



RAÇA PURO-SANGUE LUSITANO – CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA POR ANÁLISE DEMOGRÁFICA – 2020

Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior Agrária de Santarém

2020

Puro-Sangue Lusitano – Caracterização genética por análise demográfica – 2020

António Vicente

Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior Agrária de Santarém
Quinta do Galinheiro - S. Pedro
2001-904 Santarém
PORTUGAL

Tel: (+351) 243307300
antonio.vicente@esa.ipsantarem.pt <https://siesa.ipsantarem.pt/>



2

Nuno Carolino e Inês Carolino

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de Biotecnologia e Recursos Genéticos
Estação Zootécnica Nacional – Fonte Boa
2005-048 Vale de Santarém
PORTUGAL

Tel: (+351) 243767313 Telm:(+351) 963092508 Fax: (+351) 243767307
nuno.carolino@iniav.pt <http://www.iniaiv.pt/>



João Ralão Duarte

Associação Portuguesa de Criadores do Cavalo Puro Sangue Lusitano
Av. Mem Ramires, 94
S. João do Estoril
2765-337 Estoril
PORTUGAL

Tel: (+351) 213 541 684 /88 Fax: (+351) 213 541 666
joaoralao@cavalo-lusitano.com <http://www.cavalo-lusitano.com/>



Manuel Silveira

Ruralbit, Lda
Av. Dr. Domingos Gonçalves Sá, 132, Ent1, 5º Esq
4435-213 Rio Tinto
PORTUGAL

Tel: (+351) 302 008 332 Fax: (+351) 224 107 440
geral@ruralbit.pt www.ruralbit.pt/



Vicente A., Carolino N., Carolino I., Ralão J. e Silveira M. (2020). Raça Puro-Sangue Lusitano – Caracterização Genética por Análise Demográfica 2020. Instituto Politécnico de Santarém - Escola Superior Agrária de Santarém, Santarém, Portugal.

RAÇA PURO-SANGUE LUSITANO - CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA POR ANÁLISE DEMOGRÁFICA - 2020

Introdução

A variabilidade genética de uma população pode ser estudada através da análise de dados genealógicos, da estimativa de parâmetros genéticos de características de interesse ou através da diversidade observada com marcadores moleculares de diferentes tipos. A caracterização genética por análise demográfica permite descrever a estrutura e a dinâmica de uma população, considerando-a um grupo de indivíduos em permanente renovação e tendo em conta o seu *pool* de genes. Deste modo, a análise de informação de nascimentos e genealógica é uma metodologia fundamental para a caracterização de populações, já que permite avaliar a variabilidade genética existente numa determinada população e a sua evolução ao longo das gerações.

O Cavalo Puro-Sangue Lusitano (PSL) apresenta-se como a principal raça equina portuguesa, sendo considerado um animal nobre com uma longa história evolutiva e uma das mais antigas raças de cavalos de sela do mundo (APSL, 2013). O Lusitano é o resultado de uma seleção de milhares de anos com um cavalo de trabalho e lutas (condução de gado, touradas, guerras, combate à gineta, etc.). Este cavalo ibérico ou hispânico também pode ser referido como o fiel representante do arquétipo do modelo barroco. Com uma figura muito típica e harmoniosa, grande coragem mas também docilidade e sociabilidade, há muito é reconhecido como um dos melhores cavalos de sela do mundo, aliando um bom temperamento, flexibilidade, facilidade de maneio e funcionalidade.

O cavalo Lusitano tem uma longa e rica história, com informações genealógicas muito completas, disponíveis a partir do início do século XIX, o que nos fornece um enorme manancial de dados com interesse para o estudo e caracterização desta população com análises deste tipo.

Ainda que com uma escassa população global, o cavalo Lusitano é bastante conhecido e está bem representado em todo o mundo. Os maiores produtores são Portugal, Brasil, França, México e Espanha, se bem que existam vários criadores na Bélgica, Colômbia, Reino Unido, Alemanha, Holanda, Itália, Canadá e os EUA, entre tantos outros. Em Portugal, as éguas estão localizadas principalmente junto ao vale do rio Tejo - no Ribatejo e Alentejo, mas também mais ao norte do país e nos Açores.

A criação do cavalo Lusitano sempre foi caracterizada pela existência de algumas famílias muito influentes (Veiga, Andrade, Alter Real e Coudelaria Nacional), bem como a dominância de algumas linhas de animais que se tornariam muito populares e difundidos. Por isso, têm existido ao longo dos anos *bottlenecks* (afunilamentos) que podem ter influenciado a diversidade genética desta raça, que

devem ser identificados para evitar que, no futuro, uma maior perda de variabilidade genética possa ocorrer.

No passado, vários problemas e constrangimentos ameaçaram a sobrevivência do cavalo Lusitano, em particular as guerras dos séculos XIX e XX, invasões estrangeiras, mecanização agrícola, revoluções políticas e cruzamentos não controlados com outras raças de cavalos, que podem ter levado a efeitos nefastos e que obviamente limitaram a base genética da população. Apesar da antiguidade da raça, o Studbook só foi instituído em 1967 com uma pequena base de animais. Por conseguinte, a população atualmente existente derivada de um número muito pequeno de animais fundadores.

A caracterização genética por análise demográfica da raça Puro-Sangue Lusitano foi desenvolvida por um trabalho conjunto da Estação Zootécnica Nacional – Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de Biotecnologia e Recursos Genéticos do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, IP (INIAV) e da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Santarém (ESAS), a partir de toda a informação disponível no Livro Genealógico da Raça Puro-Sangue Lusitano (LGPSL), sob responsabilidade da Associação Portuguesa de Criadores do Cavalo Puro-Sangue Lusitano (APSL). Desta forma, utilizou-se toda a informação acumulada na base de dados da APSL, designadamente, registos de nascimentos e de genealogias, tendo-se analisado os seguintes parâmetros demográficos:

- Evolução dos registos no Livro Genealógico
- Evolução do número de Criadores, dimensão das explorações e dispersão geográfica
- Intervalo de gerações (L)
- Evolução das pelagens na raça
- Número de gerações conhecidas (n_i)
- Consanguinidade individual (F_i)
- Grau de parentesco entre indivíduos (a_{ij})
- Acréscimo da consanguinidade por ano ($\Delta F/\text{ano}$) e por geração ($\Delta F/\text{geração}$)
- Tamanho efetivo da população (N_e)

Metodologia Utilizada

A maioria dos parâmetros demográficos foram calculados com recurso a diversas aplicações informáticas construídas para o efeito por Carolino e Gama (2002). Estas aplicações incluem nos seus procedimentos diversos tipos de validações e filtragem dos dados a serem submetidos a análise, para deteção e eliminação de possíveis erros.

Para os cálculos consideraram-se todos os registos disponíveis na base de dados da APSL, que perfazia um total de 75440 indivíduos, designadamente, 37686 fêmeas e 37754 machos, 108 dos quais castrados. Posteriormente criou-se um ficheiro com estes 75440 animais inscritos no Livro Genealógico da Raça Puro-Sangue Lusitano, 6719 dos quais como garanhões e 21722 como fêmeas reprodutoras, inscritos no Livro de Adultos, a partir da qual se elaborou a matriz de parentescos entre todos os animais conhecidos (Van Vleck, 1993).

O coeficiente de consanguinidade individual (F_i) e o grau de parentesco entre indivíduos (a_{ij}) foram estimados pelo método tabular e, posteriormente, confirmados com os resultados da matriz de parentescos obtida a partir do programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995), utilizado na avaliação genética de diversas raças em Portugal, incluído o cavalo Lusitano.

A consanguinidade individual (F_i) representa a probabilidade de dois alelos no mesmo *locus* serem iguais por descendência (Wright, 1923), enquanto que o grau de parentesco (a_{ij}) entre dois indivíduos (i e j) representa o dobro da probabilidade de, num determinado *locus*, um alelo retirado aleatoriamente do indivíduo i e um alelo retirado aleatoriamente do indivíduo j , serem iguais por descendência.

O acréscimo anual da consanguinidade ($\Delta F/\text{ano}$) foi estimado por regressão do coeficiente de consanguinidade individual (F_i) no ano de nascimento, tendo-se utilizado para o efeito o programa SAS (SAS Institute, 2017) e o seguinte modelo linear:

$$F_{ij} = b_0 + b_1 \text{ano}_i + e_{ij}$$

em que F_{ij} representa a consanguinidade individual do indivíduo j nascido no ano i , b_0 a interceção, b_1 o coeficiente de regressão linear da consanguinidade individual no ano de nascimento e e_{ij} o erro associado com a observação ij . A partir de $\Delta F/\text{ano}$, determinou-se o acréscimo da consanguinidade por geração ($\Delta F/\text{geração}$), calculado como $(\Delta F/\text{ano}) * L$, em que L representa o intervalo de gerações médio, e corresponde à idade média dos pais quando nascem os filhos que os vão substituir.

O número de gerações conhecidas (n_i) foi obtido individualmente, para todos os animais na base de dados ($n=75440$) através da seguinte expressão:

$$n_i = \frac{n_p + 1}{2} + \frac{n_m + 1}{2}$$

em que, n_p e n_m representam, respetivamente, o número de gerações conhecidas do pai e da mãe. No caso do pai ou da mãe de um indivíduo serem desconhecidos, n_p ou n_m assumem o valor de -1. Segundo Falconer e McKay (1996), o tamanho efetivo de uma população (N_e), é definido como o número de indivíduos de uma população com uma estrutura não ideal, que daria origem a uma determinada taxa de consanguinidade se a sua estrutura fosse ideal (*e.g.* igual número de machos e fêmeas, com ausência de seleção, acasalamentos aleatórios, etc.). Na caracterização demográfica, o N_e foi calculado através da seguinte expressão:

$$N_e = \frac{1}{2(\Delta F/\text{geração})}$$

em que $\Delta F/\text{geração}$ representa o acréscimo da consanguinidade por geração.

Apresentação dos Resultados

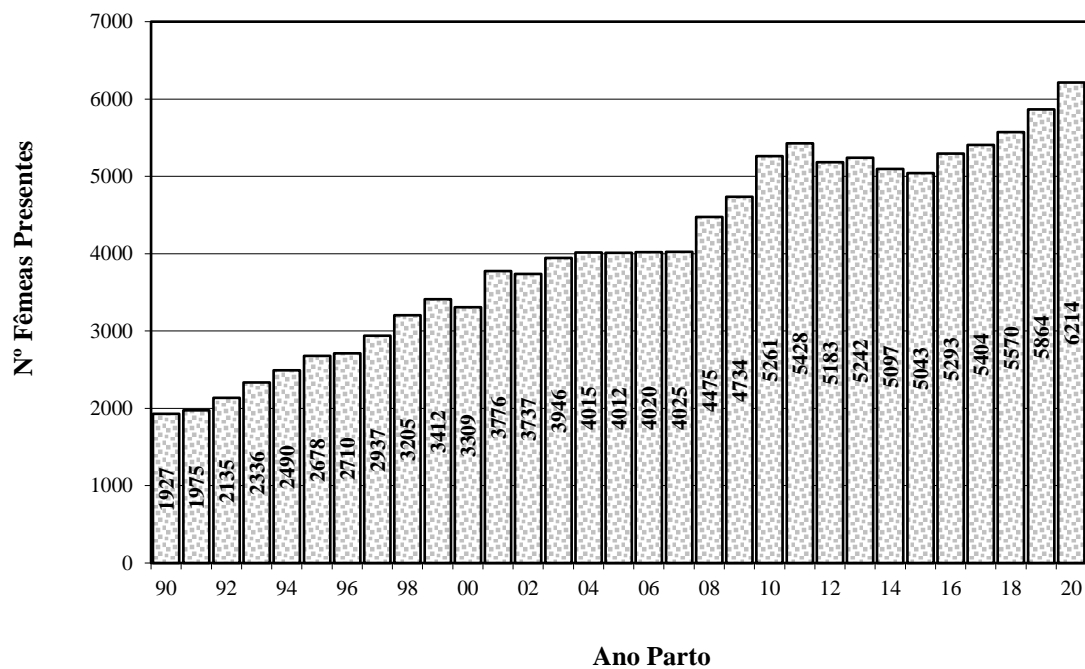


Figura 1 - Número de fêmeas reprodutoras presentes por ano

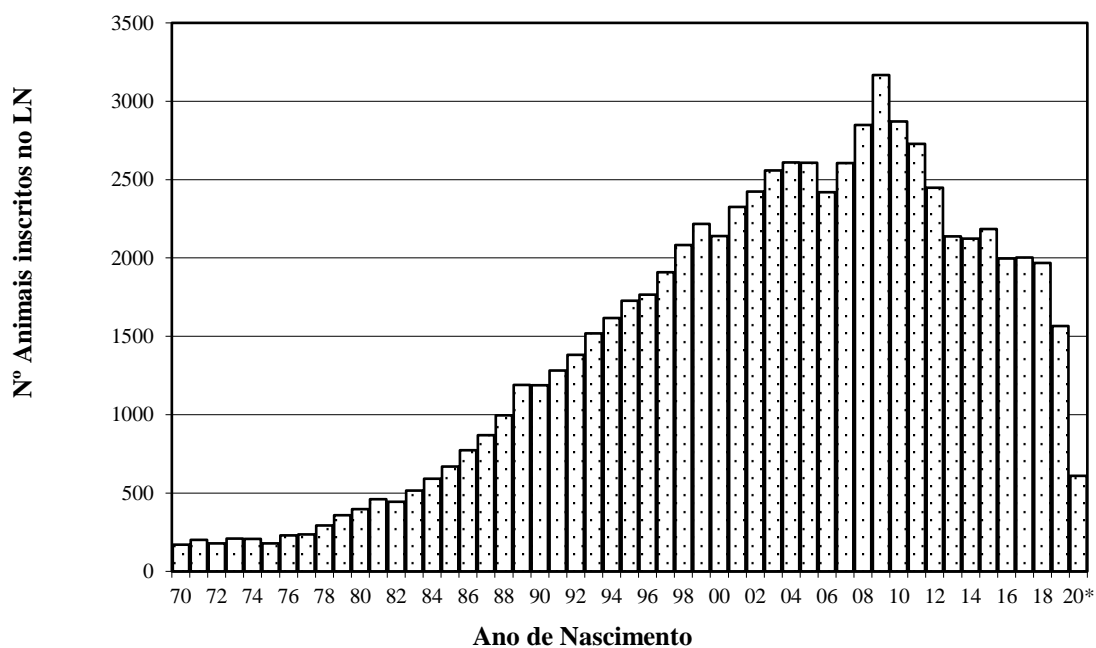


Figura 2 - Número de poldros inscritos no LN por ano de nascimento.

*Nota importante: dado incompletos para os anos de 2019 e 2020.

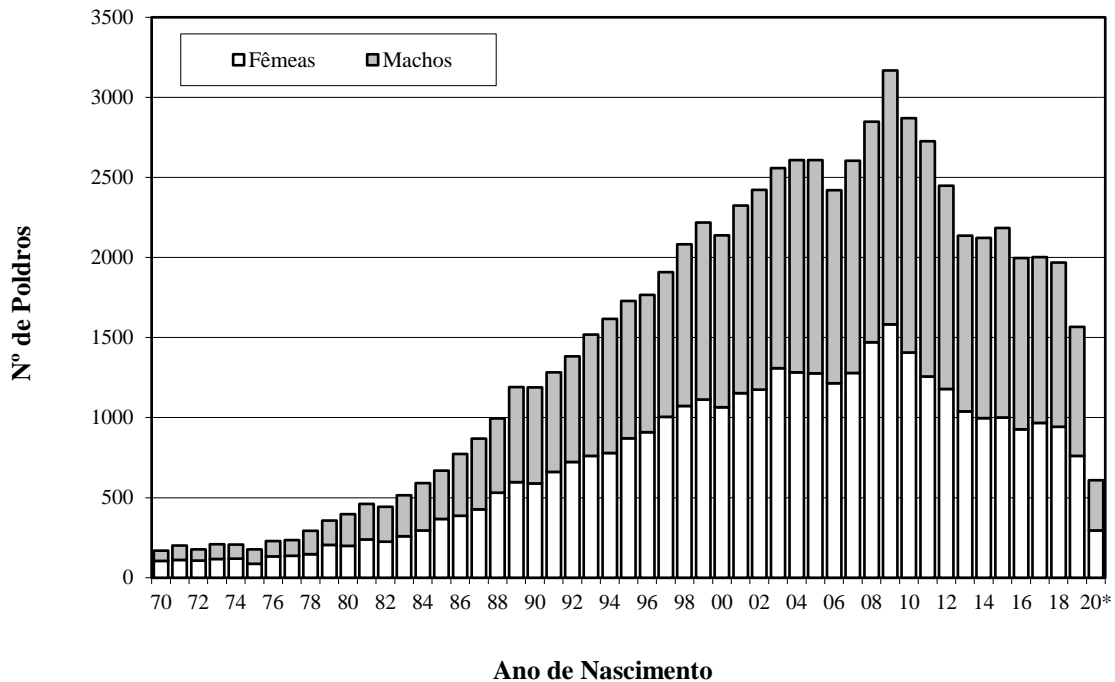


Figura 3 - Número de poldros inscritos no LN por ano e por sexo
 *Nota importante: dado incompletos para os anos de 2019 e 2020.

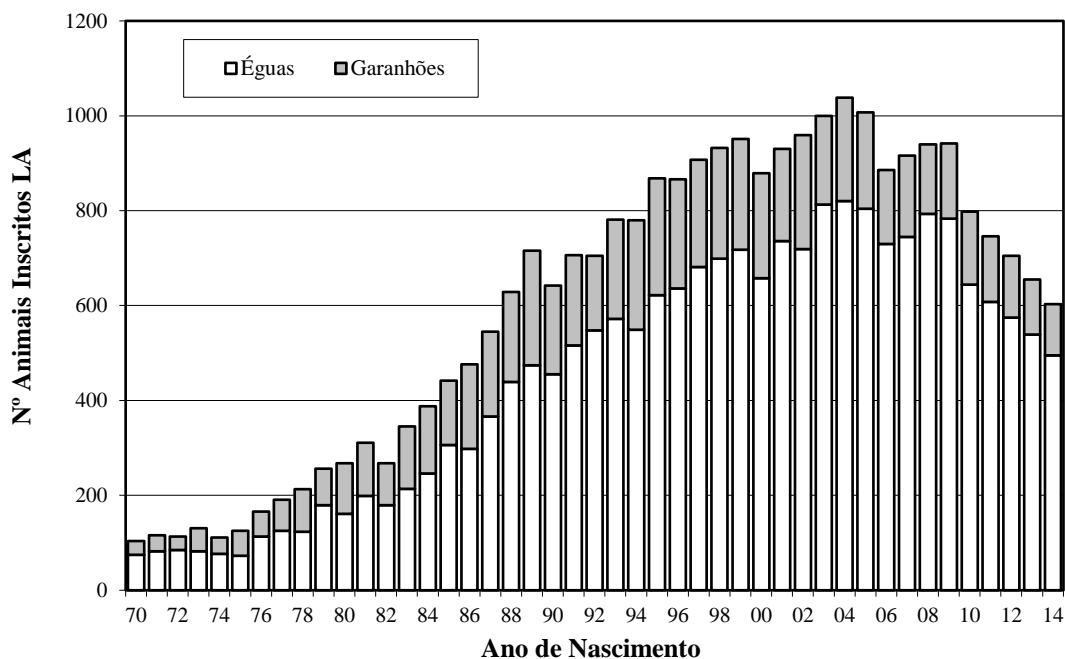


Figura 4 - Número de garanhões e éguas inscritos no Livro de Adultos (LA) por ano de nascimento

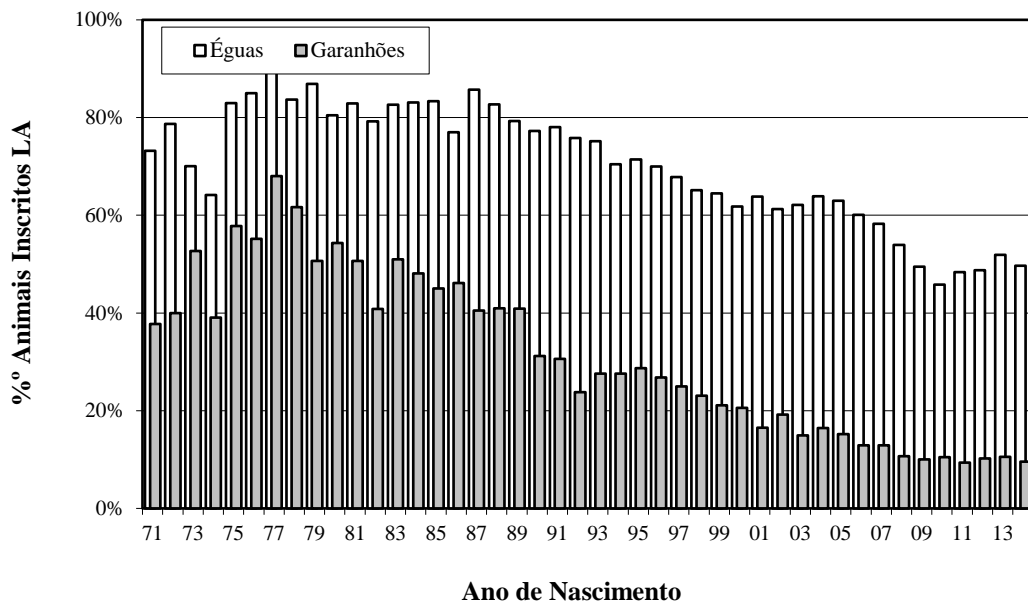


Figura 5 – Percentagem de garanhões e éguas inscritos no Livro de Adultos (LA) por ano de nascimento relativamente aos inscritos no LN

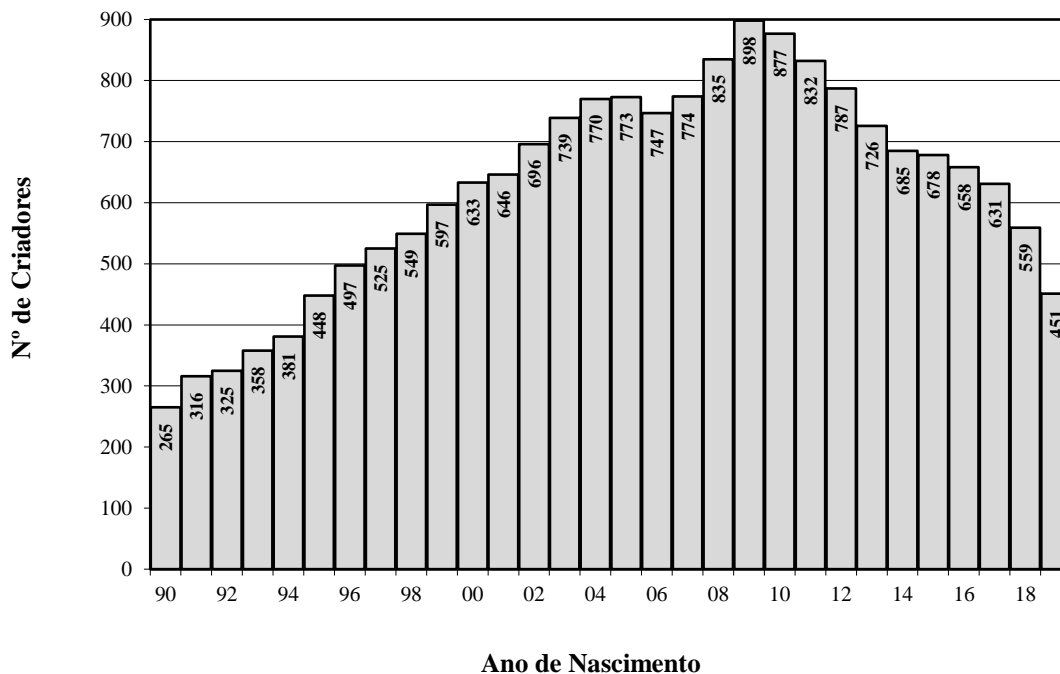


Figura 6 – Evolução do número de criadores ativos ao longo do tempo

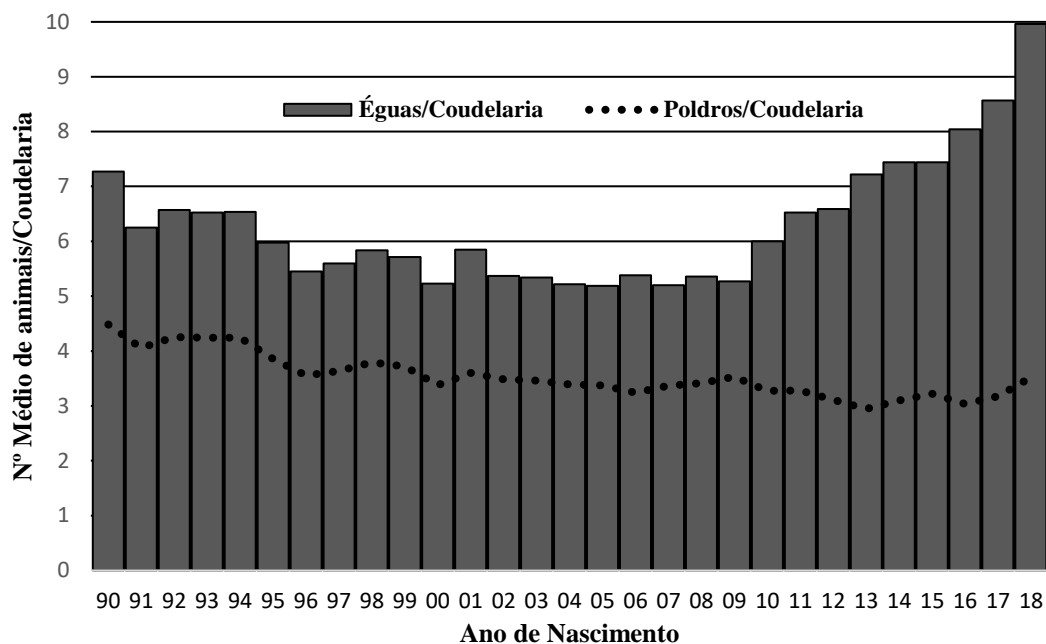


Figura 7 - Número médio de poldros nascidos e éguas ativas por coudelaria

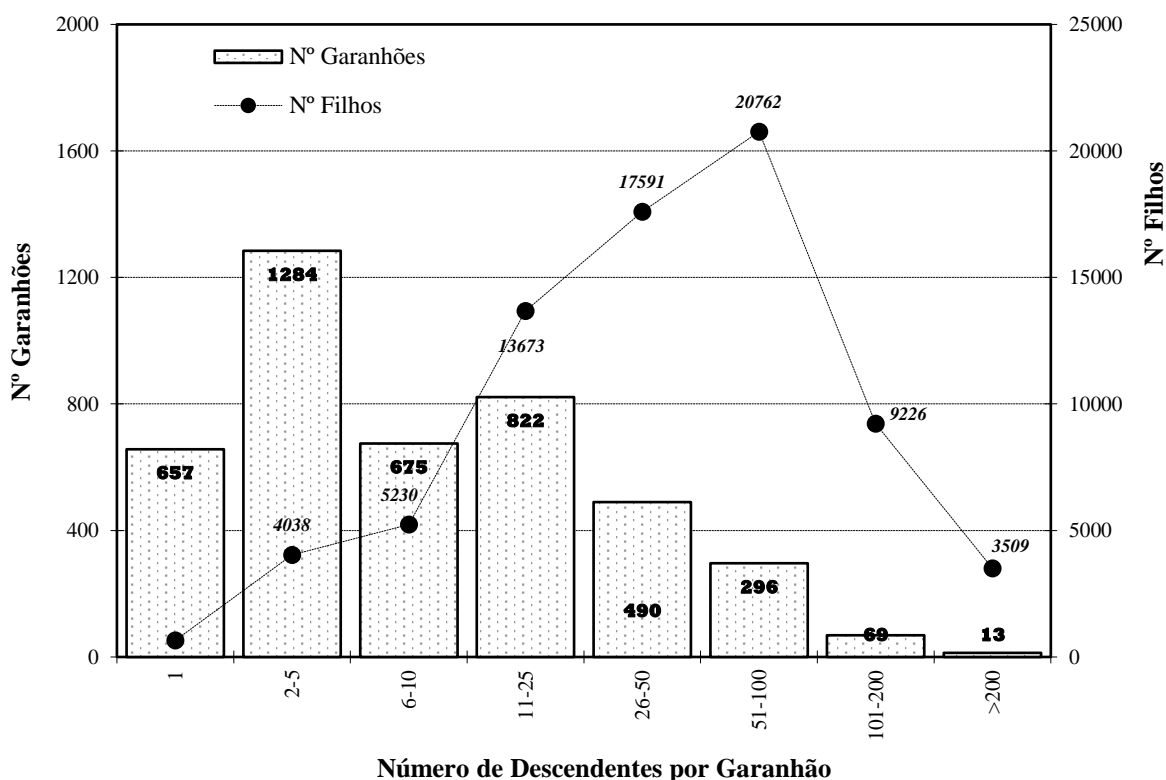


Figura 4 – Distribuição das classes de garanhões por descendentes e sua relação com o número de filhos Lusitanos inscritos

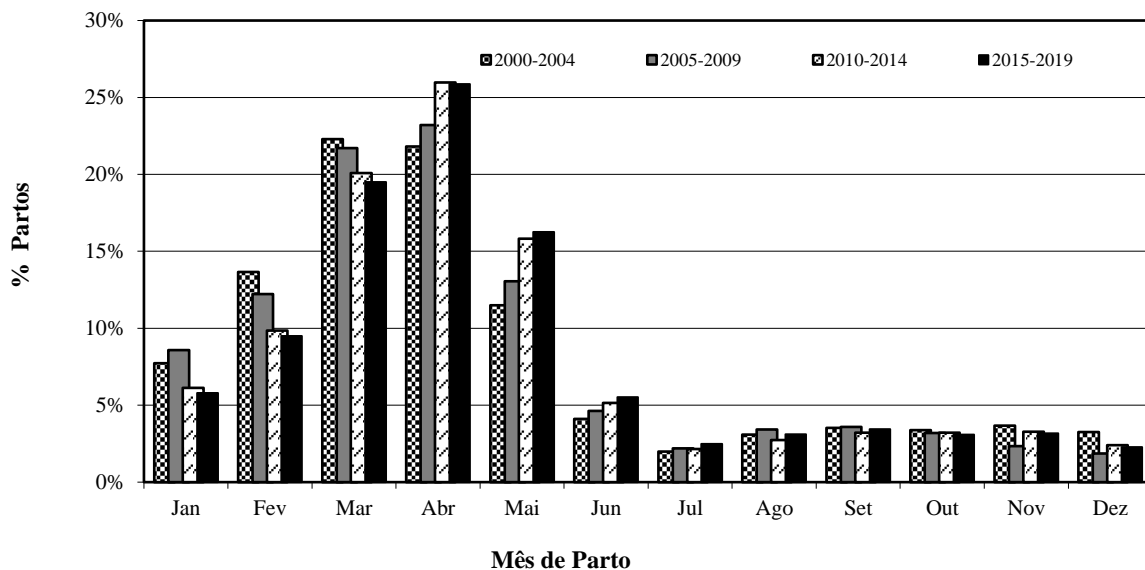


Figura 9 – Distribuição mensal dos partos por período

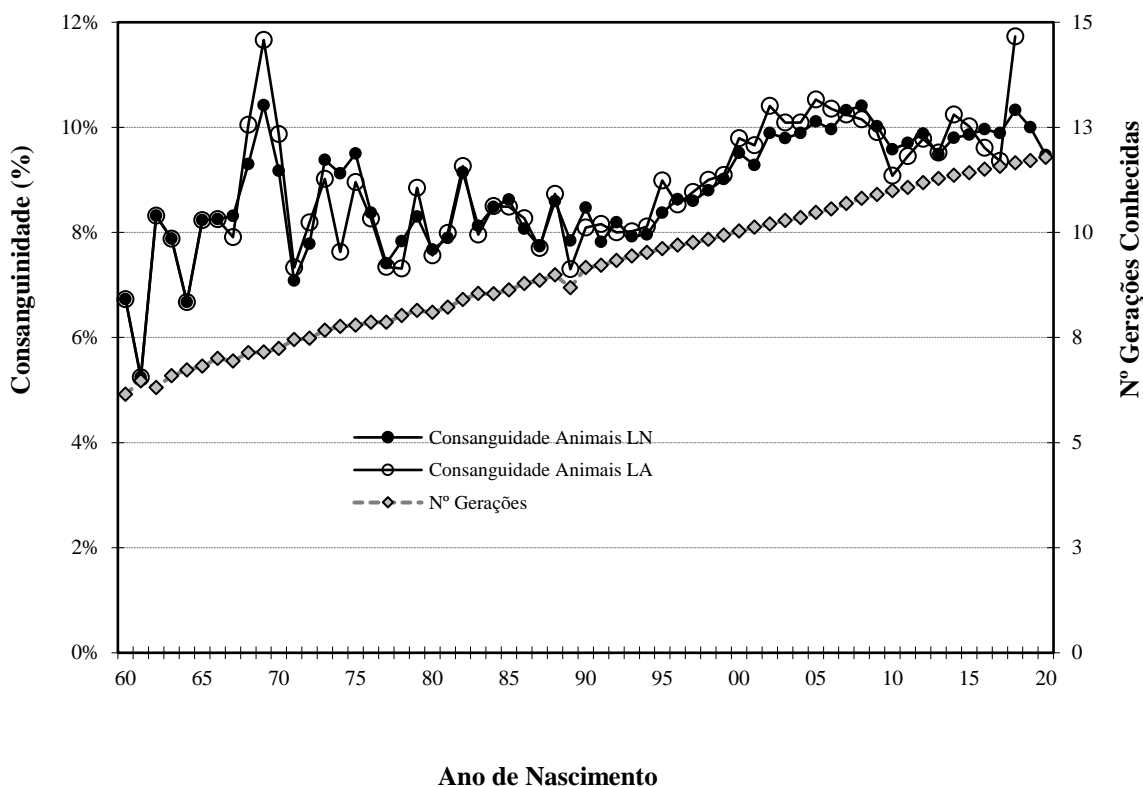


Figura 10 – Evolução do número médio de gerações conhecidas e da consanguinidade média (em %) de animais no LN e LA, por ano de nascimento

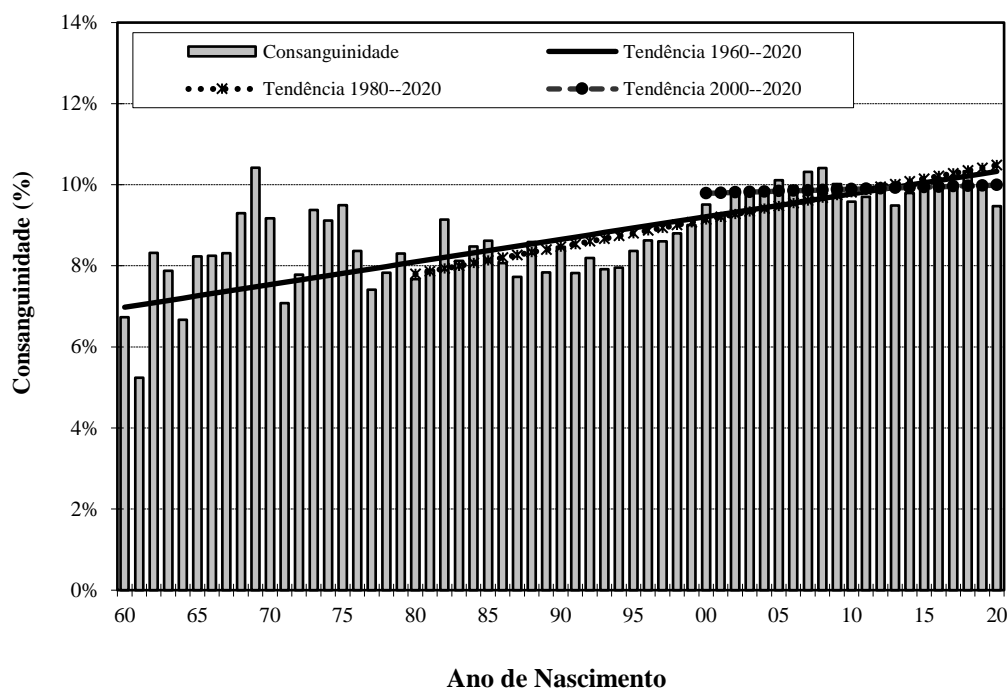


Figura 11 – Evolução do coeficiente de consanguinidade (em %) por ano de nascimento e respetiva tendência em diferentes períodos

Tabela 1 – Tamanho Efetivo da População (N_e) e Taxa de Consanguinidade (ΔF)

Parâmetro	Período		
	1960-2020	1980-2020	2000-2020
ΔF /ano	0,0558%	0,0672%	0,0100%
Intervalo de Gerações (anos)	9,87	9,87	10,02
ΔF /geração	0,551%	0,663%	0,100%
Tamanho efetivo da População (N_e)	90,76	75,44	498,16

13

Tabela 2 – Intervalo de gerações (em anos) pelas diferentes vias de seleção e média global

Vias de Seleção	Período		
	1960-2020	1980-2020	2000-2020
Pais de Garanhões	10,41	10,36	10,31
Mães de Garanhões	9,21	9,20	9,36
Pais de Éguas	10,73	10,75	10,99
Mães de Éguas	9,12	9,15	9,43
Garanhões	10,67	10,67	10,88
Éguas	9,14	9,16	9,42
Intervalo de Gerações Médio	9,87	9,87	10,02

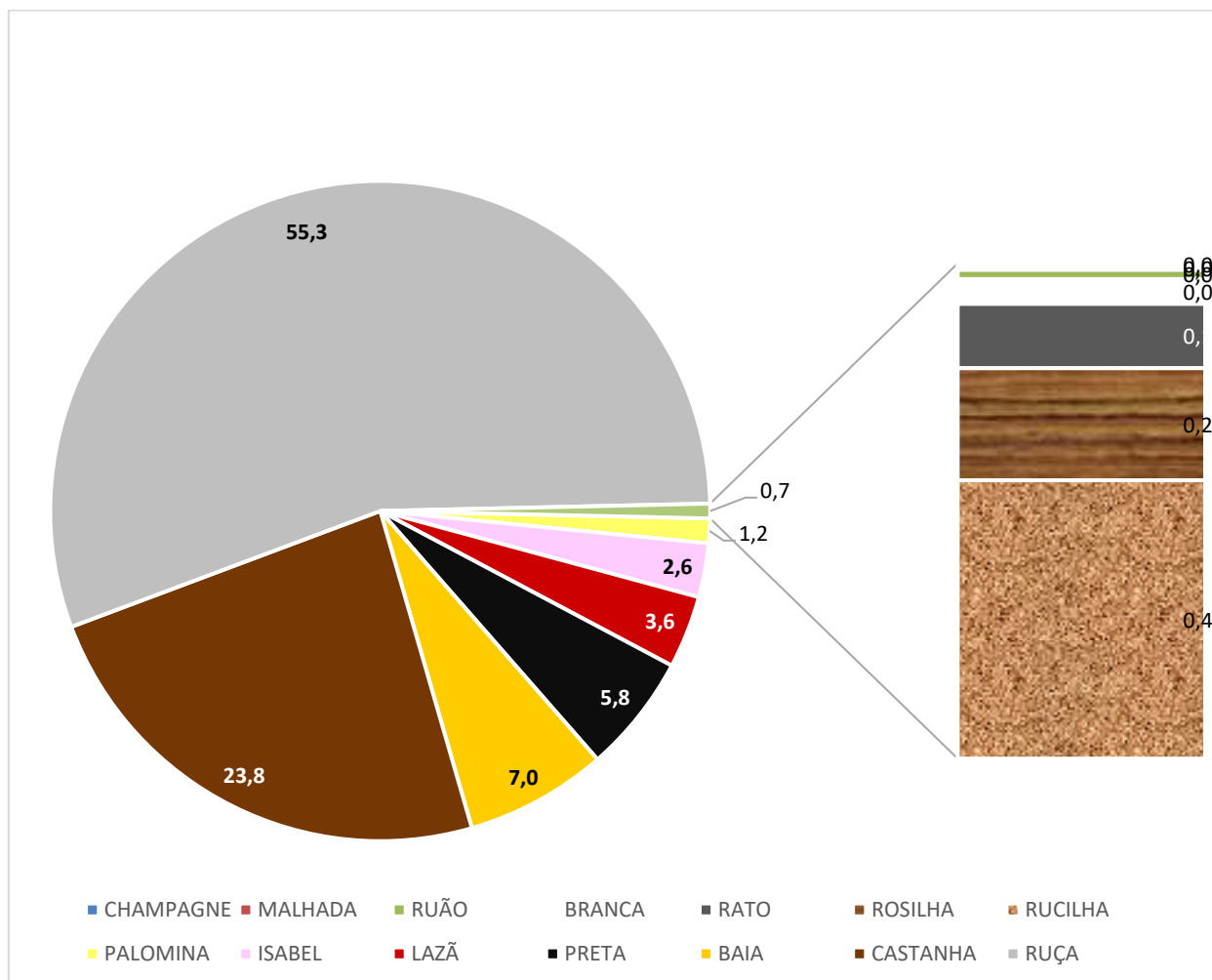


Figura 12 – Distribuição das pelagens na raça Lusitana por tipo, para o total de animais registados

Tabela 3 – Nº de Indivíduos e respetiva frequência consoante o tipo de Pelagem

PELAGEM	Nº DE INDIVÍDUOS	FREQUÊNCIA
CHAMPAGNE	3	0,004
MALHADA	4	0,005
RUÃO	10	0,013
BRANCA	27	0,036
RATO	70	0,093
ROSILHA	122	0,162
RUCILHA	303	0,403
PALOMINA	904	1,203
ISABEL	1985	2,641
LAZÃ	2673	3,556
PRETA	4360	5,801
BAIA	5231	6,959
CASTANHA	17871	23,776
RUÇA	41601	55,347
TOTAL	75164	100,0

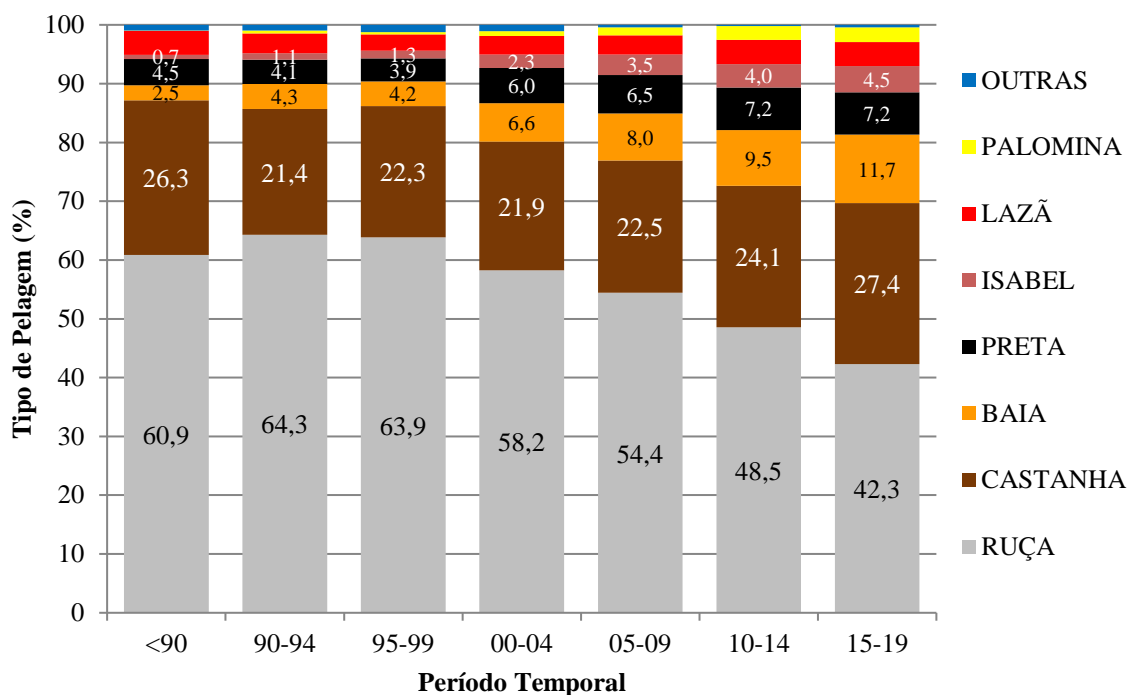


Figura 13 – Evolução da distribuição das pelagens na raça Lusitana ao longo do tempo

Tabela 4 -Distribuição dos nascimentos registados de cavalos Lusitanos por concelho

CONCELHO	Nº	FREQUÊNCIA	CONCELHO	Nº	FREQUÊNCIA
ABRANTES	571	1,207	MIRANDA CORVO	1	0,002
AGUEDA	73	0,154	MOITA	71	0,150
ALANDROAL	13	0,027	MONCAO	1	0,002
ALBERGARIA	34	0,072	MONCHIQUE	3	0,006
ALBUFEIRA	51	0,108	MONDIM BASTO	1	0,002
ALCACER SAL	310	0,656	MONFORTE	178	0,376
ALCANENA	134	0,283	MONTEMOR	1409	2,980
ALCOBACA	215	0,455	MONTIJO	492	1,040
ALCOCHETE	190	0,402	MORA	170	0,359
ALENQUER	905	1,914	MOURA	252	0,533
ALIJO	2	0,004	MURTOSA	52	0,110
ALJUSTREL	29	0,061	NELAS	7	0,015
ALMADA	405	0,856	NISA	146	0,309
ALMEIDA	35	0,074	NORDESTE	52	0,110
ALMEIRIM	723	1,529	OBIDOS	91	0,192
ALMODOVAR	14	0,030	ODEMIRA	33	0,070
ALPIARCA	219	0,463	OEIRAS	688	1,455
ALTER CHAO	2501	5,289	OLHAO	3	0,006
ALVAIAZERE	48	0,102	OLIVEIRA BAIRRO	55	0,116
ALVITO	13	0,027	OUREM	1	0,002
AMADORA	160	0,338	OURIQUE	156	0,330
AMARANTE	18	0,038	OVAR	29	0,061
AMARES	8	0,017	PACOS FERREIRA	18	0,038
ANADIA	11	0,023	PALMELA	1127	2,383
ANGRA HEROISMO	153	0,324	PAREDES	45	0,095
ARGANIL	1	0,002	PENACOVA	2	0,004
AROUCA	20	0,042	PENAFIEL	174	0,368
ARRAIOLOS	341	0,721	PENAMACOR	2	0,004
ARRONCHES	25	0,053	PENELA	1	0,002

ARRUDA VINHOS	225	0,476	PENICHE	17	0,036
AVEIRO	289	0,611	PINHEL	1	0,002
AVIS	46	0,097	POMBAL	94	0,199
AZAMBUJA	1861	3,935	PONTA DELGADA	109	0,231
BARCELOS	90	0,190	PONTE BARCA	15	0,032
BARREIRO	28	0,059	PONTE LIMA	6	0,013
BEJA	554	1,172	PONTE SOR	180	0,381
BENAVENTE	4073	8,613	PORTALEGRE	404	0,854
BOMBARRAL	113	0,239	PORTEL	32	0,068
BORBA	1	0,002	PORTIMAO	30	0,063
BRAGA	31	0,066	PORTO	421	0,890
CABECEIRAS BASTO	7	0,015	PORTO MOS	214	0,453
CADAVAL	6	0,013	POVOA LANHOSO	4	0,008
CALDAS RAINHA	72	0,152	POVOA VARZIM	117	0,247
CAMARA LOBOS	7	0,015	PRAIA VITORIA	1	0,002
CAMPO MAIOR	23	0,049	REDONDO	271	0,573
CANTANHEDE	229	0,484	REGUENGOS	31	0,066
CARREGAL SAL	14	0,030	RIBEIRA_	28	0,059
CARTAXO	1135	2,400	RIO MAIOR	90	0,190
CASCAIS	1264	2,673	SABROSA	5	0,011
CASTELO BRANCO	150	0,317	SABUGAL	2	0,004
CASTELO VIDE	55	0,116	SALVATERRA	1914	4,048
CASTRO VERDE	1	0,002	SANTA COMBA DAO	5	0,011
CHAMUSCA	526	1,112	SANTA CRUZ	8	0,017
CHAVES	6	0,013	SANTA MARIA	2	0,004
CINFAES	2	0,004	SANTANA	11	0,023
COIMBRA	256	0,541	SANTAREM	2054	4,344
CONSTANCIA	131	0,277	SANTIAGO CACEM	197	0,417
CORUCHE	1341	2,836	SANTO TIRSO	165	0,349
COVILHA	7	0,015	SÃO BRAS ALPORTEL	1	0,002
CRATO	200	0,423	SÃO JOAO MADEIRA	3	0,006
CUBA	73	0,154	SÃO PEDRO SUL	4	0,008
ELVAS	497	1,051	SARDOAL	1	0,002
ENTRONCAMENTO	42	0,089	SEIXAL	103	0,218
ESPOSENDE	14	0,030	SERPA	219	0,463
ESTARREJA	136	0,288	SESIMBRA	211	0,446
ESTREMOZ	76	0,161	SETUBAL	382	0,808
EVORA	1251	2,645	SEVER VOUGA	3	0,006
FAFE	9	0,019	SILVES	29	0,061
FARO	7	0,015	SINES	8	0,017
FEIRA	4	0,008	SINTRA	648	1,370
FELGUEIRAS	49	0,104	SOBRAL MONTE AGRACO	53	0,112
FERREIRA ALENTEJO	675	1,427	SOURE	14	0,030
FERREIRA ZEZERE	5	0,011	SOUSEL	15	0,032
FIGUEIRA CAST. RODRIGO	2	0,004	TAVIRA	2	0,004
FIGUEIRA FOZ	48	0,102	TERRAS BOURO	2	0,004
FUNDAO	27	0,057	TOMAR	322	0,681
GAVIAO	36	0,076	TONDELA	1	0,002
GOLEGA	1566	3,312	TORRES NOVAS	337	0,713
GONDOMAR	3	0,006	TORRES VEDRAS	322	0,681
GOUVEIA	10	0,021	TRANCOSO	9	0,019
GRANDOLA	58	0,123	TROFA	17	0,036
GUARDA	25	0,053	VAGOS	21	0,044
GUIMARAES	36	0,076	VALE CAMBRA	18	0,038
HORTA	87	0,184	VALENCA	7	0,015
IDANHA-A-NOVA	603	1,275	VALONGO	18	0,038
ILHAVO	8	0,017	VENDAS NOVA	86	0,182

LAGOA	29	0,061	VIANA ALENTEJO	196	0,414
LAGOS	90	0,190	VIANA CASTELO	49	0,104
LAJES PICO	5	0,011	VIDIGUEIRA	3	0,006
LAMEGO	1	0,002	VIEIRA MINHO	24	0,051
LEIRIA	209	0,442	VILA BISPO	47	0,099
LISBOA	3946	8,345	VILA CONDE	68	0,144
LOULE	40	0,085	VILA FLOR	1	0,002
LOURES	347	0,734	VILA FRANCA CAMPO	2	0,004
LOURINHA	3	0,006	VILA FRANCA XIRA	1446	3,058
LOUSA	2	0,004	VILA NOVA BARQUINHA	6	0,013
LOUSADA	93	0,197	VILA NOVA FAMALICAO	123	0,260
MACEDO CAVALEIROS	1	0,002	VILA NOVA GAIA	43	0,091
MAFRA	295	0,624	VILA POUCA AGUIAR	1	0,002
MAIA	25	0,053	VILA REAL	36	0,076
MANGUALDE	1	0,002	VILA REAL SANTO ANTONIO	1	0,002
MARCO CANAVESES	103	0,218	VILA VERDE	22	0,047
MARINHA GRANDE	73	0,154	VILA VICOSA	51	0,108
MATOSINHOS	32	0,068	VINHAIIS	1	0,002
MEALHADA	1	0,002	VISEU	14	0,030
MIRA	2	0,004	TOTAL (211)	47288	100

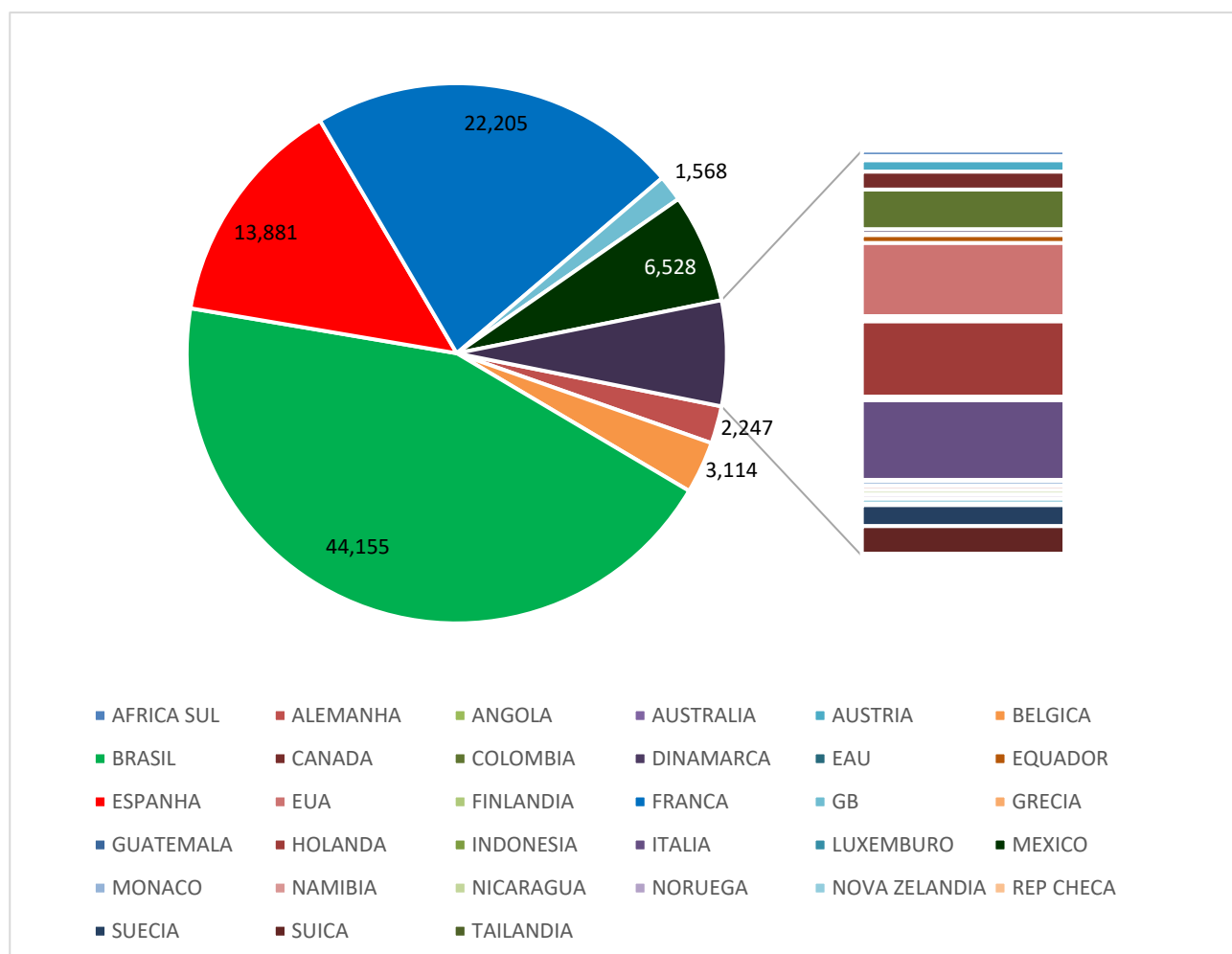


Figura 14 – Distribuição dos nascimentos de cavalos Lusitanos fora de Portugal (em %)

Tabela 5 – Relação de países estrangeiros proprietários de cavalos Lusitanos

Nº	PAÍS	Nº	PAÍS
1	AFRICA DO SUL	33	HUNGRIA
2	ALEMANHA	34	INDONESIA
3	ANGOLA	35	IRLANDA
4	ARABIAS AUDITA	36	ISRAEL
5	ARGENTINA	37	ITALIA
6	AUSTRALIA	38	JORDANIA
7	AUSTRIA	39	LIECHTENSTEIN
8	BELGICA	40	LITUANIA
9	BRASIL	41	LUXEMBURGO
10	CABO VERDE	42	MALASIA
11	CANADA	43	MALTA
12	CHILE	44	MEXICO
13	CHINA	45	MONACO
14	CHIPRE	46	NAMIBIA
15	COLOMBIA	47	NICARAGUA
16	COREIA DO SUL	48	NORUEGA
17	CUBA	49	NOVA ZELANDIA
18	DINAMARCA	50	PAPUA NOVA GUINE
19	EMIRADOS ARABES UNIDOS	51	POLONIA
20	EQUADOR	52	PORTO RICO
21	ESLOVAQUIA	53	REPUBLICA DOMINICANA
22	ESLOVENIA	54	REPUBLICA CHECA
23	ESPANHA	55	ROMENIA
24	ESTONIA	56	RUSSIA
25	EUA	57	SEICHELES
26	FINLANDIA	58	SINGAPURA
27	FRANCA	59	SUECIA
28	GRA BRETANHA	60	SUICA
29	GRECIA	61	TAILANDIA
30	GUATEMALA	62	TUNISIA
31	HOLANDA	63	UCRANIA
32	HONG KONG		

Considerações finais

O cavalo Lusitano é o resultado da seleção de milhares de anos, como animal de caça e de combate (nas guerras, condução de gado e combate à gineta entre outros). Este Ginete Ibérico ou Hispânico, como também pode ser designado, representa o arquétipo do cavalo barroco, apresentando um modelo muito típico e harmonioso, dotado de extrema coragem mas, ao mesmo tempo, docilidade e sociabilidade, sendo reconhecido há muito tempo como um dos melhores cavalos de sela do mundo, aliando ao bom temperamento, andamentos fáceis e cómodos.

A conservação ou utilização sustentável dos recursos genéticos pressupõe a manutenção de um número mínimo de animais, que garanta a sobrevivência de uma determinada raça e permita a sua reconstituição quando se julgue necessário. A par da manutenção de um número mínimo de animais numa população, revela-se também importante a manutenção da variabilidade genética dessa população, pelo que será fundamental ter em consideração outros critérios (tais como a consanguinidade, pelo estudo das genealogias, o intervalo de gerações), para além da dimensão do efetivo reprodutor, que permitam definir e tirar partido da estrutura populacional em causa.

A variabilidade genética de uma população pode ser estudada através da análise da informação genealógica, por intermédio da estimação de parâmetros genéticos de caracteres produtivos de interesse em produção animal ou através de diferentes tipos de marcadores genéticos.

A análise demográfica permite-nos descrever a estrutura e a dinâmica de uma população, considerando-a um grupo de indivíduos em permanente alteração e tendo em conta o seu pool genético (Boichard et al., 1997, Carolino e Gama, 2008). Assim, a análise das genealogias é uma metodologia importante de caracterização das populações, já que permite descrever a variabilidade genética e a sua evolução ao longo das gerações.

A raça Lusitana tem apresentado uma expansão notável, algo verificado pelo valor crescente do número de fêmeas reprodutoras presentes nas coudelarias (Figura 1), valor que ultrapassada já as mais de 6 mil fêmeas. No entanto, nem todas estas éguas se encontram ativas e produzem descendentes todos os anos, como é evidenciado mais à frente neste relatório.

Desde a institucionalização do livro genealógico da raça em 1967, houve um aumento significativo no número de poldros inscritos no Livro de Nascimento até 2009 (Figura 2), em especial, a partir de 1989, quando o studbook foi fechado à entrada de animais registados a título inicial. Durante este período, o número de criadores que produzem cavalos Lusitanos tem aumentado significativamente (até cerca de 900, com um máximo de 898, em 2010), graças a um interesse crescente nesta raça, dados os seus atributos de temperamento, beleza e funcionalidade. No entanto, e embora tenha havido um enorme aumento no número de coudelarias (Figura 6), nos últimos anos muitas delas têm apenas

um animal inscrito ou mesmo nenhum, com uma grande fragmentação da criação e uma média de éguas por criador a variar entre 5 e 10 e de poldros registados por coudelaria entre 3 e 5 produtos (Figura 7). Este facto é igualmente comprovado pelo decréscimo das inscrições de poldros no LN verificada a partir de 2009 (Figura 2), dada a forte crise económica mundial que reduziu globalmente a atividade reprodutiva nas coudelarias, que foi ainda mais evidenciada com a pandemia da COVID19.

Ao longo do tempo têm existido um equilíbrio entre os animais inscritos no LN considerado o género (Figura 3), com uma ligeira superioridade para o sexo feminino nos primeiros anos e para o género masculino mais no final. Quando consideramos a classificação de reprodutores para o Livro de Adultos (LA) ou de Reprodutores (Figura 4) obviamente o cenário muda de figura e existe uma clara superioridade de inscrições de éguas, relativamente a garanhões. De notar ainda um acréscimo constante de inscrições no LA de animais nascidos até 2004 (com mais de 1000 animais pontuados), seguido de um decréscimo a partir desse ano, acompanhando a tendência já referida nas inscrições no LN. Não deixa, no entanto, de ser relevante que atualmente continuam a ser pontuados para o LN, em média, mais de 600 candidatos por ano de nascimento (Figura 4).

A raça Lusitana apresenta especificidades várias e, pela análise do gráfico da Figura 5, podemos constatar que a grande maioria das fêmeas que nascem todos os anos são apresentadas a uma comissão de inscrição ou secretário técnico da raça e pontuadas ao LA (média global de $70\pm 12\%$), ainda que com um ligeiro decréscimo nos últimos anos. No caso dos garanhões esse valor é bastante inferior (média global de $32\pm 17\%$) mas ainda assim muito superior que para a grande maioria das raças de cavalos de desporto. No caso dos machos, com a expansão e estabilização da raça Lusitana nas últimas décadas, a proporção de garanhões pontuados para o LA tem vindo a ser cada vez menor, comparativamente ao que aconteceu no passado (a partir de 1995 a % de classificados reduziu-se para $16\pm 6\%$) (Figura 5). Contudo a raça apresenta valores de intensidade de seleção bastante reduzidos, algo que poderá comprometer o progresso genético esperado no programa de seleção.

Embora existam muitos garanhões aprovados no universo da raça (Figuras 4 e 5) é interessante notar que a sua utilização se apresenta muito desequilibrada (Figura 8). Existem muitos cavalos aprovados que nunca produziram um descendente inscrito no LN e uma grande maioria de garanhões com 1 só descendente durante toda a sua vida produtiva, sendo a classe mais frequente a dos cavalos que obtiveram entre 2 e 5 filhos ao longo da sua carreira reprodutiva. No entanto, como no caso da criação cavalari existam sempre alguns garanhões muito famosos ou que pertencem a linhas com bastante procura, também se observa o inverso, ou seja, no extremo oposto apresentam-se somente 13 garanhões que produziram no total mais de 3500 filhos (em média, 270 filhos por garanhão).

Outro aspeto que podemos estudar é a distribuição dos partos das éguas ao longo do ano (Figura 9) e neste ponto observa-se claramente uma sazonalidade reprodutiva. Sendo as éguas fêmeas poliétricas

sazonais de fotoperíodo crescente, daí a grande predominância dos nascimentos dos poldros nos meses de Fevereiro a Maio (isto acontece obviamente no hemisfério norte onde se encontram a maioria dos animais). Observamos, no entanto, partos distribuídos ao longo de todo o ano, também nos meses de Julho a Dezembro (ainda que em muito menor %) fruto essencialmente dos animais criados em países do hemisfério sul, como são os casos do Brasil, Austrália, Nova Zelândia, entre outros ou ainda países com pouca sazonalidade reprodutiva como são os casos do México, Colômbia, etc.

De um modo geral, os Livros Genealógicos de Equinos (Studbooks) apresentam mais informações e conhecimento genealógico que os livros genealógicos de outras espécies de animais domésticos, dada a grande importância que, historicamente, todos os criadores de cavalos sempre depositaram nas genealogias de seus animais, como no caso do cavalo Puro-sangue Inglês que oficializou o primeiro registo genealógico a nível mundial, em 1791, com a criação do “General Stud Book” (Cunningham et al., 2001). Regra geral, os equinos apresentam um amplo e aprofundado conhecimento genealógico, que pode chegar a mais de 15 gerações conhecidas (Zechner et al., 2002). Este aspeto pode ser comprovado igualmente no caso do cavalo Lusitano onde o número médio de gerações conhecidas dos animais nascidos em 2020 era superior a 12 (Figura 10). Se considerarmos um intervalo médio de gerações de 10 anos (Tabela 2) facilmente constatamos que existe, em média, um conhecimento global de mais de 120 anos de genealogias acumuladas no Studbook do cavalo Lusitano, o que é notável. Esta informação genealógica disponível é fundamental para o estudo da variabilidade genética e, no âmbito do programa de seleção, contribui para o aumento da precisão das estimativas do valor genético obtidas a partir da metodologia BLUP- Modelo Animal, anualmente realizada no Puro-sangue Lusitano.

Quando analisamos a evolução da consanguinidade na raça (Figura 10), observamos que o seu valor tem vindo a aumentar ao longo do tempo, em especial após o fecho do studbook no ano de 1989 limitando a entrada de animais de fora da raça, mas que esse aumento da consanguinidade estabilizou nos últimos anos de criação, essencialmente a partir da 1ª década deste século (Figuras 10 e 11). Como existe uma grande proporção de animais inscritos no LN que são classificados para o LA todos os anos (Figura 5) a evolução do coeficiente de consanguinidade também apresenta um padrão evolutivo muito similar ao longo do tempo, semelhante entre animais inscritos nos LN e LA (Figura 10). Quando estudamos mais em pormenor a tendência de evolução da consanguinidade distribuída ao longo de vários períodos (Figura 11) observa-se que a consanguinidade está a estabilizar, algo igualmente evidenciado na Tabela 1, onde o Tamanho efetivo da população (N_e) é menor quando estimado para o período intermédio de 1980-2020, mas aumenta consideravelmente quando estimado para o último período considerado (2000-2020), com redução da taxa de consanguinidade atualmente ($\Delta F/\text{ano} = 0,100\%$). Este facto poderá, em parte, ser explicado pelo aumento do efetivo e do número

de criadores ativos, a grande proporção de reprodutores aprovados e com poucos produtos em média e o grande fracionamento e dispersão nacional e mundial da raça (Figura 14 e Tabelas 4 e 5).

O intervalo médio de gerações estimado na raça pelas 4 vias de seleção (Tabela 2) variou entre 9 e 11 anos, sendo sempre ligeiramente inferior pela via materna e superior pela paterna. Este facto pode ser explicado pela necessidade de pontuação ao LA dos machos montados e, por isso, mais tarde na sua vida produtiva e pelo facto de alguns garanhões terem filhos com idades já muito avançadas. Ainda que com utilização limitada na raça Lusitana, a inseminação artificial também poderá contribuir para o aumento da idade média dos garanhões quando nascem os filhos. Globalmente o intervalo de gerações estimado ronda os 10 anos, comum na espécie equina, muito superior ao observado em outras populações de animais domésticos.

Um aspeto sempre interessante e ao qual os criadores e proprietários de cavalos dão bastante importância é o tipo de pelagem existente na raça Lusitana. No gráfico da Figura 12 e na Tabela 3 apresenta-se a distribuição global do tipo de pelagens acumulado ao longo do tempo no LG, com grande predomínio das pelagens ruça (55,3%) e castanha (23,8%). Como tem existido nos últimos anos por parte dos criadores uma preferência pela criação de animais “de cor”, ou seja, evitando a pelagem ruça, foi analisada a evolução dos tipos de pelagens por períodos diferentes ao longo do tempo (Figura 13). Curioso de notar um decréscimo significativo na incidência da pelagem ruça (passou de ~61% antes de 1990 para ~42% para animais nascidos entre 2015 e 2019), com um aumento da criação de cavalos de pelagem castanha, baia, preta, lazã e isabel.

Como referido anteriormente, o Lusitano tem ganho notoriedade nacional e internacional nos últimos tempos, bem patente na forte implementação nacional (Tabela 4), com cavalos Lusitanos criados em mais de 200 concelhos de Portugal continental e ilhas (em especial nos Açores) com uma prevalência de ~68,5% (211 em 308). No plano internacional existem criadores a criar e inscrever cavalos no LN em 33 países diferentes (Figura 14), com especial ênfase para o Brasil, França, Espanha e México, com um total de 26656 poldros registados num total de 75440 indivíduos inscritos no LG, ou seja, o cavalo Lusitano criado fora de Portugal corresponde a 35,3% da população total. Seguramente é o recurso genético animal autóctone de Portugal mais internacional. Como curiosidade, apresenta-se ainda a origem do país dos proprietários de cavalos Lusitanos espalhados pelo mundo na Tabela 5. Se existem 33 países diferentes onde já nasceram cavalos da raça inscritos no LGPSL em Portugal, há registos de cavalos Lusitanos espalhados pelo mundo em 63 países diferentes, ou seja, globalmente o PSL abrange um terço do planeta.

O cavalo Lusitano possui uma história muito rica, com quantidade notável de informação genealógica que permite a realização de estudos e trabalhos de interesse e relevo para a raça. Globalmente, o número de animais registados nos últimos anos evoluiu muito significativamente (em Portugal e no resto do mundo), graças principalmente à implementação da Associação Portuguesa de Criadores do

Cavalo Puro-Sangue Lusitano - APSL, e ao aumento da popularidade deste cavalo, dadas as suas boas características comportamentais, de beleza e desempenho funcional nas mais variadas atividades (lazer, toureio, dressage, equitação de trabalho, atrelagem, arte equestre, etc.).

Importa realçar que a proporção de fêmeas aprovadas como reprodutoras é muito elevada, complicando a implementação do esquema de seleção e o progresso genético que se poderá obter, ainda que, por outro lado, facilite o controlo da consanguinidade na população.

De futuro, metodologias específicas deveriam ser implementadas para controlar a perda de variabilidade genética na raça Lusitana, pela inclusão de dados de uma análise conjunta de parâmetros moleculares e genealógicos, na definição das estratégias de seleção, com maximização das contribuições genéticas. Deverá ser ponderada a planificação de acasalamentos dirigidos, sempre muito complexos e de difícil decisão em criação cavalar.

Estudos deste tipo são importantes para fornecer mais informações aos criadores e proprietários de cavalos Lusitanos, disponibilizando-lhes outro tipo de ferramentas para a seleção e consequente melhoramento genético desta raça autóctone portuguesa.

Bibliografia

- Alderson L, 1992. A system to maximize the maintenance of genetic variability in small populations. In Genetic Conservation of Domestic Livestock II, Eds. Alderson, L. and Bodo, I., CABI, Wallingford, U.K., pp. 18-29.
- Boichard, D., L. Maignel e É. Verrier, 1997. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genet. Sel. Evol.*, 29:5-23.
- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell e S. D. Kachman, 1995. A Manual for Use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. USDA, ARS, Clay Center, NE, USA.
- Carolino, N. e L. T. Gama, 2002. Manual de Utilização de Software para a Gestão de Recursos Genéticos Animais. Estação Zootécnica Nacional, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas, Portugal (policopiado).
- Cunningham E., Dooley J., Splan R. and Bradley D. 2001. Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contributions of founder lineages to thoroughbred horses. *Anim. Genet.* 32: 360-364.
- Falconer, D. S. e T. F. C. Mackay, 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Ed. Longman Group Ltd., Essex, England, UK.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 1998. Secondary Guidelines: Management of Small Populations at Risk. FAO Editions, Rome, Italy.
- Gutierrez, J.P., Goyache, F., 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.* 122, 172–176.
- SAS Institute Inc., 2006. Base SAS® 9.1.3 Procedures Guide, Second Edition, Volumes 1, 2, 3, and 4. Cary, NC.
- Van Vleck, L. D., 1993. Selection index and introduction to mixed model methods. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Wright, S., 1923. Mendelian analysis of pure breeds of livestock. I - The measurement of inbreeding and relationship. *J. Heredity*, 14:339-348.
- Zechner P., Sölkner J., Bodo I., Druml T., Baumung R., Achmann R., Marti E., Habe F. and Brem G. 2002. Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. *Livest. Prod. Sci.* 77: 137-146.