

REPETIBILIDADE DE CARACTERÍSTICAS DE LEITEGADA DO NASCIMENTO AO DESMAME NA RAÇA LARGE WHITE¹

JOSÉ BENTO STERMAN FERRAZ² e FRANCISCO A. DE MOURA DUARTE³

RESUMO - Foram estudados os dados de 801 partos de 255 fêmeas Large White, acasaladas com 25 reprodutores em região subtropical, com a finalidade de se determinarem coeficientes de repetibilidade do número de natimortos, tamanho e peso de leitegada ao nascimento, 21 dias de idade e desmama. Foram encontrados, respectivamente os valores $0,143 \pm 0,038$; $0,241 \pm 0,039$; $0,278 \pm 0,039$; $0,239 \pm 0,039$; $0,268 \pm 0,039$; $0,241 \pm 0,039$ e $0,163 \pm 0,038$. Foram estudados os efeitos destes coeficientes no aumento da acurácia do preditor de valor genético aditivo e as eficiências relativas de seleção quando se esperam mais partos, em comparação com a seleção ao primeiro parto. Concluiu-se que o primeiro parto não é um bom indicador das produções futuras e que a escolha de mães das futuras matrizes só deve ocorrer após o terceiro parto, pela maior acurácia do preditor e maior eficiência relativa de seleção.

Termos para indexação: produtividade de porcas, melhoramento de suínos, predição de valor genético.

REPEATABILITY OF LITTER CHARACTERISTICS FROM BIRTH TO WEANING IN THE LARGE WHITE BREED

ABSTRACT - Data from 801 births of 255 Large White sows, mated to 25 boars under subtropical conditions were analysed to estimate repeatability. Estimated values were 0.143 ± 0.038 for number of stillborn, 0.241 ± 0.039 for litter size at birth, 0.278 ± 0.039 for litter weight at birth, 0.239 ± 0.039 for litter size at 21 days of age, 0.268 ± 0.039 for litter weight at 21 days, 0.241 ± 0.039 for litter size at weaning and 0.163 ± 0.038 for litter weight at weaning. The effects of these values on the accuracy of the breeding value predictor and on the relative efficiency of selection based on "n" numbers of litters per sow compared to that of the first litter are studied. The mainly conclusion is that the first litter is not a good prediction of the following litters and the choice of mothers of future sows must be made only after the third litter, in order to improve the efficiency and accuracy of selection.

Index terms: sow productivity, pig improvement, breeding value prediction.

INTRODUÇÃO

A suinocultura tem-se mostrado, dentre as atividades ligadas à agropecuária, uma boa opção não só para as grandes empresas, mas também para pequenos proprietários, que precisam aumentar o faturamento global de suas propriedades.

É notória a associação da moderna suinocultura com a indústria de carnes, uma vez que

significativa parte da carcaça de um suíno é melhor aproveitada pela indústria de transformação, dada sua alta porcentagem de gordura, do que pelo consumo *in natura*. Assim, a suinocultura brasileira tem-se desenvolvido ao redor das regiões onde estão os grandes frigoríficos, adotando tecnologias que condicionam bom nível zootécnico.

Em face dos altos custos de introdução, manutenção e alimentação da moderna suinocultura, a produção dos animais deve ser também compatível com os melhores padrões internacionais e com o retorno econômico esperado. Este retorno econômico é função de fatores ligados ao ambiente e ao genótipo dos animais, isto é, depende do desempenho do

¹ Aceito para publicação em 20 de dezembro de 1990

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

³ Biólogo, Prof.-Tit., Dep. de Genética e Matemática Aplic. à Biol., Fac. de Med., Ribeirão Preto, da USP.

rebanho no que tange à produção das matrizes (produtividade das porcas), do crescimento dos animais (taxa de crescimento, conversão alimentar, etc.) e da qualidade da carcaça dos animais.

A produtividade de porcas está vinculada a um complexo de fatores que envolvem a fertilidade, a prolificidade, a capacidade leiteira, a habilidade materna, além de outras variáveis, e pode ser avaliada pelo estudo do comportamento das leitegadas, quer em tamanho, quer em peso, na fase compreendida do nascimento à desmama (Ferraz 1981).

As porcas apresentam certas características que podem ser medidas repetidas vezes durante suas vidas. As diferenças entre os desempenhos de um mesmo animal não podem ser de origem genética, uma vez que o patrimônio genético do animal é "imutável". Assim, tais diferenças são devidas às variações ambientais, decorrentes de mudanças de clima, alimentação, manejo, doenças, etc. A variância entre os indivíduos mede as diferenças permanentes entre eles, e se deve tanto ao patrimônio genético quanto às influências permanentes de ambiente sobre os animais, as quais perduram por toda a vida (manejo, alimentação, doenças na infância ou na fase de crescimento, problemas reprodutivos permanentes, perda de tétos, etc.).

A relação variâncias entre medidas de uma matriz e variância total nos dá o coeficiente de repetibilidade, que é um conceito populacional que mostra a correlação média entre as várias medidas repetidas dos indivíduos. Tal coeficiente é de suma importância no melhoramento genético, particularmente quando se estuda a produtividade de porcas, pois: 1) mostra como a característica se repete ao longo da vida do animal; 2) é importante no delineamento de experimentos, para saber se o efeito é do tratamento ou da repetibilidade; 3) estima a capacidade mais provável de produção (CMPP); 4) auxilia na decisão do momento de descarte do animal do rebanho; 5) auxilia no estudo de critérios de seleção baseados em uma ou mais observações de um indivíduo, determinando o aumento de acurácia da correlação entre o

valor genético real e o estimado; 6) estabelece o limite do coeficiente de herdabilidade; 7) auxilia no cálculo do ganho de eficiência de seleção baseada em várias observações de um indivíduo, em comparação com a seleção baseada em apenas uma observação.

A literatura mostra uma série de estimativas do coeficiente de repetibilidade de características ligadas à produtividade de porcas, conforme pode ser visto na Tabela 1. Como se pode concluir pela análise desta tabela, os valores estimados são pequenos, mostrando a grande importância dos fatores de ambiente temporário sobre as características.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar o coeficiente de repetibilidade do número de natimortos, tamanho e peso de leitegadas ao nascimento, 21 dias de idade, e desmama, de porcas Large White, uma das raças de maior expressão em nosso meio, bem como seus efeitos na acurácia do preditor de valor genético aditivo e na eficiência relativa de seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho referem-se a 801 partos de 255 fêmeas suínas da raça Large White, acasaladas com 25 cachos, ocorridos 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 pluvial anual da região se situa ao redor de 1.250 mm.

O manejo do rebanho consistiu em manutenção de machos e fêmeas em piquetes separados, com acesso a abrigos cobertos. Quando do acasalamento, as fêmeas eram levadas ao piquete dos machos, de onde seguiam para um piquete de fêmeas vazias até os 28 dias, para confirmação de gestação. Seguiu-se a manutenção das gestantes em piquetes de gestação, até cinco a sete dias antes do parto, quando eram levadas para maternidades com gaiolas metálicas. Cerca de 14 dias após o parto, as fêmeas e suas leitegadas eram levadas para creches coletivas (para duas ou três fêmeas com suas ninhadas), onde permaneciam até a desmama, que ocorreu aos 42 dias de ida-

TABELA 1. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para tamanho e peso de leitegada ao nascimento, aos 21 dias de idade e desmama, segundo a literatura.

Referência	Raça	Repetibilidade	Erro-padrão
Tamanho de leitegada ao nascimento			
Abarca (1963)	Cruzamentos	0,03	
Ferrari & Rognoni (1965)	Large White	0,114	
Ferrari & Rognoni (1965)	Landrace	0,09	
Urban et al. (1966)	Várias	0,17	0,03
Shelby (1967)	Duroc	0,25	0,05
Legault (1970a)	Large White	0,145	0,01
Strang & King (1970)	Large White	0,150	
Kennedy & Moxley (1974)	Várias	0,147	
Legault et al. (1977)	Large White	0,153	0,05
Sch lindwein (1977)	Duroc	0,260	0,05
Jelec et al. (1982)	Landrace	0,14	0,04
Lou & Zhang (1982)	S. Yunnan	0,05	
Lobke et al. (1983)	Landrace	0,05 a 0,13	
Molenaar et al. (1983)	Large White	0,19 a 0,28	
Pantoja Neira (1984)	—	0,120	0,02
Benevides Filho et al. (1985)	Piau	0,28	
Ademambo (1986)	Várias	0,150	
Krauze et al. (1986)	—	0,140	
Schlegel & Gleis (1986)	—	0,50 a 0,52	
Korotkov (1987)	Large White	0,570	
Peso de leitegada ao nascimento			
Sch lindwein (1977)	Duroc	0,31	0,05
Benevides Filho et al. (1985)	Piau	0,36	
Tamanho de leitegada aos 21 dias de idade			
Legault (1970b)	Large White	0,112	0,01
Strang & King (1970)	Large White	0,14	
Sch lindwein (1977)	Duroc	0,29	0,05
Korotkov (1987)	Large White	0,46	
Peso de leitegada aos 21 dias de idade			
Abarca (1963)	Cruzamentos	0,03	
Strang & King (1970)	Large White	0,14	
Sch lindwein (1977)	Duroc	0,30	0,05
Tamanho de leitegada à desmama			
Abarca (1963)	Cruzamentos	0,05	
Ferrari & Rognoni (1965)	Large White	0,391	
Urban et al. (1966)	Várias	0,06	0,03
Shelby (1967)	Duroc	0,16	0,03
Legault (1970b)	Large White	0,105	0,009
Strang & King (1970)	Large White	0,140	
Legault et al. (1977)	Large White	0,139	
Sch lindwein (1977)	Duroc	0,270	0,05
Jelec et al. (1982)	Landrace	0,11	0,04
Lou & Zhang (1982)	S. Yunnan	0,20	
Benevides Filho et al. (1985)	Piau	0,36	
Korotkov (1987)	Large White	0,510	

TABELA 1. Continuação.

Referência	Raça	Repetibilidade	Erro-padrão
Peso de leitegada à desmama			
Abarca (1963)	Cruzamentos	0,07	
Urban et al. (1966)	Várias	0,05	0,03
Shelby (1967)	Duroc	0,07	0,01
Legault (1970b)	Large White	0,094	0,01
Strang & King (1970)	Large White	0,04	
Schindwein (1977)	Duroc	0,23	0,05
Benevides Filho et al. (1985)	Piau	0,39	

de entre 1976 e 1979 e entre 32 e 35 dias de idade entre 1979 e 1980. Os machos não eram castrados antes da primeira seleção para reprodutores, que ocorreu ao redor dos 90 dias de idade. A alimentação do rebanho consistiu em ministração 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 características estudadas foram:

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).

$\tilde{P}L_0$ = peso de leitegada ao nascimento (leitões vivos).

TL₂₁ = tamanho da leitegada aos 21 dias de idade.

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.

Os coeficientes de repetibilidade foram estimados utilizando-se os dados não-ajustados para qualquer efeito de ambiente detectável, analisados pelo método dos quadrados mínimos (Harvey 1976) e segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + M_i + E_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} = j-ésima observação da i-ésima matriz.
u = estimativa de média geral por quadrados mínimos.

M_i = efeito fixo da i-ésima matriz.

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

Após a partição das variâncias observadas, as esperanças dos quadrados médios foram utilizadas para estimação do coeficiente de repetibilidade, segundo a fórmula:

$$r = \frac{\hat{\sigma}_m^2}{\hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_e^2}, \text{ onde:}$$

$\hat{\sigma}_m^2$ = componente de variância residual devida à diferença entre indivíduos;

$\hat{\sigma}_e^2$ = componente de variância de matriz devida às diferenças entre medidas de uma mesma matriz.

Os erros-padrão das estimativas do coeficiente de repetibilidade foram calculados segundo Swiger et al. (1964).

Foi proposto também o cálculo da capacidade mais provável de produção (Lush 1945), como critério de seleção, segundo a fórmula:

$$CMPP = CP = MR + \frac{n \cdot r}{1 + (n-1)r} (MA - MR), \text{ onde:}$$

CP = capacidade provável da próxima produção.

n = número de observações do animal.

r = coeficiente de repetibilidade.

MR = média do rebanho.

MA = média das n observações do animal.

A acurácia do preditor do valor genético aditivo, ou da correlação entre o valor genético estimado e o valor genético real, é dada por Vleck et al. 1987):

$$a = \frac{n \cdot r}{1 + (n-1) r}, \text{ onde:}$$

a = acurácia do preditor do valor genético aditivo.

n = número de observações da fêmea.

r = coeficiente de repetibilidade da característica.

A eficiência da seleção baseada em "n" observações de um mesmo animal em relação à conseguida com apenas uma observação é dada por (Turner & Young 1969):

$$e = \frac{n}{1 + (n-1) r}, \text{ observando-se a mesma notação da fórmula anterior e sendo "e" a eficiência de seleção.}$$

RESULTADOS

A Tabela 2 mostra as médias, desvios-padrão e coeficientes de variação das características estudadas, ao tempo em que a Tabela 3

TABELA 2. Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de características ligadas à produtividade de 255 porcas Large White, criadas em região subtropical.

Característica	Média	Desvio-padrão	Coefficiente de variação
Número de natimortos	0,744	1,328	178,45
Tamanho de leitegada ao nascimento	10,413	2,855	27,41
Peso de leitegada ao nascimento	16,220	4,488	27,67
Tamanho de leitegada aos 21 dias de idade	8,904	2,728	30,64
Peso de leitegada aos 21 dias de idade	45,900	14,869	32,39
Tamanho de leitegada à desmama	8,676	2,689	30,99
Peso de leitegada à desmama	92,396	33,443	36,20

apresenta as estimativas do coeficiente de repetibilidade e respectivos erros-padrão, obtidos para as características estudadas. A magnitude dos erros-padrão das estimativas indica que elas foram obtidas a partir de modelo matemático apropriado, além de o número de observações também ser adequado, pois tais erros-padrão são bem menores que as estimativas, o que demonstra a consistência delas.

A análise conjunta das Tabelas 1 e 3, com a finalidade de compararem-se os valores aqui encontrados com os da literatura, indicam não existirem grandes discrepâncias entre as estimativas aqui obtidas e as observadas por outros autores. De modo geral, os valores observados são baixos, o que indica que as características ligadas à produtividade de porcas não se repetem com precisão. Isto significa que os primeiros partos de uma porca não devem servir de base para critérios de descarte, permanência no rebanho ou seleção.

Como a repetibilidade é o limite máximo da herdabilidade, os valores observados indicam que todas as características analisadas são muito influenciadas pelo ambiente ou por herança não aditiva, não se esperando resultados muito favoráveis em processos seletivos aplicados à produtividade das porcas. Desta forma, a seleção de filhas de matrizes com boa produtividade não deve trazer ganho genético significativo. Por outro lado, melhorando-se as condições de ambiente e explorando-se a hete-

TABELA 3. Estimativas do coeficiente de repetibilidade e respectivos erros-padrão de características ligadas à produtividade de porcas Large White.

Característica	Repetibilidade	Erro-padrão
Número de natimortos	0,143	0,038
Tamanho de leitegada ao nascimento	0,241	0,039
Peso de leitegada ao nascimento	0,278	0,039
Tamanho de leitegada aos 21 dias	0,239	0,039
Peso de leitegada aos 21 dias	0,268	0,039
Tamanho de leitegada à desmama	0,241	0,039
Peso de leitegada à desmama	0,163	0,038

rose advinda dos cruzamentos para produção de matrizes, devem-se conseguir ganhos bastante maiores.

Uma ferramenta que se apresenta como de grande utilidade para as decisões do criador é a previsão da capacidade mais provável de produção. Como as fêmeas são mantidas ou descartadas num plantel, com base em comparações com porcas contemporâneas deste plantel, uma adaptação que pode ser feita na fórmula original de CP é substituir a média do rebanho (MR) pela média das fêmeas contemporâneas, ou seja aquelas que estejam efetivamente em produção no plantel no momento da decisão.

Há que se ressaltar que, como qualquer outro parâmetro genético, o coeficiente de repetibilidade é válido apenas para aquele rebanho ou população onde foi calculado. Para generalizações, indica-se que as associações de criadores de suínos ou órgãos de Governo apliquem a metodologia em todos os rebanhos controlados, buscando, assim, um parâmetro que tenha validade para toda a população de uma região ou até mesmo do País.

A Tabela 4 apresenta a evolução da acurácia do preditor do valor genético aditivo (mérito genético ou "breeding value"), em função

do número de observações por porca. Pela sua análise, pode-se observar que a acurácia do preditor cresce rapidamente quando se passa de uma para três observações por porca, diminuindo o crescimento após a quarta ou quinta observações. De modo geral, analisando-se as sete características simultaneamente, poder-se-á indicar aos melhoristas que a seleção de leitões que se tornarão futuras matrizes deve ser feita após o terceiro ou quarto partos de suas mães, quando a acurácia do preditor do valor genético aditivo, nestas características analisadas, passa de 0,60 em quase todas. No entanto, esta prática elevará o intervalo entre gerações em cerca de 1 ou 1,5 ano, diminuindo o ganho genético anual. De qualquer modo, tal seleção não deve ser feita antes do segundo parto da matriz. A Fig. 1 apresenta graficamente a evolução da acurácia do preditor do "breeding value", em função do número de observações por porca, das características número de natimortos, tamanho de leitegada ao nascimento e pesos de leitegada ao nascimento, 21 dias de idade e desmama. As curvas dos tamanhos de leitegada aos 21 dias de idade e desmama não são representadas, por serem praticamente coincidentes com a desta característica observada ao nascimento.

TABELA 4. Acurácia do preditor de valor genético aditivo (breeding value) em características ligadas à produtividade de porcas Large White, em função do número de partos por porca.

Característica	Número de partos por porca					
	1	2	3	4	5	6
Número de natimortos	0,378	0,500	0,578	0,633	0,674	0,707
TL nascimento	0,491	0,623	0,698	0,748	0,783	0,810
PL nascimento	0,527	0,660	0,732	0,779	0,811	0,835
TL 21 dias de idade	0,489	0,621	0,697	0,746	0,782	0,808
PL 21 dias de idade	0,518	0,650	0,723	0,771	0,804	0,829
TL desmama	0,491	0,623	0,698	0,748	0,783	0,810
PL desmama	0,404	0,529	0,607	0,662	0,702	0,734

TL = tamanho de leitegada

PL = peso de leitegada

A Tabela 5 mostra os valores de eficiência relativa da seleção, com base em “n” observações de uma porca, em comparação com a realizada já após o primeiro parto. Novamente podemos concluir que apenas após o terceiro ou quarto partos de suas mães a seleção das futuras marrãs deve ser feita, pois a eficiência de seleção é cerca de 50 a 60% maior que a realizada no primeiro parto. Há que se lembrar que mesmo observando-se vários partos de uma porca, a eficiência de seleção para caracteres ligados à produtividade de fêmeas será baixa, ao menos neste rebanho. A representação gráfica da evolução da eficiência relativa de seleção é apresentada na Fig. 2, para as ca-

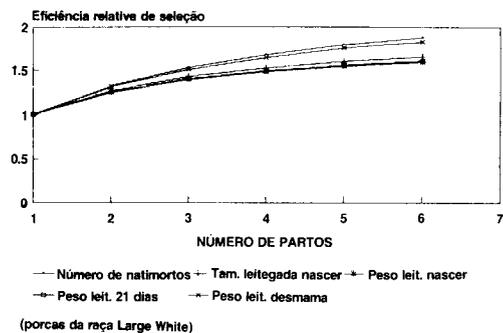


FIG. 2. Eficiência relativa de seleção baseada em “n” partos comparada com seleção ao 1º parto em porcas.

racterísticas número de natimortos, tamanho de leitegada ao nascimento e peso de leitegada ao nascimento, 21 dias de idade e desmama. As curvas de tamanho de leitegada aos 21 dias de idade e desmama são praticamente coincidentes com a de tamanho de leitegada ao nascimento, e não são representadas.

CONCLUSÕES

- Os coeficientes de repetibilidade de características ligadas à produtividade de porcas são baixos, o que indica que as primeiras produções não são boas predições das subseqüentes.
- O efeito de herança não aditiva e de ambiente nestas características é grande.
- A acurácia do preditor do valor genético aditivo cresce quando se observam vários partos de porcas Large White, devendo-se selecionar marrãs apenas após o terceiro ou quarto partos de suas mães.
- A seleção feita após o quarto parto leva a eficiências cerca de 50 a 60% superiores à realizada no primeiro parto.
- O efeito de seleção nas características ligadas à produtividade de porcas deve ser pequeno.

REFERÊNCIAS

ABARCA, V. Herdabilidad del tamaño de la camada al nacimiento y destete en cerdos. *Zooiatria*, v.4, p.87-91, 1963.

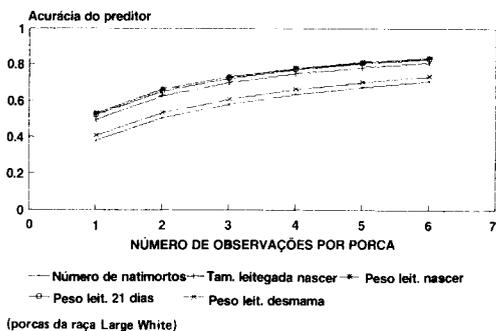


FIG. 1. Acurácia do preditor de valor genético aditivo em função do número de observações em produtividade de porcas.

TABELA 5. Eficiência relativa de seleção baseada em “n” partos, comparada com seleção ao primeiro parto, para atributos ligados à produtividade de porcas Large White.

Característica	Número de partos por porca				
	2	3	4	5	6
Número de natimortos	1,322	1,527	1,673	1,783	1,870
TL nascimento	1,269	1,423	1,524	1,596	1,650
PL nascimento	1,251	1,389	1,477	1,539	1,584
TL 21 dias de idade	1,271	1,425	1,526	1,599	1,653
PL 21 dias de idade	1,256	1,398	1,489	1,553	1,601
TL desmama	1,269	1,423	1,524	1,596	1,650
PL desmama	1,311	1,504	1,639	1,740	1,818

TL = tamanho de leitegada
 PL = peso de leitegada

- ADEMAMBO, O.A. Genetic and environmental effect on litter productivity of exotic and indigenous pure and crossbred pigs in Nigeria. **Bulletin of Animal Health and Production in Africa**, v.34, n.2, p.75-80, 1986.
- BENEVIDES FILHO, I.; SCHLINDWEIN, A.P.; LOBO, R.B. Estudo genético do desempenho de suínos da raça Piau do nascimento à desmama. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.37, n.5, p.497-506, 1985.
- FERRARI, F.; ROGNONI, G. Il comportamento del número dei nati e degli avvezzati in rapporto all'ordine di parto e ripetibilità delle stessi caratteristiche in un allevamento di suine di razza Large White. **Atti della Società Italiana della Scienze Veterinaria**, v.18, p.223-234, 1965.
- 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 Doutorado.
- HARVEY, W.R. **Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. User's guide for LSMLGP76'**. [S.l.]: USDA, 1976. 76p.
- JELEC, S.; SALAKOVIC, K.; SKOPLJAK, A. Repeatability of the number of liveborn and weaned piglets of swedish Landrace at the Visoko farm. **Stocarstvo**, v.36, n.1/2, p.75-80, 1982.
- KENNEDY, B.W.; MOXLEY, J.E. Comparison of different breeding plans for evaluating sires and mating systems in swine. **Canadian Journal of Animal Science**, v.54, n.3, p.265-276, 1974.
- KOROTKOV, V.A. Repeatability of performance traits in Russian Large White and Mirgorod sows of different ages. **Svinovodstvo**, v.43, p.26-28, 1987.
- KRAUZE, J.; RITTER, E.; AREND, H.; DROBIG, M. Juvenile development of sows and its effect on lifetime performance. **Archiv Tierzucht**, v.29, n.4, p.343-352, 1986.
- LEGAULT, C. Étude statistique et génétique des performances d'élevage des truies de race Large White. II. Effect direct du verrat, héritabilité, répétabilité, corrélations. **Annales de Génétique et de Sélection Animale**, 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, 1970b. p.233-240.
- LEGAULT, C.; FELGINES, C.; OWEN, J. Analyse statistique des composants de la productivité numérique des truies de quatre races Françaises. **Journées de la Recherche Porcine en France**, Paris, 1977. p.57-62.
- LOBKE, A.; WILLEKE, H.; PIRCHNER, F. Genetic parameters for reproductive traits estimated by different methods in German Landrace. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION, 34., **Proceedings**. . . Madrid, [s.ed.], 1983. p.114-118.
- LOU, Y.Z.; ZHANG, Y.Y. A study on genetic parameters of several traits in Southern Yunnan Small-Eared pigs. **Hereditas**, China, v.4, n.3, p.11-14, 1982.
- LUSH, J.L. **Animal Breeding Plans**. 3.ed. Ames: Iowa State College Press, 1945.
- MOLENAAR, B.A.J.; STEEM, H.A.; VAN DER, M. Fertility parameters in specialized sow line. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 34., Madrid. **Proceedings**. . . Madrid: [s.n.], 1983. p.114-118.
- PANTOJA NEIRA, O.P. Genetic and phenotypic analysis of litter size at birth in pigs. **Advances en Produccion Animal**, v.9, p.212, 1984.
- SCHLEGEL, W.; GLEI, M. Studies of the influence of gilt performance on subsequent and lifetime performance. **Archiv fur Tierzucht**, v.29, n.3, p.289-296, 1986.
- 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 Doutorado.
- SHELBY, C.E. Genetic aspects of the production registry program. **Journal of Animal Science**, v.26, p.5-9, 1967.

- 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.
- TURNER, H.N.; YOUNG, S.S.Y. **Quantitative Genetics in Sheep Breeding**. Ithaca: Cornell Univ. 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.
- VLECK, L.D. van; POLLAK, E.J.; BRANFORD, OLTENACU, E.A. **Genetics for the Animal Sciences**. New York: W.H. Freeman and Company, 1987. 391p.