

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS LIGADAS À PRODUTIVIDADE DE PORCAS LARGE WHITE¹

JOSÉ BENTO STERMAN FERRAZ² e FRANCISCO A. DE MOURA DUARTE³

RESUMO - Foram analisados dados referentes a 801 partos de 255 fêmeas Large White, criadas em região subtropical, para estimarem-se parâmetros genéticos de características ligadas à produtividade de porcas. Utilizou-se o método dos quadrados mínimos, considerando-se efeitos fixos de ambiente e efeitos aleatórios de cachacos. As estimativas de herdabilidade foram: número de natimortos = $0,487 \pm 0,153$; tamanho de leitegada ao nascimento = $0,199 \pm 0,089$; peso de leitegada ao nascimento = $0,125 \pm 0,070$; tamanho de leitegada aos 21 dias de idade = $0,053 \pm 0,052$; peso de leitegada aos 21 dias = $0,099 \pm 0,064$; tamanho de leitegada à desmama = $0,057 \pm 0,053$ e peso de leitegada à desmama = $0,191 \pm 0,087$. Os valores encontrados indicam respostas pequenas à seleção nestas características, exceção feita ao número de natimortos. As correlações genéticas encontradas não indicam antagonismos importantes entre os atributos estudados. Foram estudadas respostas correlacionadas entre as características.

Termos para indexação: melhoramento de suínos, resposta correlacionada à seleção.

GENETIC PARAMETERS OF CHARACTERISTICS RELATED TO PRODUCTIVITY OF LARGE WHITE SOWS

ABSTRACT - Data from 801 parturitions of 255 Large White sows, bred in the subtropical region were analysed by the Least Squares method to estimate heritability and correlations (genetic, phenotypic and environmental) of sow productivity traits. The found estimates of heritability were: number of stillborn, $0,487 \pm 0,153$; litter size at birth, $0,199 \pm 0,089$; litter weight at birth, $0,125 \pm 0,070$; litter size at 21 days of age, $0,053 \pm 0,052$; litter weight at 21 days of age, $0,099 \pm 0,064$; litter size at weaning, $0,057 \pm 0,053$; litter weight at weaning, $0,191 \pm 0,087$. These values shows little response to selection of the traits, exception of number of stillborn. The estimates of genetic, phenotypic and environmental correlation did not show important antagonisms among the traits. Correlated responses to selection were also studied.

Index terms: swine improvement, sow productivity, genetic parameters, correlated response to selection.

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira muito tem se desenvolvido e tem se apresentado aos agropecuaristas como uma boa alternativa, quer pelo giro rápido do capital empregado, quer pela

grande produção em relação a pequena área necessária à sua implantação, ou ainda, pela pequena necessidade de utilização de mão de obra, tornando-se uma ótima alternativa para pequenas e médias propriedades rurais, onde se usa mão-de-obra familiar e se necessita de opções para aumento de faturamento global.

O retorno econômico de uma empresa suinícola depende de vários fatores, ligados ao genótipo dos animais e ao meio ambiente. A produtividade de suínos pode ser analisada pelo desempenho dos mesmos quanto a três classes de características, sejam, a produtivi-

¹ Aceito para publicação em 15 de fevereiro de 1991

² Méd. - Vet., Dr., Prof., Dep. de Prod. Animal, Fac. de Med. Vet. e Zootec., Univ. de São Paulo, Caixa Postal 23, CEP 13630 Pirassununga, SP.

³ Méd. - Vet., Dr., Prof. - Tit., Dep. de Genética e Matemática Aplicada à Biol., Fac. de Med. Ribeirão Preto, USP.

dade das fêmeas, o desempenho de crescimento (taxa de crescimento, conversão alimentar etc.) ou as características de carcaça. Assim, um plano de melhoramento de suínos deve englobar a análise destas três classes de atributos.

A produtividade de porcas designa um complexo de fatores que envolvem a fertilidade, a prolificidade, a capacidade leiteira, a habilidade materna, além de outras variáveis, que podem ser avaliadas pelo comportamento das leitegadas, em tamanho ou peso, na fase compreendida entre o nascimento e a desmama (Ferraz 1981).

O conhecimento dos parâmetros genéticos de uma população é fator imprescindível para o estabelecimento de um plano de melhoramento da mesma.

O tamanho de leitegada é, dentre os atributos reprodutivos de suínos, o mais importante economicamente (Smith et al. 1983). Sua herdabilidade tem apresentado magnitude ao redor de 10%, sem grandes variações entre raças. Ao contrário do que se poderia esperar, alguns experimentos têm conseguido ganhos de até 0,5 leitão por ano, ao se fazer seleção para esta característica, utilizando-se de informações não só das mães, mas também dos parentes dos pais e mães (Haley et al. 1988). A importância da inclusão do tamanho de leitegada ao nascimento nos critérios de seleção tem sido defendida por vários autores que indicam a necessidade de se realizarem estudos mais profundos das correlações deste atributo até mesmo com características de carcaça (Smith et al. 1983). Os valores do coeficiente de herdabilidade para os tamanhos de leitegada aos 21 dias e a desmama são semelhantes aos encontrados para o tamanho ao nascimento (Bolet & Felgines 1983, Vidovic 1982, Lobke et al. 1983 e Vangen 1986).

O coeficiente de herdabilidade tem sido estimado em características ligadas à produtividade de porcas, principalmente pelos métodos de regressão filha-mãe (método a) e correlação entre meios-irmãos paternos (método b), ou até por herdabilidade realizada (método c). Na literatura, algumas revisões não indicam os

métodos de estimação. A Tabela I mostra os resultados de vários trabalhos da literatura. Alguns autores estimaram a herdabilidade na base intra-ordem do parto, mas esta tabela apresenta apenas os resultados de trabalhos que ajustaram os dados para ordem do parto, ao invés de calcular um coeficiente para cada ordem.

O estudo das correlações, sejam elas fenotípicas, genéticas ou ambientais, é de extrema importância para se avaliar a resposta correlacionada que ocorre quando a seleção é realizada com base em uma ou várias características. As correlações entre os tamanhos de leitegada ao nascimento e à desmama, estão próximos da unidade, demonstrando o forte efeito residual do tamanho de leitegada ao nascimento sobre os demais (Strang & King 1970, Bolet & Felgines 1983 e Johansson & Kennedy 1985). Os resultados de vários trabalhos são apresentados na Tabela 2.

O objetivo do presente trabalho foi estudar as herdabilidades, correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, da produtividade de porcas Large White, uma das raças mais criadas no País, medida pelo número de natimortos, tamanho e peso de leitegadas ao nascimento, 21 dias de idade e desmama.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho referem-se a 801 partos de 255 fêmeas suínas da raça Large White, acasaladas com 24 cachacos. As leitegadas nasceram entre 1976 e 1980 na Fazenda Paineira, município de Araçoiaba da Serra (estado de São Paulo), que se encontra a cerca de 560 m de altitude, com 23°30'S de latitude e 47°38'GW de longitude, com temperaturas médias anuais de 20°C e umidade relativa do ar média de 75%. A precipitação anual é de cerca de 1.250 mm.

O manejo do rebanho consistiu em manutenção de machos e fêmeas em piquetes separados, com acesso a abrigos cobertos. A época do acasalamento as fêmeas foram levadas ao piquete dos machos, sendo, após o acasalamento, levadas a outro piquete para confirmação de gestação. As fêmeas gestantes foram mantidas em piquetes de gestação, até de cin-

TABELA 1. Estimativas de coeficiente de herdabilidade para tamanho e peso de leitegada, obtidos por regressão filha-mãe (método a), correlação entre meios-irmãos paternos (método b), herdabilidade realizada (método c), ou outros métodos (d).

Autor	Método	Raça	Herdabi- lidade	Erro- -padrão
Tamanho de leitegada ao nascimento				
Noland et al. (1966)	b	Pol. China	0,11	0,23
Urban et al. (1966)	a	Várias	0,09	0,04
Louca & Robison (1967)	a	Duroc e Large White	0,05	0,20
Shelby (1967)	b	Duroc	0,31	
Legault (1970a)	a	Large White	0,22	
Legault (1970b)	a	Large White	0,107	0,034
Legault (1970b)	b	Large White	0,066	0,024
Strang & King (1970)	a	Large White	0,07	0,02
Edwards & Omtvedt (1971)	a	Várias	0,01	0,14
Revelle & Robison (1973)	a	Várias	0,13	0,06
Irvin (1975)	b	Várias	0,20	
Schlindwein (1975)	b	Duroc	-0,03	
Chantsavang (1977)	-	Large White	0,54	
Schlindwein (1977)	b	Duroc	0,228	0,115
Bolet & Felgines (1983)	-	Large White	0,09	0,02
Vidovic (1982)	-	Landrace	0,07	0,03
Vidovic (1982)	-	Várias	0,10	0,03
Lobke et al. (1983)	-	Landrace	0,13	0,08
Avalos (1985)	a	Landrace e Large White	0,10	0,03
Avalos (1985)	b	Idem	0,08	0,06
Avalos (1985)	d	Idem	0,10	0,03
Johansson & Kennedy (1985)	-	Landrace	0,11	0,02
Idem	-	Large White	0,10	0,03
Vangen (1986)	-	Várias	0,07	0,01
Dufek & Bugita (1987)	-	-	0,15	0,02
Roy et al. (1987)	c	Large White	0,14	0,05
Peso de leitegada ao nascimento				
Edwards & Omtvedt (1971)	a	Várias	0,27	0,15
Irvin (1975)	b	Várias	0,54	
Chantsavang (1977)	-	Large White	0,77	0,151
Schlindwein (1977)	b	Duroc	0,464	
Tamanho de leitegada aos 21 dias de idade				
Legault (1970b)	b	Large White	0,01	0,021
Strang & King (1970)	a	Large White	0,07	0,02
Irvin (1975)	b	Várias	0,28	
Schlindwein (1977)	b	Duroc	0,348	0,137
Peso de leitegada aos 21 dias de idade				
Strang & King (1970)	a	Large White	0,08	0,02
Edwards & Omtvedt (1971)	a	Várias	0,24	0,22

TABELA 1. Continuação.

Autor	Método	Raça	Herdabilidade	Erro-padrão
Irvin (1975)	b	Várias	0,17	
Sch lindwein (1977)	b	Duroc	0,396	0,146
Tamanho de leitegada à desmama				
Noland et al. (1966)	b	Pol. China	0,21	0,24
Urban et al. (1966)	a	Várias	0,13	0,05
Louca & Robison (1967)	a	Duroc e Large White	0,19	0,20
Shelby (1967)	b	Duroc	0,17	
Legault (1970a)	a	Large White	0,22	
Legault (1970b)	a	Large White	0,08	0,037
Legault (1970b)	b	Large White	0,012	0,021
Strang & King (1970)	a	Large White	0,09	0,03
Edwards & Omtvedt (1971)	a	Várias	0,24	0,15
Irvin (1975)	b	Várias	0,30	
Sch lindwein (1977)	b	Duroc	0,356	0,139
Dufek & Bugita (1987)	-	-	0,11	0,02
Roy et al. (1987)	c	Large White	0,10	0,05
Peso de leitegada à desmama				
Noland et al. (1966)	b	Pol. China	0,62	0,25
Urban et al. (1966)	a	Várias	0,19	0,05
Shelby (1967)	b	Large White	0,19	
Legault (1970b)	a	Large White	0,054	0,052
Legault (1970b)	b	Large White	0,032	0,021
Strang & King (1970)	a	Várias	0,03	0,02
Edwards & Omtvedt (1971)	a	Várias	0,29	0,16
Irvin (1975)	b	Large White	0,15	
Chantsavang (1977)	-	Duroc	0,19	
Sch lindwein (1977)	b		0,716	0,190

co a sete dias antes do parto, quando foram levadas para maternidades com gaiolas metálicas. Cerca de quatorze dias após o parto, as fêmeas e suas leitegadas foram levadas para creches coletivas (para duas ou três fêmeas com suas ninhadas), onde permaneceriam até a desmama. A desmama ocorreu aos 42 dias de idade entre 1976 e 1979, e de 32 a 35 dias entre 1979 e 1980. Os machos não eram castrados antes da primeira seleção para reprodutores, que ocorria ao redor dos 90 dias de idade. A alimentação do rebanho consistia em administração controlada de rações balanceadas, apropriadas às diferentes fases dos animais.

Os dados colhidos foram codificados e processados no Centro de Computação Eletrônica da

GEMAC - Genética, Matemática e Computação, do Departamento de Genética e Matemática Aplicada à Biologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da USP. As análises se processaram em torno das seguintes características:

NM = número de natimortos (assim considerados os leitões nascidos já mortos, uma vez que os partos eram assistidos).

TL₀ = tamanho de leitegada ao nascimento (leitões vivos).

PL₀ = peso de leitegada ao nascimento (leitões vivos).

TL₂₁ = tamanho da leitegada aos 21 dias de idade.

TABELA 2. Estimativas dos coeficientes de correlação genéticas, fenotípicas e ambientais entre os tamanhos de leitegadas (TL) e pesos de leitegadas (PL) ao nascimento (0), 21 dias de idade (21) e desmama (d).

Referência	Raça	TL _{0,21}	TL _{0,d}	TL _{21,d}	TL _{0,PL₀}	TL _{21,PL₂₁}	TL _{d,PL_d}	TL _{0,PL_d}	TL _{21,PL_d}	TL _{d,PL_d}
Correlações genéticas										
Louca & Robison (1967)	Large White	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Legault (1970a)	Large White	0,47	0,67	1,4	-	-	0,96	0,86	1,24	-
Strang & King (1970)	Large White	0,9	0,9	1,0	-	0,8	0,3	0,5	0,3	0,9
Chantsavang (1977)	Large White	alta	alta	-	-	-	-	-	-	-
Schлиндwein (1977)	Duroc	0,06	0,14	1,0	0,96	0,98	0,85	0,86	-	-
Correlações ambientais										
Schлиндwein (1977)	Duroc	0,83	0,80	0,93	0,91	0,80	0,80	-	-	-
Correlações fenotípicas										
Shelby (1967)	Duroc	-	0,49	-	-	-	0,81	0,37	-	-
Legault (1970b)	Large White	-	0,63	-	-	-	0,86	0,51	-	-
Legault (1970a)	Large White	0,67	0,63	0,94	-	-	0,86	0,51	0,79	-
Strang & King (1970)	Large White	0,7	0,7	1,0	0,8	0,78	0,4	0,2	0,4	0,8
Edwards & Omtvedt (1971)	Cruzamentos	0,81	0,73	0,99	0,89	0,78	0,91	0,64	0,84	0,77
Chantsavang	Large White	alta	-	-	-	-	-	-	-	-
Schлиндwein (1977)	Duroc	0,75	0,7	0,96	0,91	0,87	0,81	-	-	-

PL₂₁ = peso de leitegada aos 21 dias de idade.

TL_d = tamanho da leitegada ao desmame, ajustado para 35 dias de idade.

PL_d = peso da leitegada à desmama, ajustado para 35 dias de idade.

Foram consideradas fontes não genéticas de variação, o ano de nascimento (de 1976 a 1980), a época de nascimento (correspondente aos quatro trimestres civis do ano), a ordem do parto (variando de 1 a 9) e a interação entre ano e época de nascimento. Após análise preliminar dos dados, descartaram-se as fontes de variação ano de nascimento e sua interação com a época.

As estimativas dos efeitos das fontes não genéticas de variação e os componentes de variância foram obtidos por quadrados mínimos (Harvey 1976), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = u + C_i + F_j + E_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = variável dependente observada na k-ésima leitegada;

C_i = efeito do i-ésimo cachaço (aleatório);

F_j = conjunto dos efeitos fixos época de nascimento e ordem do parto (estudada em seus efeitos lineares, cúbicos, quárticos, quánticos e residuais, através de partição polinomial dos graus de liberdade).

E_{ijk} = erro aleatório inerente a cada observação, NID (0, σ²).

Os coeficientes de herdabilidade foram estimados utilizando-se os componentes de variância paternos e residuais, obtidos das análises de variância, e o seu erro-padrão foi calculado segundo Swiger et al. (1964). As correlações genéticas, fenotípicas e ambientais foram calculadas de modo similar, a partir dos componentes paternos e residuais das análises de covariância, segundo Becker (1984), e seus erros-padrão estimados segundo Tallis (1959).

O ganho genético correlacionado, ou eficiência relativa da seleção indireta sobre a direta, foi calculado segundo Turner & Young (1969):

$$\frac{GG(Y/X)}{GG(X/X)} = rG(h_x^2 / h_y^2)^{1/2}, \text{ onde:}$$

GG (Y/X) = ganho genético correlacionado na ca-

racterística Y, quando se seleciona a característica X;

GG (X/X) = ganho genético na característica Y, quando selecionada diretamente;

rG = correlação genética entre as características X e Y;

h_x^2 = herdabilidade da característica X;

h_y^2 = herdabilidade da característica Y.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, corrigidas por quadrados mínimos, das características analisadas, em função das variáveis independentes, são apresentadas na Tabela 3, enquanto os resultados das análises de variância mostram-se na Tabela 4. Os componentes de variância paternos e residuais, estimativas do coeficiente de herdabilidade e erros-padrão aparecem na Tabela 5.

A análise conjunta das Tabelas 1 e 5, com a finalidade de compararem-se os presentes resultados com os observados na literatura, mostra a grande disparidade dos valores do coeficiente de herdabilidade para as características, segundo os diferentes autores e rebanhos. Este coeficiente é uma relação entre variâncias devidas a genes de efeito aditivo (variância aditiva) e fenotípica, que inclui variância genotípica e ambiental. Assim, estimativas obtidas em diferentes rebanhos, com composições genéticas diferentes e criados em diferentes ambientes, não são realmente comparáveis. As estimativas aqui obtidas, o foram pelo método de correlação entre meios-irmãos paternos, o que, teoricamente, garante a ausência de efeitos maternos, levando a estimativas menores que aquelas obtidas por regressão filha-mãe. Além disto, uma das pressuposições

TABELA 3. Médias, corrigidas por quadrados mínimos, do número de natimortos (NM), tamanho e peso de leitegadas (TL e PL) ao nascimento (0), 21 dias de idade (21) e desmama (d), segundo o ano e época do nascimento e ordem do parto.

Var. independente	N	NM	TL ₀	PL ₀	TL ₂₁	PL ₂₁	TL _d	PL _d
Ano de nascimento								
1976	43	0,91	10,27	17,39	9,19	42,55	9,27	144,29
1977	91	1,16	10,07	16,37	8,96	40,93	8,43	100,04
1978	183	0,94	10,38	17,08	8,89	42,14	8,52	93,51
1979	248	0,96	9,88	14,99	8,23	42,63	8,02	85,66
1980	236	0,91	10,14	14,31	8,48	44,60	8,27	67,68
Época de nascimento								
1	168	1,18	10,40	16,59	8,80	39,53	8,63	105,34
2	168	0,62	10,43	16,15	9,11	45,82	8,84	103,43
3	294	0,90	10,22	16,29	9,06	45,68	8,82	97,14
4	171	1,21	9,54	15,07	8,03	39,36	7,73	87,66
Ordem do parto								
1	255	0,8	9,28	14,22	8,25	39,45	8,00	91,07
2	180	0,66	10,53	17,18	9,55	49,37	9,30	108,29
3	136	0,87	10,83	17,77	9,50	49,60	9,25	110,09
4	92	1,17	11,16	17,71	9,53	48,73	9,46	110,51
5	72	1,44	10,27	16,75	8,67	43,99	8,55	99,63
6	37	1,06	10,53	16,71	8,78	43,52	8,53	99,89
7	17	1,17	10,03	15,70	8,12	37,79	7,79	96,94
8	8	1,22	10,25	16,42	8,92	41,42	8,98	94,01
9	4	0,43	8,43	11,79	7,43	29,27	6,68	75,12

TABELA 4. Valores de F, extraídos das análises de variância por quadrados mínimos do número de natimortos (NM), tamanho (TL) e peso de leitegadas (PL) ao nascimento (0), 21 dias de idade (21) e desmama (d) e respectivos quadrados médios dos resíduos para porcas Large White.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Característica						
		NM	TL ₀	PL ₀	TL ₂₁	PL ₂₁	TL _d	PL _d
Ano de nascimento	4	0,23	0,55	4,54*	0,84	0,46	0,72	11,73*
Época do ano	3	4,71*	2,15	2,14	3,81*	6,49*	4,31*	4,99*
Ordem do parto	8	2,76*	4,69*	8,84*	3,62*	8,22*	4,18*	5,26*
Efeito linear	1	8,87*	5,85*	8,71*	0,16	0,06	0,27	0,94
Efeito quadrático	1	1,42	23,79*	47,31*	16,33*	44,83*	20,13*	28,86*
Efeito cúbico	1	6,58*	3,80	8,54*	8,27*	14,07*	7,10*	7,70*
Efeito quártico	1	2,37	1,28	4,72*	2,10	4,39*	1,84	2,98
Efeito quántico	1	0,56	0,49	0,23	0,04	0,00	0,21	0,23
Efeito residual	3	0,76	0,77	0,41	0,76	0,79	1,29	0,46
Pai	23	1,38	1,06	1,13	1,06	1,07	0,97	0,87
Interação Ano x Época	12	2,44*	2,03*	2,75*	1,25	1,66	1,27	1,69
Resíduo (Quad. Médio)	750	1,50	7,14	17,32	7,08	192,37	6,84	954,31

* Efeito estatisticamente significativo ao nível de 0,05.

TABELA 5. Componentes de variância de cação (σ_s^2) e de resíduo (σ_E^2), estimativas do coeficiente de herdabilidade e respectivos erros-padrão do número de natimortos (NM), tamanho (TL) e pesos de leitegada (PL) ao nascimento (0), 21 dias de idade (21) e desmama (d) para porcas Large White.

Característica	σ_s^2	σ_E^2	h^2	Erro-padrão de h^2
NM	0,214	1,544	0,487	0,153
TL ₀	0,381	7,285	0,199	0,089
PL ₀	0,588	18,224	0,125	0,070
TL ₂₁	0,095	7,117	0,053	0,052
PL ₂₁	4,939	193,989	0,099	0,064
TL _d	0,099	6,862	0,057	0,053
PL _d	51,033	1019,382	0,191	0,087

do modelo é o acasalamento ao acaso e ausência de endogamia, o que pode não ser verdadeiro, especialmente com animais desta raça, criados no Brasil a partir de matrizes e reprodutores importados. De qualquer modo, a análise das estimativas e seus erros-padrão mostram que os modelos matemáticos utilizados foram adequados. Com exceção da herdabilidade da característica número de natimortos, que pode ser considerada média, todas as outras são baixas, indicando pequena participação de genes de efeito aditivo na determinação das características. Estas estimativas indicam ainda que a eficiência da seleção, se aplicada a estes atributos, deverá ser pequena. Isto é esperado, uma vez que os efeitos maternos sobre as características analisadas é reconhecidamente grande.

A estimativa obtida para número de natimortos é média, indicando que se as fêmeas forem selecionadas contra esta característica, o efeito será positivo e significativo, pois quase

metade da expressão do caráter deve-se a genes aditivos. A magnitude desta estimativa não é usual em características de interesse econômico. A baixa eficiência da seleção direta sobre estas características nos leva a indicar outros métodos de seleção para tais tratamentos, como seleção baseada em dados de família ou progênie. Os valores baixos dos coeficientes de herdabilidade indicam ainda que bons resultados podem ser obtidos sobre estes atributos melhorando-se as condições de ambiente tanto das matrizes quanto de suas crias. Nestes casos, deve ser indicada como método de melhoramento a utilização de cruzamentos, explorando-se a heterose.

A Tabela 6 apresenta as estimativas de correlações genéticas, fenotípicas e ambientais entre as características estudadas. A análise desta tabela não mostra de modo geral, associações que sejam desfavoráveis a um programa de seleção conjunta de características, ou então, não indicam respostas desinteressantes correlacionadas à seleção. A única associação surpreendentemente negativa foi entre o peso

da leitegada à desmama com todos os tamanhos de leitegada.

Pode-se verificar a ocorrência de coeficientes de correlação maiores que a unidade, o que indica uma certa inadequação do modelo matemático ou um número de dados inadequado, apesar de eles terem se mostrado adequados para a estimação da herdabilidade. No entanto, tais estimativas aparecem entre características que são logicamente associadas, tais como tamanho e peso de leitegada aos 21 dias de idade, tamanho de leitegada aos 21 dias e desmama e peso de leitegada aos 21 dias, e tamanho de leitegada à desmama.

As estimativas de correlações genéticas entre o número de natimortos e as outras características são muito favoráveis à seleção, uma vez que o efeito da seleção sobre o número de natimortos é grande, sendo pequeno sobre os outros atributos, mas ao se selecionar contra o número de natimortos, existem correlações genéticas altas e negativas sobre as demais, levando a um ganho genético correlacionado. O único problema é a correta definição de nati-

TABELA 6. Estimativas de coeficientes de correlação genética, fenotípica e ambiental entre número de natimortos (NM), tamanho (TL) e pesos de leitegada (PL) ao nascimento (0), 21 dias de idade (21) e desmama (d) para porcas Large White.

Característica	NM	TL ₀	PL ₀	TL ₂₁	PL ₂₁	TL _d	PL _d
NM		-0,967	-0,540	-0,995	-1,038	-1,026	0,498
TL ₀	-0,206	0,168	0,297	0,458	0,275	0,432	0,265
PL ₀	0,148		0,145	0,808	0,917	0,867	-0,550
TL ₂₁	-0,189	0,811	0,369	0,196	0,132	0,171	0,238
PL ₂₁	-0,083	0,941		0,088	0,134	0,032	0,490
TL _d	-0,217	0,818	0,769	0,570	0,441	0,572	0,274
PL _d	-0,083	0,844	0,837		1,028	1,019	-0,512
	-0,256	0,660	0,691	0,866	0,099	0,023	0,034
	-0,040	0,625	0,762	0,857		1,055	-0,718
	-0,240	0,794	0,757	0,976	0,865	0,093	0,196
	-0,098	0,807	0,830	0,973	0,853		-0,613
	-0,197	0,541	0,676	0,739	0,734	0,765	0,283
	-0,541	0,805	0,714	0,902	0,976	0,950	

Acima da diagonal - correlações genéticas (acima) e erros-padrão (abaixo).

Abaixo da diagonal - correlações fenotípicas (acima) e ambientais (abaixo).

mortos. Para tal, todos os partos devem ser assistidos, para que a natimortalidade não seja confundida com mortalidade perinatal, já que torna-se difícil, através do trato diário do rebanho, diagnosticar se o leitão morreu antes ou depois do parto.

A utilização conjunta dos valores dos parâmetros genéticos estimados leva a cálculos de eficiência de resposta correlacionada à seleção, quando se seleciona diretamente para uma delas. Valores maiores que a unidade indicam que a resposta é maior na característica correlacionada. Já valores menores que a unidade indicam que a eficiência da seleção direta é maior. Esta análise pode ser apreciada na Tabela 7. Os dados mostram a importância de seleção contra o número de natimortos, já que mostra os melhores efeitos correlacionados sobre os outros atributos, em sentido contrário, pois esta foi a característica de maior herdabilidade. Esta observação não invalida, no entanto, a seleção direta para tamanho de leitegada ao nascer, que é usual em programas de seleção (Haley et al. 1988), uma vez que a correlação é alta e negativa com o número de natimortos.

TABELA 7. Eficiência da resposta indireta à seleção na variável Y, quando se seleciona a variável X, em comparação com a seleção feita diretamente sobre Y.

Variável Y	X	NM	TL ₀	PL ₀	TL ₂₁	PL ₂₁	TL _d	PL _d
NM			-0,62	-0,27	-0,33	-0,45	-0,34	0,62
TL ₀	-1,51			0,11	0,42	0,65	0,46	-0,54
PL ₀	-1,07	0,18			0,06	0,12	0,02	0,61
TL ₂₁	-3,02	1,57	0,14			1,37	1,04	-0,97
PL ₂₁	-2,28	1,30	0,15	0,75			0,76	-1,00
TL _d	-3,00	1,62	0,05	0,98	1,32			-1,12
PL _d	0,80	-0,56	0,40	-0,27	-0,52	-0,33		

NM = Número de natimortos

TL e PL = Tamanho e peso de leitegada

0, 21 e d = Nascimento, 21 dias de idade e desmama

CONCLUSÕES

1. As estimativas do coeficiente de herdabilidade das características tamanho e peso de leitegadas ao nascimento, 21 dias de idade e desmama, são pequenas, indicando pequenos ganhos em processos seletivos.

2. A estimativa de coeficiente de herdabilidade do número de natimortos é relativamente alta, o que mostra que a seleção pode ser eficiente; ela também traz importantes respostas correlacionadas com as demais características observáveis ao nascimento. A seleção contra o número de natimortos constitui-se, neste rebanho, na melhor opção para o melhoramento da produtividade das porcas.

3. As estimativas de correlações obtidas não indicam nenhum antagonismo mais importante entre as características.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Paineira, pela cessão dos dados.

REFERÊNCIAS

- AVALOS, E. **Estimation of genetic parameters and response in selection for litter size in pigs.** Edinburgh, UK: University of Edinburgh, 1985. Tese de Doutorado.
- BECKER, W.A. **Manual of procedures in quantitative genetics.** 4. ed. Pullmann, Washington: Academic Enterprises, 1984.
- BOLET, G.; FELGINES, C. Heritabilité de la prolificité, correlations phenotypiques et génétiques entre les quatre première portées chez les truies de race Large White. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION, 34., 1983, Madrid, Spain. **Proceedings.** Madrid: European Association of Animal Production, 1983. v.1, p.14-15.
- CHANTSAVANG, S. **Genetic parameters and inbreeding effects for preweaning traits in swine.** Ohio: Ohio State University, 1977. Ph.D. Thesis.

- DUFEK, J.; BUGITA, S. Biometric analysis of the production and reproduction characteristics of pigs kept in the elite herds in the Czech Socialist Republic and the determination of selection indices. **Scientia Agriculturae Bohemoslovaca**, v.19, n.3, p.179-190, 1987.
- EDWARDS, R.L.; OMTVEDT, I.T. Genetic analysis of a swine control population. II. Estimates of population parameters. **Journal Animal Science**, v.32, p.185-190, 1971.
- FERRAZ, J.B.S. **Parâmetros genéticos e ambientais de características ligadas à produtividade de porcas Large White e proposição de índices de seleção**. Ribeirão Preto: Fac. Medicina de Ribeirão Preto, USP, 1981. 51p. Tese de Doutorado.
- HALEY, C.S.; AVALOS, E.; SMITH, C. Selection for litter size in the pig. **Animal Breeding Abstracts**, v.56, n.5, p.317-332, 1988.
- HARVEY, W.R. **Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. User's guide for LSMLGP76**. [S.l.]: USDA, 1976. 76p.
- IRVIN, K.M. **Genetic parameters and selection indexes for sow productivity**. Ohio: Ohio State University, 1975. Ph.D. Thesis.
- JOHANSSON, K.; KENNEDY, B.W. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in pigs. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.35, p.421-431, 1985.
- LEGAULT, C. Étude statistique et génétique des performances d'élevage des truies de race Large White. II. Effect direct du verroat, héritabilité, répétabilité, correlations. **Aim. Génét. Sél. Anim.**, v.2, n.2, p.209-227, 1970a.
- LEGAULT, C. Paramètres génétiques des performances d'élevage des truies de la race Large White. **Journées de la Recherche Porcine en France**, Paris, p.233-240, 1970b.
- LOBKE, A.; WILLEKE, H.; PIRCHNER, F. Genetic parameters for reproductive traits estimated by different methods in German. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION, 34., 1983, Madrid, Spain. **Proceedings**. Madrid: European Association of Animal Production, 1983. v.1, p.3.
- LOUCA, A.; ROBISON, O.W. Components of variance and covariance in purebred and crossbred swine. **Journal of Animal Science**, v.26, p.267-273, 1967.
- NOLAND, P.R.; BROWN, C.J.; GIFFORD, W. Heritability of and genetic correlations among certain productivity traits in an inbred line of Poland China swine. **Bull. Ark. Agric. Exp. Stn.**, v.706, p.19, 1966.
- REVELLE, T.J.; ROBISON, O.W. An explanation to the low heritability of litter size in swine. **Journal of Animal Science**, v.37, n.3, p.668-675, 1973.
- ROY, P. Le; LEGAULT, C.; GRUAND, J.; OLLIVIER, L. Realized Heritability of litter size in selection for hiperprolific sows. **Génétique, Sélection, Évolution**, v.19, n.3, p.351-364, 1987.
- SCHLINDWEIN, A.P. **Análise genética de desempenho produtivo de suínos Duroc no período de aleitamento**. Ribeirão Preto: Fac. Medicina de Ribeirão Preto, USP, 1977. 121p. Tese de Doutorado.
- SCHLINDWEIN, A.P. **Fontes de variação de número e peso de leitões Duroc ao nascimento**. Belo Horizonte: Esc. Vet. UFMG, 1975. Tese de Mestrado.
- SHELBY, C.E. Genetic aspects of the production registry program. **Journal of Animal Science**, v.26, p.5-9, 1967.
- SMITH, C.; DICKERSON, G.E.; TESS, M.W.; BENNETT, G.L. Expected relative responses to selection for alternative measures of life cycle economic efficiency of pork products. **Journal of Animal Science**, v.56, p.1306-1314, 1983.
- STRANG, G.S.; KING, J.W.B. Litter productivity in Large White pigs. II. Heritability and repeatability estimates. **Animal Production**, v.12, p.235-243, 1970.
- SWIGER, L.A.; HARVEY, W.R.; EVERSON, D.O.; GREGORY, K.E. The variance of intraclass correlation involving groups with one observation. **Biometrics**, v.20, p.818-826, 1964.
- TALLIS, G.M. Sampling error of genetic correlation coefficients from analysis of variance and covariance. **Australian Journal of Statistics**, v.1, p.35-43, 1959.

- TURNER, H.N.; YOUNG, S.S.Y. **Quantitative genetics in sheep breeding**. Ithaca: Cornell University Press, 1969. 332p.
- URBAN, W.E.; SHELBY, C.E.; CHAPMAN, A.B.M.; WHATLEY JUNIOR, J.A.; GARWOOD, V.A. Genetic and environmental aspects of litter size in swine. **Journal of Animal Science**, v.25, p.1148-1153, 1966.
- VANGEN, O. Genetic control of reproduction in pigs from parturition to puberty. In: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 3., 1986, Lincoln, USA. **Proceedings**. Lincoln: University of Nebraska, 1986. v.11, p.168-179.
- VIDOVIC, V. Estimation of genetic parameters for reproductive performance of purebred and crossbred sows. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 1982, Madrid, Spain. **Proceedings**. Madrid: Editorial Garsi, 1982. v.7, p.288-292.