



Associação Para o Apoio
à Bovinicultura Leiteira do Norte

Estudo Comparativo Entre Cruzamentos Terminais de Bovinos Envolvendo Raças Autóctones e Holstein-Frisia nas Regiões Trans-fronteiriças do Norte de Portugal e Galiza

Código do projecto	SP1.E59/02
Acrónimo	CRMZ
Subprograma	Programa 1 Galiza-Norte de Portugal

**Portugal-Espanha
Cooperação Transfronteiriça
INTERREG III A**



INTERREG III A
Cooperación Transfronteriza
España-Portugal

Estudo Comparativo Entre Cruzamentos Terminais de Bovinos Envolvendo Raças Autóctones e Holstein-Frisia nas Regiões Trans-fronteiriças do Norte de Portugal

Por: Júlio Carvalheira
ICBAS/CIBIO-UP

1 – INTRODUÇÃO

O Norte de Portugal e a Galiza são caracterizados por uma grande densidade populacional de Bovinos, quer para produção de leite, quer para produção de carne. Podemos encontrar sistemas de produção baseados em regimes intensivos (especialmente em leite) e regimes extensivos totalmente baseados em sistemas de pastoreio e cobrições naturais (raças autóctones).

A produção de leite é quase exclusivamente feita com base na raça Holstein-Frisia que é o grupo dominante em toda esta região. É uma raça altamente seleccionada para a produção de leite e reproduz-se por Inseminação Artificial (IA) em quase 100% do efectivo. Naturalmente existe um excedente de fêmeas, quer novilhas, quer adultas, que não entram ou então saem do processo produtivo devido à intensa selecção que existe nesta raça. Uma forma de rentabilizar estas fêmeas de refugo (por produção) poderia ser a de utilizá-las como linha materna em programas de cruzamento terminal com raças especializadas em produção de carne. Podem-se apontar várias vantagens para um sistema destes. Em primeiro lugar é de esperar que o efeito materno (amamentação directa em mães com alto potencial para produção de leite) seja importante para um rápido crescimento até ao desmame (Baker e Lunt, 1990). Em segundo lugar, é também de esperar que entre raças tão diferentes haja um efeito de heterose (vigor híbrido) que seja economicamente significativo, com reflexos directos no aumento da eficiência produtiva através do aumento da taxa de crescimento nos animais cruzados (Snowder e Duckett, 2003).

Em Portugal há poucos estudos sobre esta área (Pavão et al., 2004). Até este momento, tem sido utilizado para este efeito apenas touros (sêmen) de raças exóticas (Charolesa, Limousine, Simmental, BBB, entre outras). A escolha da raça para a linha paterna em cruzamentos terminais é de importância fundamental (Snowder e Duckett, 2003). Para além da avaliação das taxas de crescimento, conversão alimentar e eventualmente, de algumas características que definam a qualidade da carne, é necessário avaliar outros

aspectos como por exemplo a incidência de partos distócicos e outras características reprodutivas que sejam condicionadas pela raça do touro. A existência de raças autóctones com um elevado potencial de crescimento e de rendimento de carcaça, avaliados em raça pura, tem permitido alguma especulação relativa ao seu potencial comportamento em cruzamentos terminais, não existindo ainda resultados objectivos para estes indicadores. A utilização destas raças poderia ainda ser um factor de valorização de património genético local com reflexos importantes na economia regional. Assim, os objectivos deste estudo visam determinar o efeito de raça de touros de raças autóctones (Minhota e Rubia Galega) e de raças exóticas (Holstein-Frisia e Limousine) em cruzamento terminais com fêmeas excedentárias do rebanho leiteiro, no que diz respeito aos índices de crescimento.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Dados

A Associação de Criadores da raça Minhota providenciou os dados para este estudo. Devido a algumas restrições relacionadas com as condições de recolha de dados no campo, a base de dados disponibilizada foi relativamente pequena (184 observações em 47 animais de 5 explorações do Entre Douro e Minho, todos nascidos em 2005) e apenas envolveu 5 genótipos: Holstein-Frisia e Minhota em raça pura e cruzamentos de Holstein-Frisia com a Minhota, Rubia Galega e Limousine.

As pesagens decorreram entre o nascimento e os 275 dias, com um valor médio de 4 pesagens por animal. As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 mostram as principais características da base de dados.

Tabela 1. Número de observações por animal de acordo com o seu sexo.

Observações	Fêmeas	Machos
3	6	4
4	14	17
5	3	3
Total	23	24
		47

Tabela 2. Número de observações por Estação de Nascimento (1 = Junho a Agosto; 2 = restantes meses) de acordo com o sexo dos animais pesados.

Estação	Fêmeas	Machos
1	54	48
2	35	47
Total	89	95

Tabela 3. Número de observações por Genótipo de acordo com o sexo dos animais pesados.

Genótipo	Fêmeas	Machos
Holstein-Frisia	22	8
Fr. x Minhota	32	36
Fr. x Limousine	4	21
Fr. x Rubia Galega	11	7
Minhota	20	23
Total	89	95

Tabela 4. Distribuição das observações por Exploração de acordo com o sexo dos animais pesados.

Exploração	Fêmeas	Machos
A	18	8
B	20	25
C	24	31
D	23	16
E	4	15
Total	89	95

Tabela 5. Estatística descritiva do peso por classe etária.

Idade (meses)	Nº de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
[0 - 1[	31	51,77	18,22	33,00	93,00
[1 - 2[	14	86,43	11,47	65,00	99,00
[2 - 3[	20	115,58	21,82	86,00	167,00
[3 - 4[	32	148,72	21,39	109,00	183,00
[4 - 5[	16	182,56	30,47	131,00	235,00
[5 - 6[	33	211,88	32,26	151,00	277,00
[6 - 7[	16	250,56	36,99	182,00	327,00
[7 - 8[	20	274,65	29,79	220,00	322,00
[8 - 9[	1	280,00	-	280,00	280,00
[9 - 10[	1	332,00	-	332,00	332,00

Nesta análise descritiva foram ainda estudadas outras variáveis com potencial de modelar efeitos ambientais sistemáticos de modo a ajustar a idade e o peso dos animais e assim aumentar o rigor estatístico das comparações entre os genótipos (Snedecor and Cochran, 1989). As Figuras 1, 2 e 3 representam histogramas de frequências de algumas dessas variáveis.

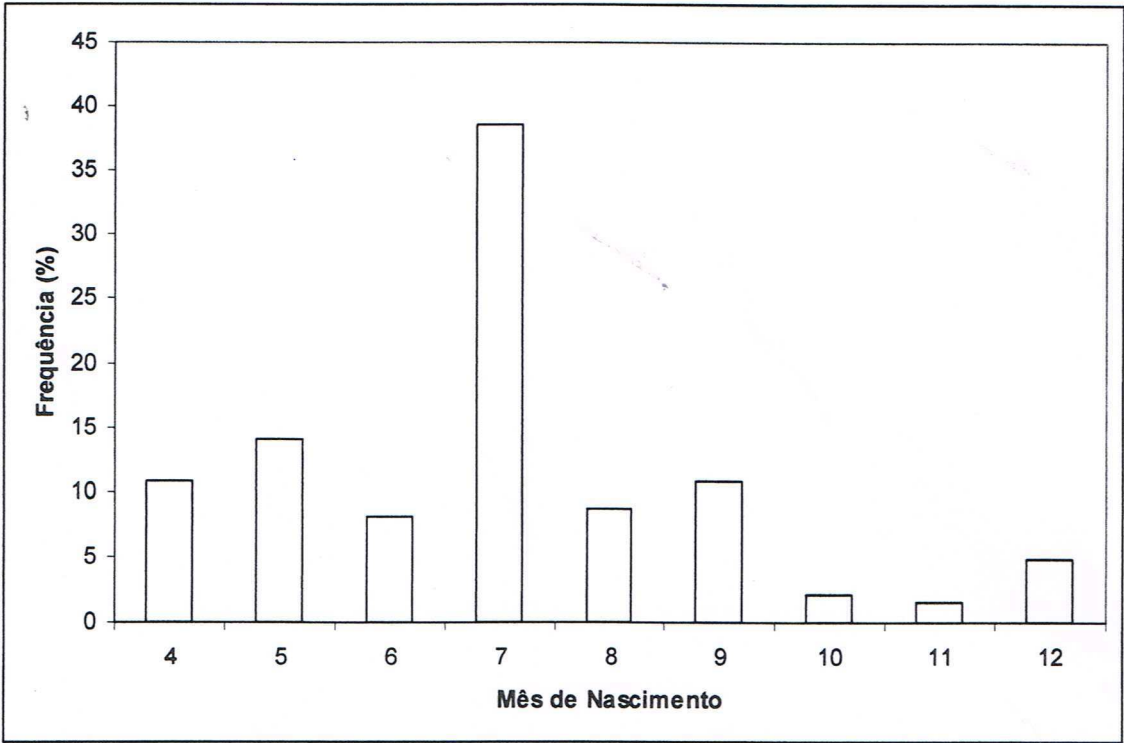


Figura 1. Histograma por Mês de Nascimento.

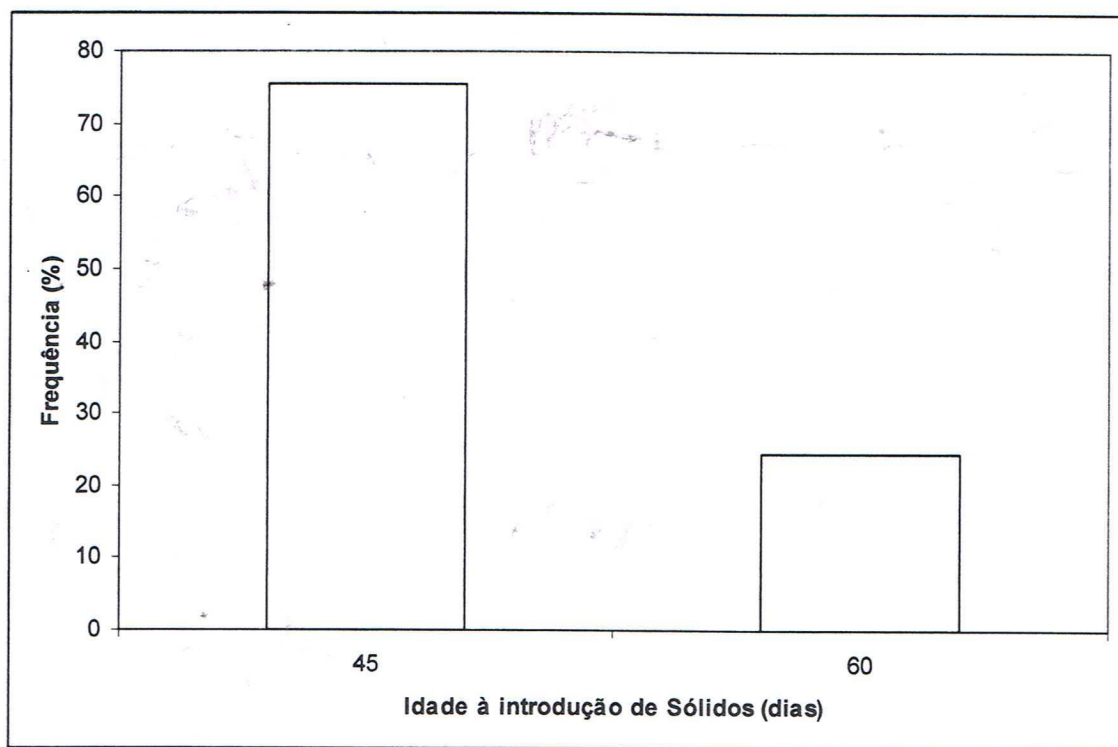


Figura 2. Frequência por idade à introdução de alimentos sólidos na dieta.

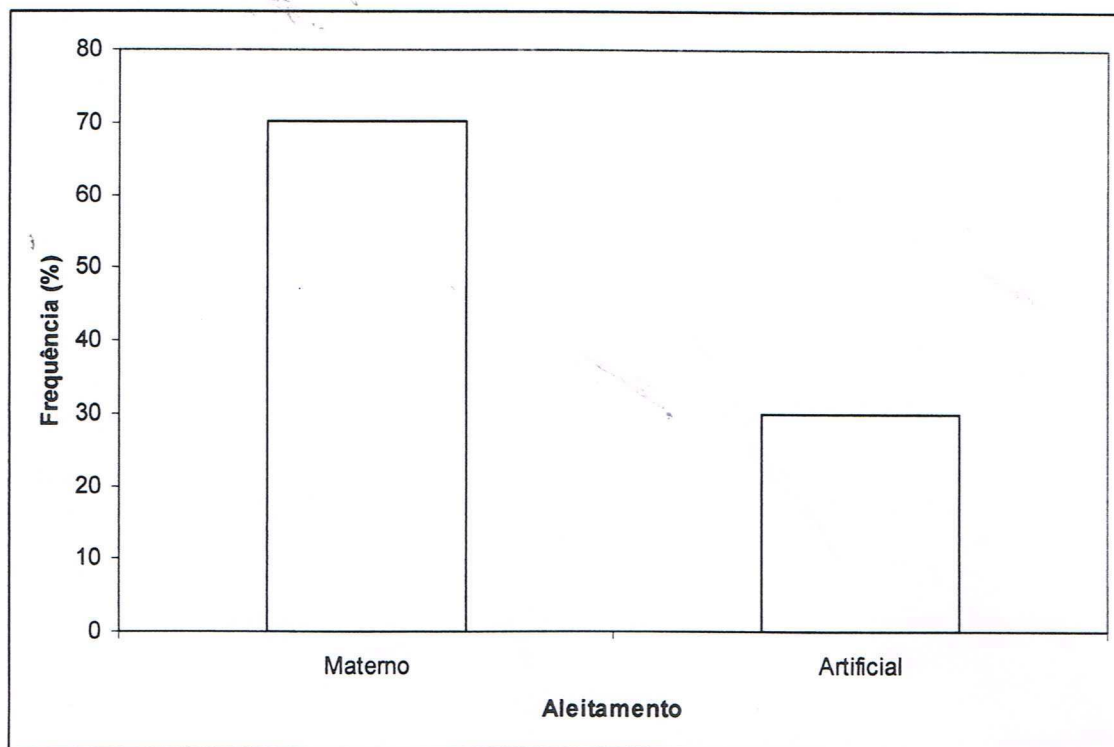


Figura 3. Histograma do tipo de aleitamento.

2.2 – Modelos de Análise

Com as restrições impostas pela base de dados, a definição do modelo de análise ganha particular importância pela necessidade de ser robusto, ter um elevado rigor de predição e permitir inferir com confiança sobre os resultados a obter. Uma característica importante desta base de dados é a possibilidade dos animais poderem ter um número diferente de pesagens, em idades diferentes e com intervalos irregulares entre as mesmas. Claramente, estes dados referem-se a uma característica que envolve a repetição da performance do animal ao longo do tempo e implica a utilização de modelos de repetibilidade que tomam em conta as correlações entre eventos gerados pelo mesmo animal em tempos diferentes (Meyer, 2001; Robert-Granié et al., 2002). Trata-se portanto, de um carácter longitudinal e nesta avaliação testaram-se duas classes de modelos: modelos autoregressivos e de regressões aleatórias. Para cada um destes modelos ainda se testou a heterogeneidade dos componentes de variância, especialmente ao nível do efeito do ambiente temporário. Compararam-se 9 modelos que passamos a descrever:

$$y_{ijmn} = F_{ijmn} + e_{ijmn} \quad (1 \text{ e } 2)$$

$$y_{ijmnp} = F_{ijmn} + a_p + e_{ijmnp} \quad (3)$$

$$y_{ijmnp} = F_{ijmn} + \alpha_{1p} I_{1p} + \alpha_{2p} I_{2p} + e_{ijmnp} \quad (4, 5, 6 \text{ e } 7)$$

$$y_{ijmnp} = F_{ijmn} + a_p(I) + e_{ijmnp} \quad (8 \text{ e } 9)$$

onde, $F_{ijmn} = R_i + E_j(R_i) + G_m + S_n(G_m) + b_m I$, são os efeitos fixos incluídos em todos os modelos, R_i representa o efeito de rebanho ($i = 1, \dots, 5$), E_j é o efeito de estação de nascimento ($j = 1, 2$) para cada rebanho, G_m representa o efeito do genótipo ($m = 1, \dots, 5$), S_n é o efeito de sexo ($n = 1, 2$) em cada genótipo, b_m é o coeficiente de regressão fixo para cada genótipo, I representa a covariável idade à pesagem dos animais e $e_{ijmn(p)}$ é o erro da equação representando o efeito de ambiente temporário.

O modelo (1) é o modelo fixo que serviu de base de comparação para todos os outros modelos e permitiu avaliar a significância dos efeitos fixos. Os efeitos Tipo de Aleitamento e data de iniciação de Alimentos Sólidos não foram significativos em todos

os modelos e por isso não foram incluídos nas análises finais. O modelo (2) difere do modelo (1) apenas pela estrutura autocorrelacionada que foi imposta ao ambiente temporário. O modelo (3) representa um modelo misto clássico onde, por ausência de uma estrutura de relacionamento genético entre os animais, o efeito a_p ($p = 1, \dots, 47$) confunde numa só variável os efeitos animal e ambiente permanente assumindo uma correlação (CORR) de 1 entre as observações dos animais. O modelo (4, 5, 6 e 7) representam a classe dos modelos mistos de regressões aleatórias com α_{1p} e α_{2p} representando os coeficientes de regressão aleatórios para a intersecção e para o declive, respectivamente, da recta de regressão por animal. Para este modelo testaram-se várias estruturas para os componentes de variância (CV). Componentes homogéneos (HO) para as regressões e ambiente aleatório (2 CV e 1 CORR – modelo 4), componentes HO para os coeficientes e heterogéneos (HE) para o erro agrupados por estação dentro de rebanho (11 CV e 1 CORR – modelo 5), componentes HE para os coeficientes e HO para o erro (3 CV e 1 CORR – modelo 6) e finalmente, componentes HE para as regressões e ambiente aleatório (12 CV e 1 CORR – modelo 7). Os modelos (8 e 9) representam a classe de modelos mistos autoregressivos com a estrutura de autocorrelação no efeito animal (1CV e 1 CORR) e com uma estrutura HO (1 CV – modelo 8) ou HE (10 CV – modelo 9) no ambiente aleatório.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Análise da Dispersão

Com dados longitudinais, é quase obrigatório analisar o gráfico entre os pesos dos animais e a idade em que essas pesagens foram feitas. A Figura 4 mostra vários aspectos importantes para a análise destes dados. Em primeiro lugar todos os animais ganham peso. A dispersão entre os animais vai aumentando com a idade. Este aumento da variância com a idade é um padrão típico e pode ser explicado em termos da variação das taxas de crescimento entre indivíduos (Robert-Granié et al., 2002). Para este caso específico, é evidente que o aumento de peso dos animais é linear (o curto espaço de tempo deste estudo não permitiu observar a curva quadrática padrão para o crescimento). Foi aliás, por este motivo que nos modelos de análise o único coeficiente de regressão significativo foi o linear e só este está ali representado.

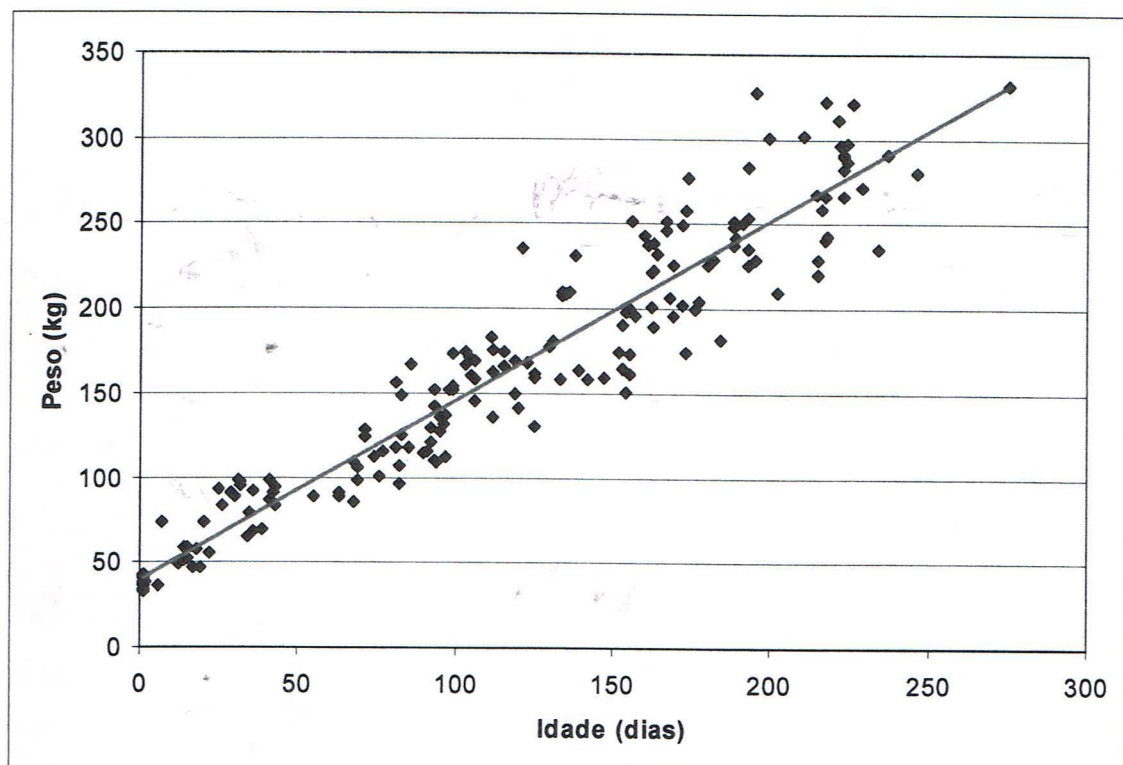


Figura 4. Gráfico de dispersão entre o peso e a idade à pesagem para os 47 animais em estudo.

3.2 – Seleção do Modelo de Análise

Dos nove modelos avaliados, a classe dos modelos mistos de regressões aleatórias foram os que melhor ajustaram os dados (Tabela 6), confirmados por testes estatísticos apropriados (“Likelihood Ratio Tests”). Destes, o modelo que contemplava componentes de variância HE quer nas regressões aleatórias, quer no efeito ambiental temporário (modelo 7) foi sem dúvida o que apresentou maior fiabilidade. A importância de modelar o erro (ambiente temporário) com uma estrutura de covariância heterogénea foi observada em todos os modelos com esta característica. A mesma conclusão foi obtida em vários estudos internacionais (Meyer, 2001; Robert-Granié et al., 2002). Devido à possibilidade de ter de estimar um elevado número de componentes, testaram-se as várias fontes de variância ambiental heterogénea e optou-se por estimar os componentes de variância para cada estação de nascimento dentro de exploração (Arango et al., 2004). Este ajustamento foi o que provou dar os melhores resultados.

Tabela 6. “Likelihood Ratio Tests” (acima da diagonal) entre os modelos estudados e respectiva significância estatística (valor do P) da diferença (abaixo da diagonal).

Modelo ¹	df	1	3	5 (HO)	5 (HE)	2	4 (HO-HO)	4 (HE-HO)	4 (HO-HE)	4 (HE-HE)
1	1	0	3,9	5,6	34,3	41,7	46,7	49	78,3	81,4
3	2	0,05	0	1,7	30,4	37,8	42,8	45,1	74,4	77,5
8	3	0,07	0,17	0	28,7	36,1	41,1	43,4	72,7	75,8
9	12	0,0005	0,0005	0,0007	0	7,4	12,4	14,7	44	47,1
2	2	0,0001	0	0,0001	0,76	0	5	7,3	36,6	39,7
4	3	0,0001	0,0001	0	0,17	0,03	0	2,3	31,6	34,7
6	4	0,0001	0,0001	0,0001	0,07	0,03	0,17	0	29,3	32,4
5	12	0,0001	0,0001	0,0001	0	0,0007	0,0004	0,0004	0	3,1
7	13	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0003	0,06	0

¹Modelos: 1 = Fixo; 2 = Estrutura autoregressiva no erro; 3 = Misto Clássico; 4 = Misto de Regressões aleatórias (HO-HO), estrutura homogénea; 5 = HO-HE, homogénea nas regressões e heterogénea no erro; 6 = HE-HO, heterogénea nas regressões e homogénea no erro; 7 = HE-HE, heterogénea nas regressões e no erro; 8 = Misto autoregressivo (HO), homogénea; 9 = HE, erro com estrutura heterogénea.

3.3 – Resultados

O objectivo deste estudo foi o de comparar o comportamento dos vários genótipos no que diz respeito à taxa de crescimento e a sua trajectória ao longo do tempo. As médias ajustadas obtidas do modelo seleccionado permitem-nos inferir sobre este comportamento e decidir, para as condições aqui estudadas, quais as raças e cruzamentos que melhor responderam e, conseqüentemente, as que economicamente poderão ser mais rentáveis. Estas médias são ajustadas a todos efeitos incluídos no modelo e portanto são valores estandardizados, correspondendo aos valores dos pesos médios obtidos no ponto médio da trajectória (aos 115 dias) e podem ser generalizados à população. Por exemplo, as médias obtidas para os genótipos estudados podem ser interpretados como provenientes de animais que foram criados no mesmo local nas mesmas condições de manejo (ajustados à exploração), terem todos nascidos no mesmo dia (ajustados à estação de nascimento e à idade), pertencerem todos ao mesmo sexo (ajustados ao sexo) e ajustados ao comportamento individual dos animais no período de estudo (ajustado às regressões aleatórias individuais). Isto significa que os contrastes revelam apenas a diferença entre genótipos e, portanto, podemos inferir sobre quais são

os melhores e piores com a confiança estatística que a análise nos dá. A Tabela 7 apresenta as médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos para os efeitos fixos.

Tabela 7. Médias ajustadas (kg) e Erro padrão (EP) para os efeitos fixos incluídos no modelo 7 de Regressões Aleatórias com componentes de variância heterogêneos (valores médios para os 115 dias de idade).

Efeito	Média ¹	EP
Exploração:		
A	155,35 ^{ab}	7,29
B	145,46 ^b	4,38
C	160,75 ^a	4,87
D	163,08 ^a	5,43
E	132,75 ^b	10,98
Estação²(Exploração):		
1(A)	153,27	7,87
2(A)	157,43	8,28
1(B)	155,37	4,46
2(B)	135,56	6,01
1(C)	161,69	5,15
2(C)	159,82	5,38
1(D)	174,87	7,21
2(D)	151,29	7,23
1(E)	121,99	18,66
2(E)	143,51	7,16
Genótipo:		
Holstein-Frisia (1)	131,35 ^a	8,92
Fr. x Minhota (2)	168,92 ^b	4,13
Fr. x Limousine (3)	159,60 ^{bc}	6,28
Fr. x Rubia Galega (4)	150,20 ^{ac}	6,62
Minhota (5)	159,67 ^{bc}	6,17
Sexo(Genótipo):		
F(1)	126,08	8,41
M(1)	136,62	10,50
F(2)	164,44 ^a	4,51
M(2)	173,39 ^b	4,44
F(3)	151,96	10,16
M(3)	167,24	5,42
F(4)	149,26	7,06
M(4)	151,14	7,55
F(5)	159,24	6,99
M(5)	160,11	6,55

¹Letras diferentes entre grupos de médias definem diferenças significativas ($P < 0,05$).

²Estação de nascimento: 1 = Junho a Agosto; 2 = Resto dos meses.

A exploração com o melhor manejo foi a D pois obteve o melhor peso aos 115 dias, não sendo no entanto, significativamente diferente das explorações A e C. Os genótipos com o melhor comportamento em termos de crescimento aos 115 dias foram os Cruzados de Minhota logo seguidos da Minhota em raça pura e dos Cruzados de Limousine. No entanto, só há diferenças significativas com a raça pura Holstein-Frisia e Cruzados de Rubia Galega. Os piores pesos ajustados para os 115 dias está associados à raça pura Holstein-Frisia o que leva a pensar que a importância do efeito de heterose (vigor híbrido) nestes cruzamentos seja algo a explorar, apesar de não ser possível estimá-lo por falta de informação (cruzamentos recíprocos). Como era de esperar, a dicotomia entre sexos existe mas essa diferença só é significativa ($P = 0,01$) entre os Cruzados de Minhota. A Figura 5 mostra as curvas de crescimento para os genótipos estudados e a média geral.

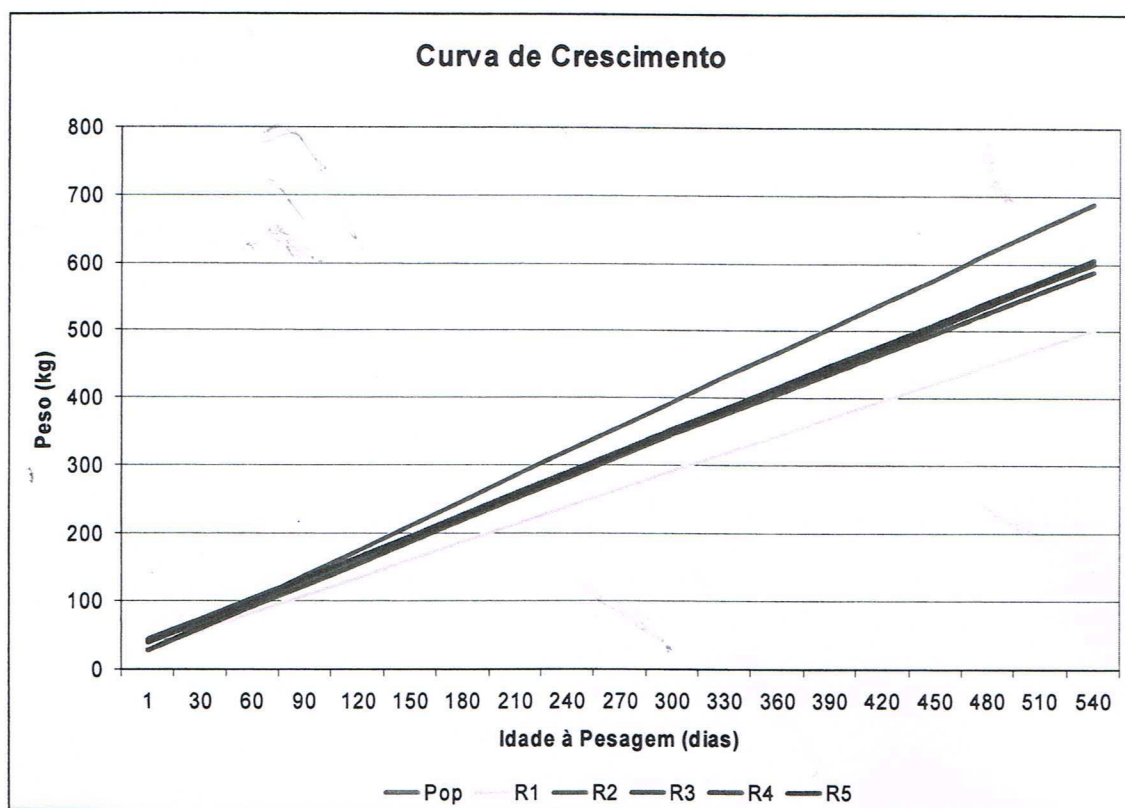


Figura 5. Curvas de crescimento extrapoladas para os 540 dias (18 meses). Pop = média da população; R1 = Holstein-Frisia; R2 = Fr. x Minhota; R3 = Fr. x Limousine; R4 = Fr. x Rubia Galega; R5 = Minhota.

Como se pode observar na Figura 5, as taxas de crescimento são diferentes para os vários genótipos. A taxa de crescimento médio foi de 1,06 kg por dia mas os dois

genótipos extremos diferem bastante (1,12 kg/dia para os Cruzados de Minhota e apenas 0,87 kg/dia para a Holstein-Frisia). De qualquer forma, é preciso não esquecer que este estudo se baseou numa amostra relativamente pequena e, apesar da curva de crescimento ser claramente linear, a extrapolação para fora do espaço temporal (mais de 275 dias) do estudo, acarreta sempre um aumento no erro de predição.

4 – BIBLIOGRAFIA

- Arango, J. A., L. V. Cundiff and L. D. Van Vleck. 2004. Covariance function and random regression models for cow weight in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 82:54-67.
- Baker J. F. and D. K. Lunt. 1990. Comparison of production characteristics from birth to slaughter of calves sired by Angus, Charolais or Piedmontese bulls. *J. Anim. Sci.*, 68:1562-1568.
- Meyer, K. 2001. Estimating genetic covariance functions assuming a parametric correlation structure for environmental effects. *Genet. Sel. Evol.*, 33:557-585.
- Pavão A. L., M. R. Faria, M. São João, J. Sequeira, H. Borges, P. A. Reis e L. T. Gama. 2004. Comparação de raças bovinas de carne em cruzamento terminal nos Açores. XIV Congresso de Zootecnia, Angra do Heroísmo, Livro de Comunicações: 94.
- Robert-Granié, C., B. Heude and J.L. Foulley. 2002. Modelling the growth curve of Maine-Anjou beef cattle using heteroskedastic random coefficients models. *Genet. Sel. Evol.*, 34:423-445.
- Snedecor G. W. and W. G. Cochran. 1989. Statistical Methods. 8th Edition, Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010, pp 503.
- Snowder G. D. and S. K. Duckett. 2003. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass and palatability characteristics. *J. Anim. Sci.*, 81:368-375.