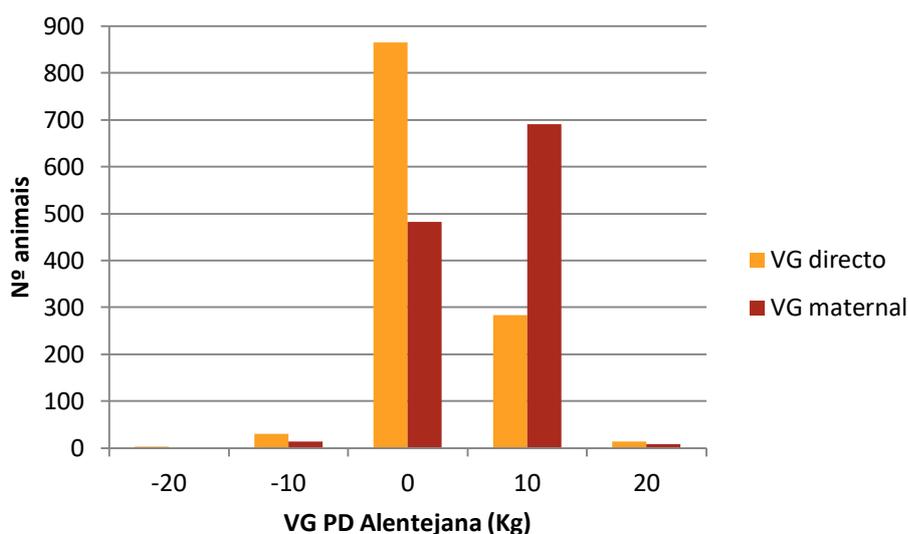


Figura 4 - Distribuição do valor genético direto e materno para o PD, na raça Alentejana.

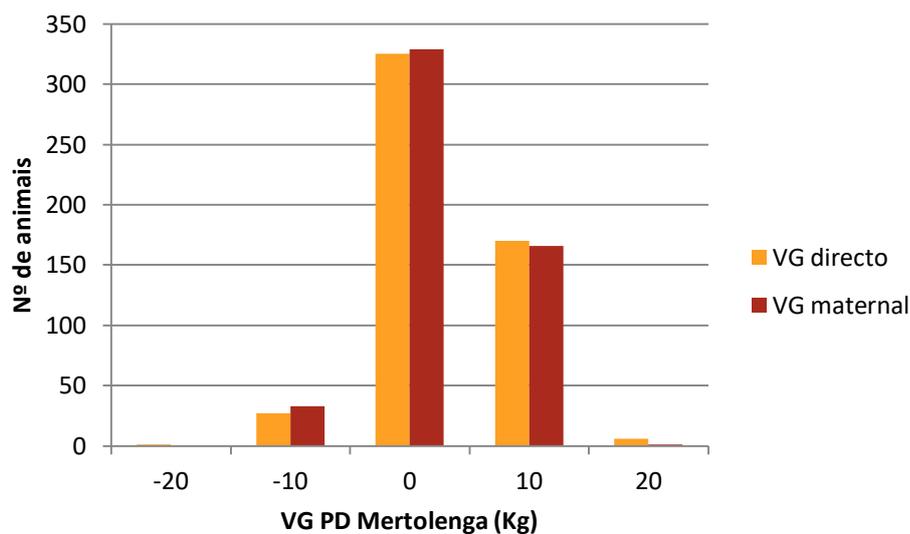


Figura 5 - Distribuição do valor genético direto e materno para o PD, na raça Mertolenga.

Através do modelo estatístico, elaborado e executado para o valor genético direto do peso ao desmame, pode-se afirmar que existem diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$), entre as famílias de machos em ambas as raças. Porém, no que respeita às famílias das fêmeas o mesmo não se verificou.

Os resultados apresentados na Tabela 61, permitem constatar que apenas os indivíduos das famílias 19702397, 2280802408 e 60301603, contribuíram de forma positiva para o progresso genético do carácter em causa. Assim, ao seleccionar descendentes para que o efetivo de raça Alentejana progredisse geneticamente em termos de peso ao desmame, devia-se ter privilegiado a seleção de animais pertencentes às famílias acima referidas.

Tabela 61 - Valor genético direto para o PD, para cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
19702397	32	4,60 ± 0,82
2280802408	59	1,95 ± 0,60
60301603	4	0,10 ± 2,32
1 7904379	1	-0,14 ± 4,64
A02 9331 93	4	-0,27 ± 2,32
82 1 --	4	-0,45 ± 2,32
A3 31-C --	11	-0,52 ± 1,40
82 4 --	5	-0,63 ± 2,08
A06 5 --	39	-0,68 ± 0,74
A03 7 --	3	-1,30 ± 2,68
82 8008 80	20	-1,70 ± 1,04
82 1REGT	243	-2,48 ± 0,30
82 8609 86	3	-4,58 ± 2,68
A02 8609 86	98	-5,05 ± 0,47

No efetivo Mertolengo (Tabela 62), apenas uma das famílias de machos contribui positivamente para o progresso genético do efetivo, no carácter peso ao desmame. Tal como referido para o efetivo de raça Alentejana, também no efetivo de raça Mertolenga, ao se seleccionar descendentes, devia ter-se optado por animais pertencentes à família 101 B326003, uma vez que, em média, esses animais transmitem à sua descendência 1,03Kg de peso ao desmame ($1/2 \times 2,06 = 1,03\text{Kg}$) a mais que a média da população.

Tabela 62 - Valor genético direto para o PD, para cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
101 B326003	1	2,06 ± 4,30
133 1REGT	60	-1,43 ± 0,55
133 A507 95	35	-1,62 ± 0,73
3 623 86	102	-1,96 ± 0,43
13 126 81	10	-2,82 ± 1,36
101 A132 91	1	-2,88 ± 4,30
133 B403 04	80	-3,18 ± 0,48
72 810 88	25	-9,08 ± 0,86

Em relação valor genético materno para o peso ao desmame, em ambas as raças existiram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$), entre as famílias de machos e entre as famílias fêmeas.

Através da Tabela 63 pode-se constatar que existiu um maior número de famílias de machos, geneticamente superiores para o valor genético materno, quando comparado com o valor genético direto (Tabela 61). Estes resultados evidenciam razão pela qual esta raça pode ser considerada como de uma raça maternal (objetivo comum às raças autóctones) e por isso muitas vezes usada como linha mãe, em cruzamentos terminais. Destacam-se as famílias 1 7904379, 82 8008 80, 2280802408 e A06 5 -- pela sua clara superioridade em relação às restantes. Com base neste facto devia ter-se privilegiado a seleção de descendentes desta família, quando o objetivo de seleção fosse a obtenção de animais para reposição, nomeadamente fêmeas.

Tabela 63 - Valor genético materno para o PD, para cada família de machos de raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
1 7904379	1	5,99 ± 3,30
82 8008 80	20	4,95 ± 0,74
2280802408	59	4,92 ± 0,43
A06 5 --	39	4,02 ± 0,53
60301603	4	3,29 ± 1,65
A03 7 --	3	3,19 ± 1,91
82 1REGT	243	1,10 ± 0,21
A3 31-C --	11	0,72 ± 1,00
82 1 --	4	0,42 ± 1,65
82 4 --	5	0,41 ± 1,48
A02 8609 86	98	-0,82 ± 0,33
19702397	32	-1,94 ± 0,58
A02 9331 93	4	-3,27 ± 1,65
82 8609 86	3	-6,06 ± 1,91

A família de machos que contribuiu positivamente para o valor genético direto e materno, e por isso se denomina mais equilibrada, foi a família 2280802408. Como tal ao selecionar animais desta família, ter-se-ia beneficiado da sua superioridade em termos de valor genético direto e materno para o peso ao desmame. A seleção de animais descendentes de outras famílias, levaria a que esses contribuíssem de forma positiva para valor genético direto, mas prejudicariam o valor genético materno (Tabela 61 e Tabela 63), uma vez que são geneticamente inferiores para o critério em causa.

Analisando as famílias de fêmeas da raça Alentejana, destacar-se a família 82 0102 01, pela sua clara superioridade para o carácter em causa, comparando com as restantes famílias de fêmeas (Tabela 64).

Tabela 64 - Valor genético materno para o PD, para cada família de fêmeas da raça Alentejana.

Família F	n	Média ± ep (Kg)
82 0102 01	11	5,50 ± 1,00
82 8115 81	6	3,63 ± 1,35
82 7903 80	7	2,26 ± 1,25
82 8603 86	15	0,94 ± 0,85
82 7914 79	1	0,94 ± 3,30
82 2REGT	71	0,93 ± 0,39
82 8110 81	2	0,89 ± 2,34
82 8941 89	11	0,59 ± 1,00
82 1REGT	81	0,21 ± 0,37
82 8918 89	13	0,04 ± 0,92
82 7907 79	2	-0,10 ± 2,34
82 3REGT	62	-0,44 ± 0,42
82 8901 89	23	-0,47 ± 0,69

Relativamente ao valor genético materno para o PD, no efetivo da raça Mertolenga (Tabela 65), pode-se observar que nas famílias de machos existiu, uma superioridade genética da raça, quando comparado com os resultados do PD direto (Tabela 62).

Uma vez que existiu um maior número de famílias de machos geneticamente superiores, para este carácter. Podendo destacar-se as famílias 133 B403 04, 72 810 88 e 13 126 81, como as que possuem valores genéticos superiores, em relação à população em estudo, para o PD maternal.

Tabela 65 - Valor genético materno para o PD, para cada família de machos de raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (Kg)
133 B403 04	80	1,46 ± 0,34
72 810 88	25	1,38 ± 0,61
13 126 81	10	0,08 ± 0,96
133 1REGT	60	-1,69 ± 0,39
101 A132 91	1	-1,99 ± 3,03
101 B326003	1	-2,43 ± 3,03
133 A507 95	35	-3,12 ± 0,51
3 623 86	102	-8,61 ± 0,30

Através da comparação dos resultados apresentados na Tabela 62 e na Tabela 65, pode-se constatar a que a família de machos que foi superior para o PD direto, ao nível do PD maternal, revelou valores negativos. Isto é, a família de machos da raça Mertolenga que transmitiu um bom potencial genético para o crescimento, transmitiu um mau potencial genético para as características maternas.

Em relação às famílias de fêmeas Mertolengas, não se assinala nenhuma família que se destacasse pela sua clara superioridade em relação à média da população (Tabela 66).

Tabela 66 - Valor genético materno para o PD, para cada família de fêmeas da raça Mertolenga.

Família F	n	Média ± ep (Kg)
16 A949 89	12	0,58 ± 0,87
16 A986 89	15	0,55 ± 0,78
133 B906 99	5	0,36 ± 1,35
16 23 --	22	-0,60 ± 0,65
16 A934 89	11	-0,89 ± 0,91
133 B316 03	7	-1,33 ± 1,14
133 A702 97	11	-1,46 ± 0,91
133 1REGT	39	-1,90 ± 0,48
16 435 84	24	-2,41 ± 0,62
133 3REGT	23	-2,43 ± 0,63
133 B711 07	1	-2,51 ± 3,03
133 2REGT	111	-3,16 ± 0,29
133 B201 02	5	-3,43 ± 1,35
133 A505 95	20	-4,61 ± 0,68
133 A208 92	8	-4,73 1,07

4.4.2. Intervalo entre partos

Através dos outputs MTDF56 e MTDF66 do IEP, provenientes do programa informático MTDFREML, relativos ao IEP, fica-se a saber que do 1196 animais avaliados, da raça Alentejana, 371 eram consanguíneos e que a consanguinidade média, entre os animais, foi de 15%. No efetivo Mertolengo, dos 529 animais submetido a avaliação genética, 252 são consanguíneos, tendo como consanguinidade média 12%. Conhece-se também a média e o desvio padrão para o carácter em estudo (Tabela 67), que também não diferem muito dos resultados obtidos através de análise estatística dos valores fenotípicos.

Tabela 67 - Outputs do MTDFREML para o IEP.

		Raças	
		Alentejana	Mertolenga
MTDF56	Nº de animais	1196	529
	Nº de animais consanguíneos	371	252
	Consanguinidade média dos animais consanguíneos	0,15	0,12
MTDF66	Média (dias)	430	423
	Desvio padrão (dias)	141	144

As distribuições dos valores genéticos preditos para o IEP, na raça Alentejana e Mertolenga, são apresentadas nas Figura 6 e Figura 7 (obtidas através do output MTDF78), respetivamente. Verifica-se que em ambas as raças, o carácter em avaliação apresenta uma grande amplitude, traduzindo assim a existência de variabilidade genética em ambos os efetivos, possibilitando uma seleção com vista ao progresso genético em ambas as raças.

A diferença máxima registada na vacada de raça Alentejana foi de 183,92 dias e de 95,14 dias na vacada de raça Mertolenga.

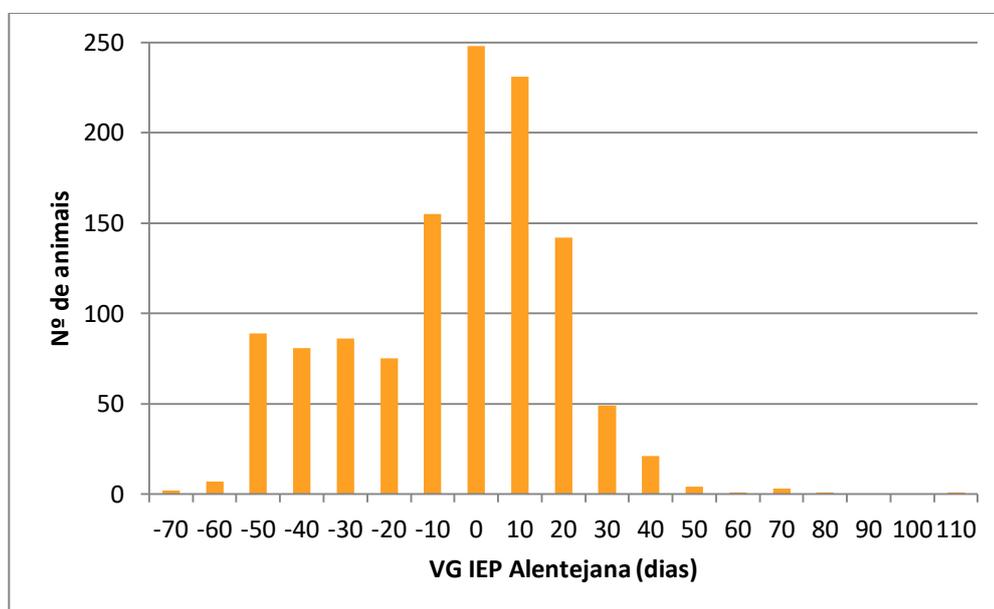


Figura 6 - Distribuição do valor genético para o IEP na raça Alentejana.

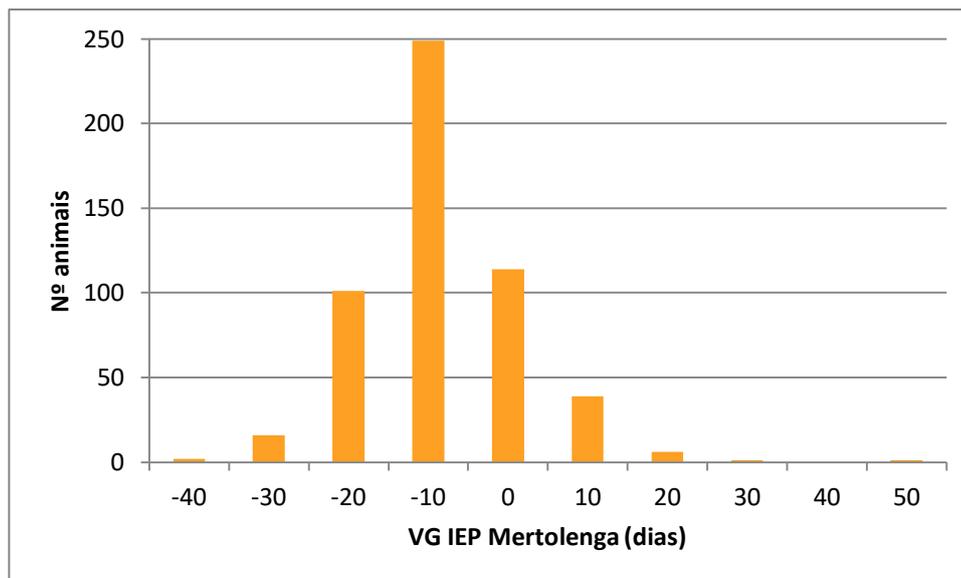


Figura 7 - Distribuição do valor genético para o IEP na raça Mertolenga.

Através do modelo estatístico, usado para valor genético relativo ao intervalo entre partos, constata-se que existem diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$), entre as famílias de machos, em ambas as raças. Contudo, no que respeita às fêmeas não existiram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

A Tabela 68 indica que grande parte das famílias de machos da raça Alentejana contribuíram de forma positiva para o progresso genético do IEP, destacando-se a família 60301603, uma vez que, em média, estes animais transmitiram aos seus descendentes menos 59 dias de IEP ($1/2 \times 118,10 = 59,05 \text{ dias}$), do que a média da população.

Tabela 68 - Valor genético para o IEP, para cada família de machos da raça Alentejana.

Família M	n	Média ± ep(dias)
60301603	3	-118,10 ± 6,48
1 7904379	9	-21,72 ± 3,74
A06 5 --	76	-14,97 ± 1,29
82 8008 80	17	-11,34 ± 2,72
82 8609 86	116	-9,15 ± 1,04
A02 9331 93	10	-7,80 ± 3,55
18901789,00	14	-5,78 ± 3,00
82 4 --	9	-4,73 ± 3,74
A03 7 --	13	-4,05 ± 3,11
A02 8609 86	60	-2,23 ± 1,45
82 1REGT	173	-1,49 ± 0,85
2280802408	16	0,02 ± 2,81
82 1 --	13	0,17 ± 3,11

Através da Tabela 69 observa-se que nenhuma das famílias de machos da raça Mertolenga, contribuiu de forma positiva para o progresso genético de IEP.

Tabela 69 - Valor genético para o IEP, para cada família de machos da raça Mertolenga.

Família M	n	Média ± ep (dias)
133 B403 04	15	11,00 ± 2,90
13 126 81	74	12,47 ± 1,30
72 810 88	44	13,15 ± 1,69
133 A507 95	12	13,47 ± 3,24
3 623 86	79	14,29 ± 1,26
101 A132 91	6	14,50 ± 4,58
133 1REGT	73	14,58 ± 1,31

4.5. Influência das linhas genéticas nos bovinos de raça Alentejana

Os resultados apresentados na Tabela 70 são referentes aos valores médios de cada carácter reprodutivo analisado, em cada família de machos da raça Alentejana. Através da referida Tabela é possível verificar que a família com o coeficiente de consanguinidade mais elevado foi a que, em termos fenotípicos, revelou piores resultados para o IEP e para o IPB. Em termos de valor genético para o IEP, constata-se que a família com o segundo maior valor de coeficiente de consanguinidade (10,08%) foi a que manifestou melhor valor genético (-118,10 dias) para o carácter. Por outro lado a família com pior valor genético (3,11 dias) para o IEP teve um coeficiente de consanguinidade igual a zero.

A comparação entre os resultados fenotípicos e os genéticos permite constatar que, a família que revelou os melhores resultados fenotípicos para o IEP e para o IPB, não foi a melhor do ponto de vista genético. Parece, assim, ter havido influência da componente ambiental, na expressão dos valores associados a este carácter.

As linhas genéticas masculinas (famílias de machos com maior coeficiente de consanguinidade) parecem não ter influenciado, de forma negativa, os valores dos caracteres reprodutivos do efetivo de raça Alentejana.

Tabela 70 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres reprodutivos da raça Alentejana.

Família M	CCA (%)	P1 ^ª C (Kg)	IPB (dias)	IEP (dias)	EFD (Kg/dia)	VG-IEP (dias)
82 8008 80	11,10	495,4	242	525	0,450	-11,34
60 301 603	10,08	510,26	188	471	0,551	-118,10
A02 8609 86	8,47	449,47	210	493	0,404	-2,23
2 280 802 408	8,26	494,44	190	473	0,484	0,02
A06 5 --	5,53	353,74	168	451	0,503	-14,97
82 1REGT	2,91	557,11	169	452	0,477	-1,49
1 7904379	0,00	386,60	131	414	0,573	-21,72
82 1 --	0,00	258,45	204	487	0,494	3,11
82 4 --	0,00	346,91	179	462	0,614	-4,73
82 8609 86	0,00	534,31	198	481	0,454	-9,15
A02 9331 93	0,00	427,77	226	509	0,375	-7,80
A03 7 --	0,00	348,64	169	452	0,579	-4,05

Os valores médios referentes aos caracteres produtivos, em função das famílias de machos da raça Alentejana, são apresentados na Tabela 71. Observa-se que a família do macho 60 301 603 foi a que, em termos fenotípicos, apresentou as piores performances, para um maior número de caracteres. Esta família foi a segunda com maior coeficiente de consanguinidade. Atendendo aos valores genéticos, a referida família apresentou média positiva relativamente à média da população, sugerindo assim que os valores obtidos fenotipicamente foram muito influenciados pela componente ambiental. Por outro lado a família que revelou as melhores performances fenotípicas para os caracteres produtivos (2 280 802 408), teve um coeficiente de consanguinidade de 8,26%. A respeito do valor genético para o peso ao desmame este foi positivo, tanto para a componente direta, como para a materna, sendo neste caso família com melhor valor genético materno.

A família com maior coeficiente de consanguinidade (14,15%), foi a que apresentou melhor valor genético direto, para o peso ao desmame. Contudo revelou um valor genético negativo, para a componente maternal da característica em causa.

A influência das linhas genéticas, nas performances fenotípicas e no valor genético direto para o peso desmame, em termos gerais não foi evidente. Os melhores e os piores valores, foram obtidos nas famílias, 60 301 603 e 2 280 802 408, cujo coeficiente de consanguinidade diferiu em 2%. Relativamente ao valor genético materno constata-se que, o pior valor foi observado na família com coeficiente de consanguinidade zero. Pelo contrário, a família com melhor valor genético, para a componente maternal, revelou um coeficiente de consanguinidade de 8,26%.

Tabela 71 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres produtivos da raça Alentejana.

Família M	CCA (%)	PN (Kg)	P120 (Kg)	P210 (Kg)	PD (Kg)	GMD N-D (Kg/dia)	VG-PDd (Kg)	VG-PDm (Kg)
19 702 397	14,15	33,92	105,12	243,79	247,68	0,980	4,60	-1,94
60 301 603	10,08	29,70	112,01	260,60	223,66	0,850	0,10	3,29
A02 8609 86	8,47	33,46	112,85	214,06		0,900	-5,05	-0,82
2 280 802 408	8,26	34,63	118,73	241,48	258,15	1,030	1,95	4,92
82 1REGT	2,91	32,20	116,08	233,82	242,11	0,960	-2,48	1,10
A02 9331 93	0,00	30,27			225,15		-0,27	-3,27

Os valores apresentados nas Tabelas 70 e 71, podem servir de indicadores para a seleção das famílias que melhor satisfaçam os objetivos de melhoramento. A raça Alentejana é muito utilizada como linha mãe, em cruzamentos terminais. Quando o objetivo de seleção for a obtenção

de fêmeas para reposição do efetivo, deve-se optar por animais que geneticamente sejam melhoradores para o VG-IEP e para o VG-PDm. O menor IEP é pronuncio de maior eficiência reprodutiva. Assim é desejável que o VG-IEP seja o mais negativo possível. Quanto maior o VG-PDm, melhores tenderão a ser as características maternas que influenciam o peso ao desmame, nomeadamente, a capacidade leiteira da fêmea. Como tal, a família de machos que parece satisfazer melhor os objetivos de seleção enumerados é a família 60 301 603. A referida família possui um valor positivo de VG-PDd, apesar de baixo, o que indica que ao utilizar esta família para melhorar o VG-PDm, não se prejudica o VG-PDd.

Os valores médios para os caracteres reprodutivos, em função das famílias de fêmeas da raça Alentejana, são apresentados na

Tabela 72 Tabela 72. Pode-se observar que a família 82 0102 01 foi a que revelou melhores registos fenotípicos, para o IPB e para o IEP. Esta família foi, também, a que teve o pior valor genético para o IEP (112,91 dias) e o maior coeficiente de consanguinidade (11,80%). Pelo contrário a família 82 7903 80 teve o melhor valor genético para o IEP, em relação à média da população. Contudo, em termos fenotípicos, foi a família em que se registaram os maiores valores para o IEP e para o IPB. Os resultados obtidos para as referidas famílias são um claro exemplo de que o valor fenotípico do animal, só por si, nem sempre espelha o seu potencial genético. Assim torna-se evidente a importância de selecionar com base em valores fenotípicos e genéticos.

A relação direta entre o coeficiente de consanguinidade das linhas genéticas femininas e os valores médios das características reprodutivas, de uma forma geral, não é evidente.

Tabela 72 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres reprodutivos da raça Alentejana.

Família F	CCA (%)	P1ªC (Kg)	IPB (dias)	IEP (dias)	EFD (Kg/dia)	VG-IEP (dias)
82 0102 01	11,80	425,04	135,03	418,03	0,48	112,91
82 9003 90	11,07	357,70	223,94	506,94	0,39	-0,03
A03 7649 76	10,37	445,21	175,89	458,89	0,53	-6,51
82 8110 81	10,35	489,47	172,32	455,32	0,52	3,76
A03 7630 76	8,75	412,50	172,77	455,77	0,55	-9,06
A05 7650 76	8,53	418,85	181,75	464,75	0,51	-5,39
A04 7607 76	8,46	474,90	163,50	446,50	0,51	-4,71
A03 7607176	7,88	410,34	174,24	457,24	0,55	-0,88
82 9201 92	7,51	377,61	191,41	474,41	0,56	-1,25
A03 7642 76	7,48	515,37	194,76	477,76	0,54	-11,45
A04 7623 76	6,81	417,22	208,76	491,76	0,46	3,76
82 3REGT	6,50	427,13	157,96	440,96	0,52	-4,48
A05 V2 71	6,46	423,09	165,46	448,46	0,49	-2,04
82 9102 91	6,25	379,49	182,07	465,07	0,52	-3,70
82 8945 89	5,77	391,39	269,75	552,75	0,51	-7,98
82 1REGT	5,70	421,97	197,40	480,40	0,42	-3,11
82 2REGT	5,53	425,18	179,42	462,42	0,51	-0,99
82 8115 81	5,14	393,22	298,90	581,90	0,38	-4,26
82 7903 80	4,29	553,74	361,60	644,60	0,45	-45,52
82 9103 91	4,06	438,84	138,93	421,93	0,53	-2,31
82 9927 99	3,90	441,23	151,52	434,52	0,45	-4,62

Tabela 72 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres reprodutivos da raça Alentejana (Continuação).

Família F	CCA (%)	P1 ^a C (Kg)	IPB (dias)	IEP (dias)	EFD (Kg/dia)	VG-IEP (dias)
A03 7638 76	3,69	466,07	171,41	454,41	0,54	-3,31
82 8603 86	3,39	361,14	261,82	544,82	0,42	-0,38
82 9321 93	3,24	434,24	182,39	465,39	0,54	-4,69
82 8901 89	2,59	408,55	177,72	460,72	0,52	-5,98
A03 V3 70	2,50	451,46	151,48	434,48	0,58	-7,90
82 9217 92	2,48	396,22	191,10	474,10	0,50	-2,83
82 9015 90	2,09	419,41	198,02	481,02	0,46	-5,18
82 9708 97	1,78	494,69	147,58	430,58	0,58	-6,18
82 7907 79	1,64	511,71	200,73	483,73	0,40	4,17
82 8918 89	1,42	431,29	208,45	491,45	0,51	-1,96

A Tabela 73 mostra os valores médios de todos os caracteres produtivos, analisados em função das famílias de fêmeas da raça Alentejana. A família com piores registos fenotípicos para o P120 e para PD foi, também, a família com piores valores genéticos, tanto para a componente direta como para a maternal, do PD.

A família com maior coeficiente de consanguinidade (11,80%) foi a que revelou o melhor valor genético materno para o peso ao desmame. Contudo apresentou um valor genético negativo para a componente direta daquela característica.

As famílias de fêmeas da raça Alentejana tiveram, na generalidade, melhores resultados na avaliação genética para a componente maternal do PD, do que para a componente direta desta característica.

À semelhança do que ocorreu com os caracteres reprodutivos, também nos caracteres produtivos não foi evidente uma relação direta entre os coeficientes de consanguinidade das famílias de fêmeas e os valores das características em causa.

Tabela 73 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres produtivos da raça Alentejana.

Família F	CCA (%)	PN (Kg)	P120 (Kg)	P210 (Kg)	PD (Kg)	GMD N-D (Kg/dia)	VG-PDd (Kg)	VG-PDm (Kg)
82 0102 01	11,80	29,84	120,07	243,97	255,37	1,029	-1,16	5,50
82 9003 90	11,07	33,01	98,29	217,76	211,95	0,836	-4,61	-3,70
82 9024 90	9,53	32,41	128,27	249,09	262,81	1,050	1,39	2,36
A03 7614 76	7,60	35,43	125,47	267,92	251,12	0,974	-0,43	2,26
82 9201 92	7,51	32,02	102,97	263,41	238,95	0,943	-2,61	4,22
A04 7623 76	6,81	35,98	108,63	237,87	240,85	0,942	0,38	0,96
82 3REGT	6,50	32,53	106,81	229,32	227,01	0,895	-0,55	-0,44
82 9102 91	6,25	31,19	101,72	216,10	223,72	0,868	0,29	-3,37
82 8945 89	5,77	28,41	113,78	243,02	244,11	0,993	-1,56	-0,39
82 1REGT	5,70	32,84	113,62	238,50	239,49	0,955	0,23	0,21
82 2REGT	5,53	31,67	107,67	238,03	227,66	0,900	-0,56	0,93
82 8115 81	5,14	37,18	127,68	259,15	266,16	1,002	1,65	3,63
82 7903 80	4,29	38,86	134,87	207,43	216,20	0,832	-1,10	2,26
82 9103 91	4,06	33,98	110,89	246,83	239,06	0,935	-1,10	2,09
82 9927 99	3,90	31,65	118,87	243,06	243,47	0,971	-0,60	0,76
A03 7638 76	3,69	34,39	106,96	230,04	222,18	0,882	-2,18	2,16
82 8603 86	3,39	30,76	113,25	236,51	239,43	0,962	-1,39	0,94
82 9321 93	3,24	32,84	114,83	248,77	248,65	0,997	-2,01	5,45
82 8901 89	2,59	31,59	109,91	235,04	249,57	0,995	-1,17	-0,47
82 9217 92	2,48	34,46	104,92	234,59	239,18	0,930	-0,40	-2,79
82 9015 90	2,09	35,11	108,80	232,94	239,25	0,940	-2,25	0,63
82 9708 97	1,78	32,99	116,79	240,02	241,22	0,969	3,70	0,93
82 8941 89	1,64	29,71	102,41	234,20	232,22	0,921	-3,11	0,59
82 8918 89	1,42	31,30	113,51	236,50	244,80	0,959	-2,12	0,04

Os valores apresentados nas Tabelas 72 e 73, podem servir de indicadores para a eventual seleção das famílias de fêmeas que melhor satisfaçam o objetivo do melhoramento. Quando se seleciona para determinada característica, é importante que não se prejudiquem as restantes. Assim, a seleção de animais para reprodução, revela-se uma tarefa complicada. Através da Tabela 72, consta-se que apenas três famílias de fêmeas não são melhoradoras para o VG-IEP, ao evitar seleção de animais destas famílias, existirá progresso genético em termos de VG-IEP. No entanto mesmo que o objetivo de seleção seja o apenas o VG-IEP, é importante não prejudicar o VG-PDd e o VG-PDm. Se o objetivo de seleção for a obtenção de animais geneticamente superiores para o VG-PDd, e que os mesmos não piorem o valor genético da população em termos de VG-IEP e de VG-PDm, sugerir-se-ia a seleção de indivíduos pertencentes à família 82 9708 97. Por outro lado, se o objetivo for melhorar o valor genético da população em termos de VG-PDm, sem prejudicar o VG-IEP e o PDd, a família que melhor cumpre os requisitos é a família 82 8115 81.

4.6. Influência das linhas genéticas nos bovinos de raça Mertolenga

A Tabela 74 apresenta os valores médios de cada carácter reprodutivo, analisado em função das famílias de machos da raça Mertolenga.

A família 133 B403 04, destaca-se por ser a que releva maior coeficiente de consanguinidade (14,52%) e o melhor registo fenotípico, para o IPB.

As famílias cuja taxa de consanguinidade foi zero, foram as que registaram piores valores fenotípicos.

Verifica-se que todas as famílias de machos revelaram valores genéticos positivos para IEP. Assim, estas famílias não terão contribuído para o melhoramento genético desta característica.

Tabela 74 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres reprodutivos da raça Mertolenga.

Família M	CCA (%)	P1 ^a C (Kg)	IPB (dias)	IEP (dias)	EFD (Kg/dia)	VG-IEP (dias)
133 B403 04	14,52	369,02	73	356	0,382	11,00
133 A507 95	11,95	444,19	104	387	0,410	13,47
3 623 86	8,88	435,71	162	445	0,274	14,29
72 810 88	7,72	390,77	168	451	0,269	13,15
133 1REGT	0,83	456,65	138	421	0,323	14,58
101 A132 91	0,00	410,32	264	547	0,164	14,50
13 126 81	0,00	423,57	178	461	0,280	12,47

A Tabela 75 expressa os valores médios dos caracteres produtivos, em função das famílias de machos da raça Mertolenga.

A família 72 810 88 destaca-se das restantes, pela negativa, uma vez que foi a registou piores valores fenotípicos e pior valor genético para a componente direta do PD.

A influência das linhas genéticas masculinas, nos caracteres produtivos, não é evidente, em termos gerais.

Tabela 75 - Influência das linhas genéticas masculinas nos caracteres produtivos da raça Mertolenga.

Família M	CCA (%)	PN (Kg)	P120 (Kg)	P210 (Kg)	PD (Kg)	GMD N-D (Kg/dia)	VG-PDd (Kg)	VG-PDm (Kg)
133 B403 04	14,52	24,16	83,45	178,58	174,27	0,670	-3,18	1,46
133 A507 95	11,95	24,97	86,75	168,63	159,81	0,600	-1,62	-3,12
3 623 86	8,88	24,25	90,31	165,74	168,09	0,640	-1,96	-8,61
72 810 88	7,72	26,20	60,24	121,48	94,38	0,330	-9,08	1,38
133 1REGT	0,83	25,09	79,82	170,10	177,09	0,660	-1,43	-1,69

Os valores apresentados nas Tabelas 74 e 75, podem servir de indicadores para uma eventual seleção das famílias de machos que melhor satisfaçam o objetivo de melhoramento. Conforme referido anteriormente, quando se pretende selecionar, a fim de melhorar um determinado carácter é importante que não se prejudique os restantes. Contudo através das Tabelas 74 e 75, pode-se constatar que nenhuma das famílias de machos da raça Mertolenga é melhoradora para o VG-IEP e para o VG-PDd. Assim, selecionar famílias melhoradoras para VG-PDm parece conduzir a retrocessos genéticos ao nível do VG-IEP e VG-PDd.

Através da Tabela 76, observam-se as médias dos caracteres reprodutivos, em função das famílias de fêmeas da raça Mertolenga. Verifica-se que todas as famílias de fêmeas revelaram valores genéticos desejáveis para IEP. Ao contrário das famílias de machos, as famílias de fêmeas contribuíram de forma positiva para o progresso genético dos efetivos em termos de IEP.

A família 16 A934 89, foi a família que revelou melhores registos fenotípicos, para o IBP, IEP e EDF. Também foi a família que mais se destacou, no que respeita ao valor genético para IEP, em relação à média da população.

À semelhança das linhas genéticas masculinas, também as linhas genéticas femininas não parecem evidenciar qualquer influência do coeficiente de consanguinidade, nos caracteres reprodutivos.

Tabela 76 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres reprodutivos da raça Mertolenga.

Família F	CCA (%)	P1ªC (Kg)	IPB (dias)	IEP (dias)	EFD (Kg/dia)	VG-IEP (dias)
133 3REGT	12,81	451,35	181,73	464,73	0,20	-19,22
133 2REGT	10,12	397,89	171,55	454,55	0,34	-19,14
133 A702 97	4,96	459,50	194,20	477,20	0,31	-15,41
16 23 --	4,51	398,27	167,39	450,39	0,36	-20,82
133 1REGT	4,40	376,47	165,43	448,43	0,35	-18,24
16 A934 89	4,31	346,97	91,03	374,03	0,45	-21,46
16 435 84	4,56	427,37	138,09	421,09	0,34	-21,35
16 A949 89	5,08	397,85	176,84	459,84	0,36	-17,51
16 A986 89	2,94	439,46	111,26	394,26	0,40	-19,68

A Tabela 77 mostra as médias dos caracteres produtivos, em função das famílias de fêmeas da raça Mertolenga. A referida Tabela sugere que não existe influência do coeficiente de consanguinidade das famílias de fêmeas, nos caracteres produtivos.

Em termos de valor genético direto para o PD, a Tabela 77 revela que todas as famílias de fêmeas tiveram uma avaliação negativa para este carácter.

Tabela 77 - Influência das linhas genéticas femininas nos caracteres produtivos da raça Mertolenga.

Família F	CCA (%)	PN (Kg)	P120 (Kg)	P210 (Kg)	PD (Kg)	GMD N-D (Kg/dia)	VG-PDd (Kg)	VG-PDm (Kg)
133 B711 07	20,55	24,07	85,28	164,06	141,63	0,536	-0,59	-2,51
133 A208 92	16,81	23,63	69,89	151,25	145,66	0,532	-4,64	-4,73
133 B201 02	12,00	24,16	63,37	129,57	135,13	0,500	-3,52	-3,43
133 3REGT	12,81	24,98	81,34	179,99	167,41	0,638	-2,79	-2,43
133 B316 03	7,88	22,70	77,47	163,00	151,50	0,570	-3,00	-1,33
133 2REGT	10,12	26,11	81,15	163,41	160,78	0,603	-1,70	-3,16
133 A702 97	4,96	27,35	83,11	157,76	155,02	0,593	-0,76	-1,46
16 23 --	4,51	26,08	78,70	167,65	163,10	0,610	-2,23	-0,60
133 A505 95	7,54	25,43	77,56	155,26	151,56	0,560	-1,64	-4,61
133 1REGT	4,40	26,00	74,36	157,13	154,20	0,576	-2,26	-1,90
16 A934 89	4,31	22,74	80,94	157,85	157,05	0,600	-3,87	-0,89
16 435 84	4,56	25,28	67,16	147,13	145,23	0,534	-2,45	-2,41
16 A949 89	5,08	25,00	86,33	173,78	165,52	0,634	-4,38	0,58
16 A986 89	2,94	25,35	82,91	171,95	163,35	0,622	-2,78	0,55
133 B906 99	1,40	24,62	86,69	173,81	163,79	0,628	-2,59	0,36

Os valores apresentados nas Tabelas 76 e 77, podem servir de indicadores para a eventual seleção das famílias de fêmeas que melhor satisfaçam o objetivo de melhoramento. Ao contrário do que se verificou ao nível das famílias de machos, através da seleção das famílias de fêmeas é possível progredir geneticamente em termos de VG-IEP. Contudo, a seleção de qualquer família de fêmeas que melhore o VG-IEP, parece causar um retrocesso tanto ao nível do VG-PDd, como ao nível do PDm.

4.7. Correlações

4.7.1. Caracteres Reprodutivos

Os coeficientes de correlação calculados entre os caracteres reprodutivos, de origem fenotípica e genética, encontram-se apresentados na Tabela 78.

Tabela 78 – Correlações lineares entre os caracteres reprodutivos.

	IVP	IEP	ID	EFD	CCA	VG - IEP
IVP	1,00	-0,15 *	-0,05	0,08	-0,23 *	0,08
IEP		1,00	-0,05	-0,66 *	0,10	0,21 *
ID			1,00	0,13 *	-0,05	0,10
EFD				1,00	-0,15 *	-0,13 *
CCA					1,00	-0,16 *
VG - IEP						1,00

(*) P<0,05 – correlações estatisticamente significativas

Através da análise da Tabela 78, constata-se que o IEP teve uma correlação estatisticamente significativa com a IVP, a EFD e VG-IEP. A correlação negativa entre o IEP e o IVP, parece evidenciar que com o aumento da idade da fêmea, a sua performance em termos de IEP piora. No entanto em termos biológicos verifica-se que um IEP menor em fêmeas com idades intermédias (5,5 a 7,5 anos), pelo contrário, o IEP é superior em fêmeas mais jovens (2 aos 4 anos), e em fêmeas com idade mais avançada (mais de 8 anos) (C. Belo et al.,2013). O IEP também está correlacionado negativamente com a EFD. Este facto já era esperado, tendo em conta que a EFD resulta da razão entre o peso vivo do vitelo ao desmame e o IEP da sua progenitora. Em consequência, animais com (IEP) superiores têm uma menor eficiência ao desmame. A correlação positiva entre o IEP e VG-IEP, indica que animais superiores para o carácter IEP, em termos genéticos, também o são em termo fenotípicos.

4.7.2. Caracteres Produtivos

De forma a interpretar uma possível associação entre os caracteres produtivos, sejam eles de origem fenotípica ou genética, foram calculados os coeficientes de correlação linear apresentados na Tabela 79.

Tabela 79 - Correlações lineares entre os caracteres produtivos.

	ID	P120	P 210	PD	GMD N-D	CCA	VG-PDd	VG -PDm
ID	1	-0,06	0,23 *	0,63 *	-0,22 *	0,03	-0,03	0,07
P120		1	0,31 *	0,44 *	0,63 *	-0,13 *	0,31 *	-0,07
P210			1	0,59 *	0,44 *	-0,02	0,23 *	0,15 *
PD				1	0,58 *	-0,06	0,38 *	0,02
GMD N-D					1	-0,11	0,49 *	0,04
CCA						1	-0,2 *	-0,06
VG-PDd							1	-0,11
VG -PDm								1

(*) P<0,05 – correlações estatisticamente significativas.

Analisando a Tabela 79, constata-se que a idade ao desmame (ID), teve uma correlação estatisticamente significativa e positiva com o P210 e o PD. Isto poderá indicar que animais desmamados com mais idade foram os que apresentaram pesos superiores, quer ajustados para os 210 dias de idade (P210), quer ao desmame (PD).

A idade ao desmame também teve uma correlação significativa, mas negativa, com o GMD N-D. Perante este resultado parece que animais desmamados com mais idade foram os que revelaram piores performances no que respeita ao crescimento médio diário.

Todos os caracteres produtivos, cuja informação é de origem fenotípica (P120, P210, PD e GMD N-D), estiveram correlacionados entre si de modo positivo e estatisticamente significativo. Estas correlações parecem indicar que o peso dos animais a uma determinada idade está correlacionado com o peso a idades futuras e com a velocidade de crescimento. Sugere assim que animais com melhores performances a idades mais jovens, terão também melhores performances a idade mais tardias.

O coeficiente de consanguinidade correlacionou-se estatisticamente de forma significativa e negativa, com o P120 e com o VG-PDd. Estas correlações parecem indicar que animais consanguíneos têm piores performances aos 120 dias idade, o que se poderá ter refletido no valor genético direto predito para o PD. A consanguinidade faz-se sentir de forma diversa, face ao tipo de característica em causa. Todavia, este poderá ser um exemplo do efeito da depressão sanguínea, pois sempre que aumenta a frequência de homozigóticos, diminui a produtividade (Gama, 2002).

Os valores genéticos diretos, para o peso ao desmame (VG-PDd) estão correlacionados de forma positiva e significativa com P120, P210, PD e GMD N-D.

Os valores genéticos maternos, para o peso ao desmame, apresentaram correlação positiva e estatisticamente significativa com o P210.

5. Conclusão

A presente dissertação foi desenvolvida com o objetivo de analisar a influência das linhas genéticas na produtividade de bovinos da raça Alentejana e Mertolenga.

A avaliação dos caracteres reprodutivos e produtivos permitiu constatar, que os resultados obtidos estão de acordo com valores encontrados por outros autores, nas mesmas raças e na mesma região. Contudo considera-se que as características acima referidas poderiam ser melhoradas, uma vez que se conhecem os fatores que as influenciam e que, biologicamente, seria possível aumentar a produtividade.

A avaliação genética revelou que, dentro de cada raça, existe variabilidade genética. Esta variabilidade poderá ser determinante para a seleção adequada dos futuros reprodutores que, assim, venham a contribuir para o progresso genético destas populações.

A avaliação feita revelou que, em ambas as raças e em ambos os sexos existem indivíduos cujo valor genético os indica como melhoradores, para determinados caracteres de interesse zootécnico e económico.

As famílias, quer de machos quer de fêmeas, em ambos os efetivos, não seguiram um padrão específico de melhoramento genético. Parece não ter existido linhas genéticas que tenham influenciado, de forma evidente, os diversos caracteres em análise. Este facto sugere que, no que concerne à linha de machos, possa ter existido uma especial preocupação em não acasalar indivíduos aparentados.

A avaliação realizada, considerando as famílias de machos e fêmeas, permitiu obter indicadores para uma eventual seleção. Conforme referido, a seleção de descendência é uma tarefa complicada. Contudo, na raça Alentejana existem famílias de machos e de fêmeas, que são melhoradoras para determinada característica e não prejudicam as restantes. Assim, denominamos estas famílias como “famílias ideais”. Pelo contrário, na raça Mertolenga, não se observou nenhuma família ideal. As famílias que eram melhoradoras para o VG-IEP, revelaram uma avaliação negativa ao nível do VG-PDd e do VG-PDm e vice-versa.

6. Bibliografia

- ACBM (2011) Catálogo de touros 2011. [On-line]. Retirado de: <http://www.mertolenga.com/Catalogo%20ACBM%202011%20comcapa.pdf>
- ACBM (2012) Catálogo de touros 2012. [On-line]. Retirado de: http://www.mertolenga.com/Carne%20mertolenga_25%20anosweb.pdf
- ACBM (2013) Catálogo de touros 2013. [On-line]. Retirado de: http://www.mertolenga.com/Mertolengo_Catalogo_2013_web.pdf
- ACBM (2014) Catálogo de touros 2014. [On-line]. Retirado de: http://www.mertolenga.com/catalogo_2014.pdf
- ACBM (2015) Catálogo de touros 2015. [On-line]. Retirado de: http://www.mertolenga.com/catalogo_2015.pdf
- ACBM (2016) Catálogo de touros 2016. [On-line]. Retirado de: http://www.mertolenga.com/Catalogo_2016.pdf
- ACBM (2017a) Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos. Dados produtivos e reprodutivos. [On-line]. Retirado de: <http://mertolenga.com/conteudo.php?idm=82>
- ACBM (2017b) Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos. Linha Materna. [On-line]. Retirado de: <http://mertolenga.com/conteudo.php?idm=83>
- ACBRA (2017a) Associação de Criadores de Bovinos de Raça Alentejana. Caracteres Reprodutivos. [On-line]. Retirado de: <http://www.bovinoalentejano.pt/conteudo.php?idm=12>
- ACBRA (2017b) Associação de Criadores de Bovinos de Raça Alentejana. Caracteres Produtivos. [On-line]. Retirado de: <http://www.bovinoalentejano.pt/conteudo.php?idm=21>
- AJASUL (2018) Associação de Jovens Agricultores do Sul. Leilão N^o5/2018. Évora. [On-line]. Retirado de: <http://www.ajasul.com/ListagemdeLotesaLeilao.pdf>
- Barcellos, J., & Lobato, J. (1992a) Efeitos da época no nascimento de bezerros Hereford e suas cruzas. I. Peso ao nascer e ganho médio diário pré-desmama. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.1, p.137–149.
- Barcellos, J., & Lobato, J. (1992b). Efeitos da época no nascimento de bezerros Hereford e suas cruzas. II. Pesos ao desmame, ano e sobreano. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.1, p.150–157."
- Belo, C. C., Belo, A. T., Felício, N., Martins, J., & Domingos, T. (2013). Parâmetros reprodutivos de efetivos de vacas aleitantes no Alentejo. *Revista de Ciências Agrárias*, 36(1), 84-95.
- Bettencourt, E. & Romão, R. (2009). Avaliação económica de explorações de bovinos de carne: impacto dos fatores reprodutivos. 1as Jornadas do Hospital Veterinário Muralha de Évora.

- Boldman, K., Kriese, L., Van Vleck, L., & Kachman, S. (1993). A manual for use of MTDFREML - a set of programs to obtain estimates of variances and covariances. ARS-USDA
- Burrow, H. (1993). The effects of inbreeding in beef cattle. *Animal Breeding Abstracts*, 61,737-751.
- Butson, S., Berg, T., & Hardin, R. (1980). Factors influencing weights of range beef and dairy-beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 60:727.
- Cal, I. (2017). Eficiência produtiva em vacas aleitantes criadas na região do Alentejo (Dissertação de Mestrado). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. p.67.
- Carolino, N. (1999). Estimativas de Parâmetros Genéticos, Fatores de Correção e Avaliação Genética para Caracteres de Crescimento e Conformação em Bovinos da Raça Limousine (Tese de Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa.
- Carolino, N. (2003). II Curso Internacional Avançado de Melhoramento Genético Animal. Santarém: Estação Zootécnica Nacional, 21-55.
- Carolino, N. (2006). Estratégias de Seleção na Raça Bovina Alentejana (Tese de Doutoramento). Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa. 391pp
- Carolino, N. (2017). Estratégias de seleção nas espécies pecuárias. A genética ao serviço da produção animal. Comunicações das jornadas de transferência de conhecimento científico e tecnológico. Instituto Politécnico de Portalegre.
- Carolino, N., Gama, L., Almeida, J., & Rovisco, J. (1997). Análise dos pesos a diferentes idades em bovinos da raça Alentejana. Efeitos ambientais e Fatores de Correção. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, IV (1), 53-68.
- Carolino, N., Gama, L., & Carolino, R. (2000). Efeitos genéticos e ambientais no intervalo entre partos num efetivo bovino Mertolengo. *Veterinária Técnica*, 10, 16-23.
- Carolino, N., Gama, L., Rodrigues, J., & Bento, J. (2003). Estimation of Genetic and Environmental Parameter for Growth and Morphological Traits in Limousin Beef Cattle. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, X(1).
- Carolino, N., Batista, T., & Silveira, M. (2009). Avaliação Genética da Raça Bovina Charolesa. [Online]. Retirado de: http://www.charoles.com.pt/nota_explicativa.pdf
- Castro, J., Pereira, J., Henriques, N., Pais, J., Roquete, C., & Coelho, M. (2012). Eficiência em vacas Mertolengas– Outra maneira de ver a questão!. VIII Congresso Ibérico Sobre Recursos Genéticos Animais. [On-line]. Retirado de: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10038/1/EV.pdf>
- De Paz, C., De Albuquerque, L., & Fries, L. (1999). Efeitos ambientais sobre ganho de peso no período do nascimento ao desmame em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 55-64.

- Engelken, T. (2008). Developing replacement beef heifers. *Theriogenology*, 70(3), 569-572.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K., & Philipsson, J. (2004). Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. *J. Anim. Sci.*, 82:375-383.
- Ferreira, J. (2014). Fatores com influência nos parâmetros produtivos e reprodutivos numa vacada de raça Alentejana. (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.
- Fonseca, S., Galvão, A., & Rodrigues, A. (2003). Fatores que influenciam o peso ao nascimento de vitelos Holstein Friesian. *Anais ZOOTEC 2003*.
- Funston, R., Martin, J., Larson, D., & Roberts, A. (2012). Physiology and endocrinology symposium: Nutritional aspects of developing replacement heifers. *Journal of animal science*, 90(4), 1166-1171.
- Gama, L. T. (2002). *Melhoramento Genético Animal*. Lisboa: Escolar Editora.
- Gama, L., Matos, C. & Carolino, N. (2004) *Modelos Mistos em Melhoramento Animal*. Direcção Geral de Veterinária.
- Grings, E., Geary, T., Short, R., & MacNeil, M. (2007). Beef heifer development within three calving systems. *Journal of animal science*, 85(8), 2048-2058.
- Henderson, C. (1949). Estimation of genetic parameters. *Annals of Mathematical Statistics*, 21, 309.
- Hintze, J. (2001). *NCSS and Pass Number Cruncher Statistical Systems*. Kaysville. Utah.
- Horta, A. E. M., Vasques, M. I., Leitão, R. M., & Silva, J. R. (1990). Início da atividade ovárica pós-parto na vaca alentejana: Influência de épocas e anos diferentes. V Jornadas internacionais en Reproducción Animal e I.A.. Asociación Española de Especialistas en Reproducción Animal, Inseminación Artificial e Nuevas Tecnologías, Zaragoza - Espanha, 51-59.
- Laranjinha, A., Correia, A., Catita, D., Soares, G., Martelo, I., Veríssimo, F., Rodrigues, R., Garcia, S. (2015). Peso ao Nascimento. *Notícias Limousine*, 90-91. [On-line]. Recuperado de http://www.limousineportugal.com/N23_2015.pdf
- Madeira, R., Silva, F., Pilirito, A., Bento, B., Pinto-Coelho, M., & Roquete, C. (2015). Eficiência Produtiva e Reprodutiva em Vacadas Puras Mertolenga e Alentejana . XIX Congresso de Zootecnia: Diversidade da produção. Ponte de Lima. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Malécot, G. (1948). *Les mathématiques de l'hérédité*. Masson et Cie, Paris, France.
- Marôco, J. (2014). *Análise Estatística com o SPSS Statistic*. 6ª edição. Pêro Pinheiro: ReportNumber.

- Mendonça, G., Alves, M., Cardellino, R., & Silveira, J. (2003). Época de nascimento, genótipo e sexo de terneiros cruzas taurinos e zebuínos sobre o peso ao nascer, à desmama e eficiência individual de primíparas Hereford. *Ciência Rural*, 33(6).
- Moran, C., Quirke, J. & Roche, J. (1989). Puberty in Heifers: a Review. *Animal Reproduction*, 18, 167-182.
- Mrode, R. (1996). *Linear Models of the Prediction of Animal Breeding Values*. Cab International. 37-76
- Parland, S., Kearney, J., Rath, M. & Berry, D. (2007). Inbreeding trends and pedigree analysis of Irish dairy and beef cattle populations. *Journal of Animal Science*, 85, 322-331.
- Pedroso, R. (2006). *Desmame faseado em bovinos de carne (problemática dos anos difíceis)*. Universidade de Évora, 90 pp.
- Pelicioni, L., Pascoa, L., Muniz, C., & Queiroz, S. (2002). Efeito da idade da vaca ao parto e da data juliana de nascimento sobre características pré-desmama de bezerros da raça Gir. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1) 61-70.
- Perry, G. (2016). Factors affecting puberty in replacement beef heifers. *Theriogenology* XXX, 1-6
- Romão, R. (2013). *Avaliação e gestão reprodutiva dos efetivos de carne*. Comunicação nas XXXVII Jornadas da AEFMV. Lisboa
- Roquete, C. (1994) *Aplicação do modelo animal na caracterização genética das populações Frísia e Mertolenga no Alentejo*. (Tese de Doutoramento). Universidade de Évora. 499 pp.
- Samora, A., & Roquete, C. (2000). *Vacadas em tom de vermelho no Alentejo*. X Congresso de Zootecnia. Santarém
- Silva, R., Castro, J. & Roquete, C. (2007). *Métodos Alternativos de Suplementação em vacadas de carne*. XVII Congresso de Zootecnia, Terceira, Açores.
- Sonohata, M., De Abreu, U., & De Oliveira, D. (2013) Efeito da idade da vaca sobre o peso ao nascimento e peso à desmama de bezerros criados extensivamente na sub-região do Paiaguás, Pantanal Sul-Mato-Grossense. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba: SBMA
- Teixeira, R., & Albuquerque, L. (2003). Efeitos ambientais que afetam o ganho de peso pré-desmama em animais Angus, Hereford, Nelore e mestiços Angus-Nelore e Hereford-Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 887-890.
- Wall, E., Brotherstone, S., Kearney, J., Woolliams, J., & Coffey, M. (2005). Impact of nonadditive genetic effects in the estimation of breeding values for fertility and correlated traits. *Journal of Dairy Science*, 88(1), 376-385.
- Weigel, K. (2001). Controlling Inbreeding in Modern Breeding Programs. *Journal of Dairy Science*, 84, 177-184.

Willham, R. (1963). The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. *Biometrics*, 19:18.

7. Anexos

Anexo 1 - Modelos estatístico-matemáticos gerais para análise dos caracteres reprodutivos.

Intervalo entre partos / Peso à primeira Cobrição

$$Y_{ijklmno} = \mu + ANOP_i + IVP_j + IAN_k + MNV_l + MP_m + b_1(IVP - \overline{IVP})_n + b_2(IVP^2 - \overline{IVP^2})_o + e_{ijklmno}$$

Em que:

$Y_{ijklmno}$ - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

$ANOP_i$ - Ano de parto

IVP_j - Idade da vaca ao parto

IAN_k - Idade da avó do animal, quando nasceu a mãe

MNV_l - Mês de nascimento da vaca

MP_m - Mês de parto

$b_1(IVP - \overline{IVP})_n$ - Covariante da idade da vaca quando nasceu o animal

$b_2(IVP^2 - \overline{IVP^2})_o$ - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando nasceu o animal

$e_{ijklmno}$ - erro

Intervalo entre o parto e a beneficiação

$$Y_{ijklmnop} = \mu + ANOP_i + IVP_j + IAN_k + MNV_l + MP_m + b_1(IVP - \overline{IVP})_n + b_2(IVP^2 - \overline{IVP^2})_o + b_3(\text{VarPeso} - \overline{\text{VarPeso}})_p + e_{ijklmnop}$$

Em que:

$Y_{ijklmnop}$ - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

$ANOP_i$ - Ano de parto

IVP_j - Idade da vaca ao parto

IAN_k - Idade da avó do animal, quando nasceu a mãe

MNV_l - Mês de nascimento da vaca

MP_m - Mês de parto

$b_1(IVP - \overline{IVP})_n$ - Covariante da idade da vaca quando nasceu o animal

$b_2(IVP^2 - \overline{IVP^2})_o$ - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando nasceu o animal

$b_3(\text{VarPeso} - \overline{\text{VarPeso}})_p$ - Covariante da Variação de peso entre o parto e entrada do touro na vacada

$e_{ijklmnop}$ - erro

Peso ao nascimento

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{SEXO}_i + \text{ANON}_j + \text{IVN}_k + \text{MN}_l + b_1(\text{IVN} - \overline{\text{IVN}})_m + b_2(\text{IVN}^2 - \overline{\text{IVN}^2})_n + e_{ijklmn}$$

Em que:

Y_{ijklmn} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

SEXO_i - Sexo do animal

ANON_j - Ano de nascimento

IVN_k - Idade da vaca quando nasceu o animal

MN_l - Mês em que nasceu o animal

$b_1(\text{IVN} - \overline{\text{IVN}})_m$ - Covariante da idade da vaca quando nasceu o animal

$b_2(\text{IVN}^2 - \overline{\text{IVN}^2})_n$ - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando nasceu o animal

e_{ijklmn} - erro

Peso corrido para os 120 dias de idade / Peso corrigido para os 210 dias de idade

$$Y_{ijklm} = \mu + \text{ANON}_i + \text{IVN}_j + \text{MN}_k + b_1(\text{IVN} - \overline{\text{IVN}})_l + b_2(\text{IVN}^2 - \overline{\text{IVN}^2})_m + e_{ijklm}$$

Em que:

Y_{ijklm} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

ANON_i - Ano de nascimento

IVN_j - Idade da vaca quando nasceu o animal

MN_k - Mês em que nasceu o animal

$b_1(\text{IVN} - \overline{\text{IVN}})_l$ - Covariante da idade da vaca quando nasceu o animal

$b_2(\text{IVN}^2 - \overline{\text{IVN}^2})_m$ - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando nasceu o animal

e_{ijklm} - erro

Peso ao desmame / Ganho médio diário do nascimento ao desmame

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{SEXO}_i + \text{ANON}_j + \text{IVN}_k + \text{MN}_l + b_1(\text{IVN} - \overline{\text{IVN}})_m + b_2(\text{IVN}^2 - \overline{\text{IVN}^2})_n + (\text{ID} - \overline{\text{ID}})_o + e_{ijklmno}$$

Em que:

$Y_{ijklmno}$ - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

SEXO_i - Sexo do animal

ANON_j - Ano de nascimento

IVN_k - Idade da vaca quando nasceu o animal

MN_l - Mês em que nasceu o animal

b₁(IVN - \overline{IVN})_m - Covariante da idade da vaca quando nasceu o animal

b₂(IVN² - $\overline{IVN^2}$)_n - Covariante da idade da vaca ao quadrado, quando nasceu o animal

(ID - \overline{ID})_o - Covariante da idade ao desmame

e_{ijklmno} - erro

Anexo 3 – Modelos estatístico-matemáticos finais para análise dos caracteres reprodutivos.

Intervalo entre partos / Intervalo entre o parto e a beneficiação / Eficiência ao desmame

$$Y_{ijkl} = \mu + IVP_i + MP_j + \text{Família } M_k + \text{Família } F_l + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

IVP_i - Idade da vaca ao parto

MP_j - Mês de parto

Família M_k - Família de machos

Família F_l - Família de fêmeas

e_{ijkl} - erro

Peso à primeira cobrição

$$Y_{ijkl} = \mu + IAN_i + MP_j + \text{Família } M_k + \text{Família } F_l + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

IAN_i - Idade da avó do animal, quando nasceu a mãe

MP_j - Mês de parto

Família M_k - Família de machos

Família F_l - Família de fêmeas

e_{ijkl} - erro

Anexo 4 - Modelos estatístico-matemáticos finais para análise dos caracteres produtivos.

Peso ao nascimento

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{SEXO}_i + MN_j + \text{Família } M_k + \text{Família } EF_l + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

SEXO_i – Sexo do animal

MN_j - Mês em que nasceu o animal

Família M_k - Família de machos

Família F_l – Família de fêmeas

e_{ijkl} - erro

Peso corrigido para os 120 dias de idade / Peso corrigido para os 210 dias de idade

$$Y_{ijk} = \mu + MN_i + \text{Família } M_j + \text{Família } F_k + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

MN_i - Mês em que nasceu o animal

Família M_j - Família de machos

Família F_k – Família de fêmeas

e_{ijk} - erro

Peso ao desmame / Ganho médio diário entre o nascimento e o desmame

$$Y_{ijklm} = \mu + \text{SEXO}_i + MN_j + \text{Família } M_k + \text{Família } F_l + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijklm} - Resultado do parâmetro a analisar

μ - Valor médio da população em estudo

SEXO_i – Sexo do animal

MN_j - Mês em que nasceu o animal

Família M_k - Família dos machos

Família F_l – Família das fêmeas

e_{ijkl} - erro