

# ÍNDICES DE SELEÇÃO APLICADOS À PRODUTIVIDADE DE PORCAS LARGE WHITE<sup>1</sup>

JOSÉ BENTO STERMAN FERRAZ<sup>2</sup> e FRANCISCO A. DE MOURA DUARTE<sup>3</sup>

**RESUMO** - Dados referentes a 801 partos de 255 porcas Large White, criadas em região subtropical, foram analisados pelo método dos quadrados mínimos para estudar componentes de variância e covariância genética e fenotípica no que se refere a atributos ligados à produtividade de porcas, quais sejam: número de natimortos (NM); tamanho (TL) e peso de leitegada (PL) ao nascimento (0); aos 21 dias de idade (21) e à desmama (d). A combinação desses atributos, da maneira mais aplicável possível, resultou seis diferentes índices de seleção para aumento da produtividade das matrizes. Tais índices apresentaram correlações com o genótipo agregado  $[r(I,H)]$  variando de 0,46 a 1,04. No entanto, as expectativas de ganho genético, aplicando-se intensidade de seleção de um desvio-padrão do índice, apresentaram valores muito superiores à média obtida em experimentos de seleção, não se recomendando sua utilização. Sugere-se a ampliação do estudo, com dados mais abrangentes, para se poder indicar a aplicação destes índices.

Termos para indexação: suínos, natimortos, leitegada, nascimento, genótipo, ganho genético.

## SELECTION INDEXES APPLIED TO PRODUCTIVITY IN LARGE WHITE SOWS

**ABSTRACT** - Number of stillborn, litter size (TL) and weight (PL) at birth (0), at 21 days of age (21) and weaning (d) of 801 births of 255 Large White sows, bred in sub-tropical conditions, were analysed through the least squares procedure. Combining these traits, six selection indexes were proposed. These indexes had their correlations with breeding value (aggregate genotype) ranging from 0.46 to 1.04. The expected genetic gains were estimated and their values do not recommend the utilization of these indexes. Further studies with larger samples or the total population are suggested to find most applicable indexes.

Index terms: swine, stillborn, birth, genotype, genetic gain.

## INTRODUÇÃO

Na moderna suinocultura, os produtores e geneticistas defrontam-se, na seleção de fêmeas, com várias dúvidas relativas às características que devem ser avaliadas, pois vários aspectos de produtividade são importantes.

A produtividade de porcas designa um complexo de fatores que inclui a fertilidade, a prolificidade, a capacidade leiteira e a habilidade materna, além de outras variáveis que podem ser avaliadas pelo estudo do comportamento das leitegadas, quer por peso, quer

por tamanho, na fase compreendida entre o nascimento e a desmama (Ferraz 1981, Ferraz & Duarte 1991).

A seleção para produtividade de porcas, resulta, em geral, em pequena resposta, pois as características a ela ligadas têm pouca ação de genes de efeito aditivo, haja vista suas baixas estimativas de herdabilidade (Bolet et al. 1989, Ferraz & Duarte 1991). Resultados de experimentos de seleção de fêmeas para produtividade podem ser encontrados na literatura (Haley et al. 1986, Bolet et al. 1989) e têm demonstrado a pouca eficiência da seleção para tais características.

Ao considerar vários atributos no processo seletivo, o geneticista se depara com vários métodos, podendo utilizar a seleção simultânea para os mesmos, ou a seleção com ação individualizada. Dentre estes métodos, o que

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 25 de abril de 1991.

<sup>2</sup> Méd. - Vet., Prof., Dr., Dep. de Prod. Animal, Fac. Med. Vet. e Zoot. da USP, Caixa Postal 23, CEP 13630 Pirassununga, SP.

<sup>3</sup> Biol., Prof. - Titular, Dep. de Genética e Matemática, Faculdade à Biologia da Fac. Med. de Ribeirão Preto, SP.

teoricamente traz os melhores resultados é o dos índices de seleção, que apresenta maior correlação entre o valor obtido e o genótipo agregado, expressão do valor genético aditivo, ponderado pelo valor econômico de cada característica que está sendo selecionada (Van Vleck 1987).

Segundo Dickerson (1969), o desenvolvimento dos índices de seleção, ocorreu a partir de estudos realizados por Pearson em 1857, continuando com as funções discriminantes de Fisher (1930). A aplicação das técnicas destes dois autores e o desenvolvimento das bases dos índices de seleção foram então feitas por Smith (1936), para seleção de plantas, e por Hazel & Lush (1942), para animais. Hazel (1943) adaptou a teoria dos "path coefficients" de Wright, a análise de covariância de Fisher e a correlação múltipla de Pearson para a estimação dos coeficientes dos índices de seleção, em termos de regressão linear múltipla, para predição do mérito genético dos animais. Desde então, os índices de seleção têm sido intensamente utilizados, particularmente em suínos. Importantes revisões sobre a teoria dos índices podem ser encontradas em Boyer (1958), Williams (1962) e Henderson (1963).

Várias exigências e suposições são necessárias para a correta estimação dos coeficientes de regressão linear múltipla, que são os fatores de ponderação dos valores fenotípicos que compõem os índices (Dickerson 1969, Cunningham 1969). Os índices são definidos, segundo Dickerson (1969), como expressões numéricas que pretendem predizer com máxima eficiência o mérito genético de indivíduos ou populações, considerando todos os atributos a serem melhorados. Já Ollivier (1971), define índice como uma combinação linear  $I$  de medidas ou fenótipos, que tem a máxima correlação com o valor genético global (genótipo agregado)  $H$ , que é uma combinação linear dos valores genéticos de todos os caracteres que se deseja melhorar. Definições de genótipo agregado podem ser encontradas em Hazel (1943), Gjedrem (1967, 1972).

Um dos principais problemas para a proposição de índices de seleção é a correta atribuição

de pesos econômicos às características que compõem os mesmos. Tais pesos não são constantes, podendo variar em função de tempo, mercado, local, criador, tipo do animal ou finalidade da criação. O método mais comum é o direto, onde se atribuem unidades monetárias a cada unidade de ganho nas diferentes características (Ollivier 1970, 1971 e 1972). Outro método útil é o proposto por Tabler & Touchberry (1955), que utilizaram-se de regressão de uma característica de valor conhecido sobre outra, estimando-se assim os pesos econômicos de todas elas a partir de apenas um peso conhecido. Vários outros autores estudaram o problema dos pesos econômicos e propuseram soluções (Elston 1963, Rouvier 1969, Pesek & Baker 1969 e 1970, Baker 1974, Silva 1975, Fowler et al. 1976, Melton et al. 1979, De Vries 1989).

Outro problema de extrema gravidade na estimação dos coeficientes de ponderação dos índices de seleção reside justamente na falta de precisão das estimativas dos parâmetros genéticos (Cunningham 1969).

Apesar de as baixas estimativas dos coeficientes de herdabilidade das características ligadas à produtividade de porcas indicarem efeitos pequenos de seleção, há sempre que se selecionarem matrizes, e tais atributos devem ser considerados. Em que pesem os pequenos ganhos esperados, algum progresso pode ser obtido, daí a importância dos índices de seleção para tais atributos.

Poucos são os índices de seleção propostos para a produtividade de porcas. Irvin (1975) propôs índices multidimensionais, tendo, seu melhor índice, correlação com o genótipo agregado de 0,74. Recentemente, Avalos (1985) e Avalos & Smith (1987) avaliaram a eficiência de índices de seleção para tamanho de leitegada ao nascimento e concluíram que podem-se obter ganhos de produtividade de até 0,5 leitão por ano, através de índices que utilizem dados de família. Alguns autores têm incluído o tamanho de leitegada em índices de seleção para desempenho ponderal, de carcaça, visando torná-los mais completos (Hammer et al. 1988, Toro et al. 1988). Resultados de

experimentos de seleção para produtividade de porcas através de índices têm sido relatados (Neal et al. 1989). Índices unidimensionais (para apenas uma característica), que trazem uma abordagem diferente do assunto foram propostos (Legault et al. 1971, Legault & Gruand 1976 e Legault 1978).

O objetivo do presente trabalho é propor índices de seleção para características de produtividade de porcas Large White, criadas em região de clima subtropical.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 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 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 média é de 1.250 mm e a altitude do local é de 560 m.

O manejo do rebanho consistiu da manutenção de machos e fêmeas em piquetes separados, com acesso a abrigos cobertos. À época do acasalamento, as fêmeas foram conduzidas ao piquete dos machos, sendo, após o acasalamento, levadas a outro piquete para confirmação de gestação. As fêmeas gestantes foram mantidas em piquetes até o período de cinco a sete dias antes do parto, quando então 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 permaneceram 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 foram castrados antes da primeira seleção para reprodutores, que ocorreu ao redor dos 90 dias de idade. A alimentação do rebanho consistiu de administração controlada de rações balanceadas, apropriadas para as diferentes fases dos animais.

Os dados colhidos foram codificados e processados no Centro de Computação Eletrônica da GE-MAC - 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 processam para as seguintes características:

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

TLO = tamanho de leitegada ao nascimento (leitões vivos);

PLO = peso de leitegada ao nascimento (leitões vivos);

TL<sub>21</sub> = tamanho da leitegada aos 21 dias de idade;

PL<sub>21</sub> = peso de leitegada aos 21 dias de idade;

TL<sub>d</sub> = tamanho da leitegada ao desmame, ajustado para 35 dias de idade;

PL<sub>d</sub> = 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, descartam-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 a seguir:

$$Y_{ijk} = u + C_i + F_j + E_{ijk}, \text{ onde:}$$

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

$C_i$  = efeito do i-ésimo cachaco (aleatório);

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

$E_{ijk}$  = erro aleatório inerente a cada observação, NID  $(0, \sigma^2)$ .

Os coeficientes de herdabilidade foram estimados utilizando-se os componentes de variância paternos e residuais, obtidos da análise 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).

Os índices de seleção foram calculados a partir das matrizes de covariâncias genéticas e fenotípicas, denominadas, respectivamente, de matrizes "G" e "P", que são as seguintes:

$$G = \begin{bmatrix} \sigma_G^2(1) & \text{cov}_{G(1,2)} & \text{cov}_{G(1,3)} & \dots & \text{cov}_{G(1,n)} \\ \text{cov}_{G(1,2)} & \sigma_G^2(2) & \text{cov}_{G(2,3)} & \dots & \text{cov}_{G(2,n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{cov}_{G(1,n)} & \text{cov}_{G(2,n)} & \text{cov}_{G(3,n)} & \dots & \sigma_G^2(n) \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} \sigma_P^2(1) & \text{cov}_{P(1,2)} & \text{cov}_{P(1,3)} & \dots & \text{cov}_{P(1,n)} \\ \text{cov}_{P(1,2)} & \sigma_P^2(2) & \text{cov}_{P(2,3)} & \dots & \text{cov}_{P(2,n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \text{cov}_{P(1,n)} & \text{cov}_{P(2,n)} & \text{cov}_{P(3,n)} & \dots & \sigma_P^2(n) \end{bmatrix}$$

onde:

$\sigma_i^2$  = variância da característica i

$\text{cov}_{ij}$  = covariância entre as características i e j

G e P = índices que indicam se as variâncias e covariâncias são, respectivamente genotípicas ou fenotípicas.

Os componentes do vetor coluna "a", ou seja os pesos econômicos das "n" características, foram calculados através de regressão linear simples de cada característica sobre uma de valor conhecido, de modo semelhante ao utilizado por Tabler & Touchberry (1955); no caso, o peso à desmama. Cada Kg de leitão desmamado é vendido no mercado a um preço aproximadamente 20% superior ao preço do porco gordo, sem descontos. Assim, os valores de  $a_n$  são idênticos aos de  $b(Y, X)$ , ou seja,

$$b(Y, X) = \frac{r(X, Y) \cdot \sigma_Y}{\sigma_X}, \text{ onde:}$$

$r(X, Y)$  = coeficiente de correlação fenotípica entre as variáveis X e Y;

$\sigma_X$  e  $\sigma_Y$  = desvios-padrão fenotípicos das características X e Y.

O vetor b, dos coeficientes dos índices de seleção, foi obtido pela resolução do seguinte sistema matricial:

$P \cdot b = G \cdot a$ , que é:

$$b = P^{-1} \cdot G \cdot a$$

Os diferentes índices foram obtidos pela inclusão ou eliminação de certas características e seus parâmetros, das matrizes G, P e a. A correlação entre o índice e o genótipo agregado ( $r_{I,H}$ ), para fins de avaliação do índice, foi obtida por:

$$r_{(I,H)} = \frac{\text{côv}_{(I,H)}}{\sigma_I \cdot \sigma_H},$$

onde  $\text{côv}_{(I,H)}$  é a covariância entre o índice e o genótipo agregado, e  $\hat{E}_I$  e  $\hat{E}_H$  são os desvios-padrão do índice e do genótipo agregado. Em termos matriciais temos:

$$\text{côv}_{(I,H)} = b' \cdot G \cdot a$$

$$\sigma_H = a' \cdot G \cdot a$$

$$\sigma_I = b' \cdot P \cdot b$$

O progresso genético esperado em cada uma das variáveis incluídas no índice, considerado uma intensidade de seleção de um desvio-padrão do índice, é dado pelos elementos do vetor:

$$E(GG) = (b \cdot P \cdot b)^{1/2} \cdot G' \cdot b$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

▲ Tabela 1 apresenta os resultados do desempenho do rebanho analisado para cada característica, bem como dos coeficientes de herdabilidade e respectivos erros-padrão. A Tabela 2 apresenta as estimativas de correlações fenotípicas, ambientais e genéticas, entre os atributos. Discussões a respeito do efeito dos fatores não-genéticos sobre tais características, e dos parâmetros genéticos estimados, podem ser encontrados em Ferraz & Duarte (1991).

Pelo uso dos valores encontrados, montaram-se as matrizes P e G, apresentadas na Tabela 3. O vetor "a", dos pesos econômicos de cada atributo é:

$$a = \begin{pmatrix} -4,986 \\ 6,396 \\ 5,089 \\ 9,096 \\ 1,646 \\ 9,539 \\ 1,000 \end{pmatrix}$$

O primeiro valor do vetor refere-se ao número de natimortos, o segundo e terceiro ao tamanho e peso de leitegada ao nascimento, o quarto e quinto ao tamanho e peso de leitegada aos 21 dias de idade, e o sexto e sétimo valores ao tamanho e peso de leitegada ao desmame. Este último com peso 1,0, já que todos foram calculados em relação a ele. Como este vetor apresenta os pesos econômicos relativos, para se saber os pesos absolutos, em unidades monetárias, multiplica-se o valor do vetor a pelo preço do kg de leitão desmamado vendido no mercado.

Os valores dos pesos econômicos encontrados são biologicamente razoáveis. Por exem-

plo, o valor econômico de 1,0 leitão aos 21 dias de idade (9,096) é quase 10 vezes o do kg do leitão à desmama, pois existem os custos agregados de produção do mesmo.

Pela solução dos sistemas matriciais, calcu-

**TABELA 1. Médias, desvios-padrão (D.P.) e estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ), com erros-padrão (E.P.) de características ligadas à produtividade de fêmeas Large White, criadas em região subtropical.**

Característica	Média	D.P.	$h^2$	E.P.
Nº natimortos	0,744	1,328	0,487	0,153
TL <sub>0</sub>	10,413	2,855	0,199	0,089
PL <sub>0</sub>	16,220	4,488	0,125	0,070
TL <sub>21</sub>	8,904	2,728	0,053	0,052
PL <sub>21</sub>	45,900	14,869	0,099	0,064
TL <sub>d</sub>	8,676	2,689	0,057	0,053
PL <sub>d</sub>	92,396	33,443	0,191	0,087

TL e PL = Tamanho e peso de leitegada

0, 21 e d = Ao nascimento, 21 dias de idade e desmama

**TABELA 2. Estimativas de correlações genéticas, com os respectivos erros-padrão (acima da diagonal), fenotípicas (abaixo da diagonal) e ambiental (abaixo da diagonal, sob a correlação fenotípica), entre características ligadas à produtividade de porcas Large White criadas em clima subtropical.**

Característica	NM	TL <sub>0</sub>	PL <sub>0</sub>	TL <sub>21</sub>	PL <sub>21</sub>	TL <sub>d</sub>	PL <sub>d</sub>
NM		-0,967	-0,540	-0,995	-1,038	-1,026	0,199
TL <sub>0</sub>		0,168	0,297	0,458	0,275	0,432	0,265
PL <sub>0</sub>		-0,206	0,145	0,808	0,917	0,867	0,550
TL <sub>21</sub>		0,148	0,369	0,196	0,132	0,171	0,238
PL <sub>21</sub>		-0,189	0,811	0,088	0,134	0,032	0,190
TL <sub>d</sub>		-0,083	0,941	0,570	0,441	0,572	0,271
PL <sub>d</sub>		-0,217	0,818	0,769	1,028	1,019	0,512
		-0,083	0,844	0,837	0,099	0,023	0,031
		-0,256	0,660	0,691	0,866	1,055	0,718
		-0,040	0,625	0,762	0,857	0,093	0,196
		-0,240	0,794	0,757	0,976	0,865	0,613
		-0,098	0,807	0,830	0,973	0,853	0,281
		-0,197	0,541	0,676	0,739	0,734	0,765
		-0,541	0,805	0,714	0,902	0,976	0,950

NM = Número de natimortos

TL e PL = Tamanho e peso de leitegada

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

**TABELA 3.** Matriz G, correspondente ao genótipo agregado redefinido por Gjedrem (1972) e matriz P, referente aos componentes de variância ou covariância fenotípica entre características ligadas à produtividade de porcas Large White criadas em ambiente subtropical. A seqüência de características utilizadas para montagem das matrizes foi o número de natimortos, tamanho e peso de leitegada ao nascimento, 21 dias de idade e desmama.

	NM	TL <sub>0</sub>	PL <sub>0</sub>	TL <sub>21</sub>	PL <sub>21</sub>	TL <sub>d</sub>	PL <sub>d</sub>
G =	0,856	-1,105	-0,767	-0,567	-4,269	-0,599	6,579
	-1,105	1,525	0,274	0,614	5,032	0,676	-9,708
	-0,767	0,274	2,351	0,083	0,913	0,031	10,727
	-0,567	0,614	0,083	0,379	2,814	0,396	-4,502
	-4,269	5,032	0,913	2,814	19,757	2,963	-45,593
	-0,599	0,676	0,031	0,396	2,963	0,399	-5,530
	6,579	-9,708	10,727	-4,502	-45,593	-5,530	204,132
P =	1,758	-0,756	-1,087	-0,773	-4,782	-0,839	-8,553
	-0,756	7,666	9,735	6,081	25,762	5,799	48,979
	-1,087	9,735	18,811	8,962	42,271	8,661	95,978
	-0,773	6,081	8,962	7,211	32,798	6,913	64,927
	-4,782	25,762	42,271	32,798	198,928	32,207	338,191
	-0,839	5,799	8,661	6,913	32,207	6,962	66,066
	-8,553	48,979	95,978	64,927	338,191	66,066	1070,415

laram-se vários índices, combinando-se as sete características analisadas, tendo sido feita a avaliação de cada índice, quer em sua correlação com o genótipo agregado [r (I,H)], quer pelo ganho genético esperado.

Os índices propostos são:

$$I1 = -14,397 \text{ NM} + 5,706 \text{ TL } 0 + 10,821 \text{ PL } 0 - 3,070 \text{ TL } 21 + 0,674 \text{ PL } 21 - 3,458 \text{ TL } d + 0,295 \text{ PL } d$$

r (I1,H) = 0,46, ou seja, a precisão de I1 é razoável.

$$I2 = -14,180 \text{ NM} + 6,059 \text{ TL } 0 - 0,435 \text{ PL } 0 - 6,698 \text{ TL } 21 + 0,550 \text{ PL } 21$$

r (I2,H) = 0,802 o que mostra que o índice é altamente correlacionado com o genótipo agregado.

$$I3 = -14,359 \text{ NM} + 5,679 \text{ TL } 0 - 2,972 \text{ TL } 21 + 0,585 \text{ PL } 21 - 4,145 \text{ TL } d$$

r (I3,H) = 0,817 o que demonstra a alta correlação, semelhante à de I2.

O índice I4 foi proposto por considerar apenas características de fácil mensuração e apenas um peso, tradicionalmente tomado em granjas submetidas a controle das Associações de Criadores. Assim, temos:

$$I4 = -14,178 \text{ NM} + 5,719 \text{ TL } 0 - 6,678 \text{ TL } 21 + 0,520 \text{ PL } 21 \quad r (I4,H) = 0,899$$

$$I5 = -14,477 \text{ NM} + 2,882 \text{ TL } 0 - 0,224 \text{ PL } 21$$

r (I5,H) = 0,788 ligeiramente menor que nos anteriores, mas igualmente alta.

Já o índice I6 considera apenas NM, TL 0 e TL 21, atributos de mensuração muito fácil e precisa, que geralmente são controlados em todas as granjas.

$$I6 = -14,575 \text{ NM} + 5,311 \text{ TL}_0 - 4,037 \text{ TL}_{21}$$

$r(I6, H) = 1,04$ , valor maior que da unidade, aparentemente absurdo, o que pode ter sido decorrente das sucessivas aproximações nos cálculos.

Estes seis índices propostos parecem ser os mais interessantes dentre as inúmeras combinações possíveis entre as características em apreço. Percebe-se que as correlações entre o genótipo agregado e os índices cresceu à medida em que diminuíam o número de atributos do índice, o que é perfeitamente esperado, pois a seleção simultânea de várias características diminui a eficiência do processo seletivo. As correlações citadas mostram índices bastante correlacionados com o genótipo agregado, o que indica que, ao se escolher fêmeas com altos índices para serem mães de futuras marrãs, estaremos escolhendo os melhores genótipos, ponderados pelo peso econômico de cada atributo.

A Tabela 4 apresenta os ganhos genéticos esperados pela aplicação de cada índice, em unidades da característica, aplicando-se uma intensidade de seleção de um desvio-padrão do índice. Pela sua análise, podemos verificar

que os ganhos genéticos esperados são bastante razoáveis, exceção feita para os pesos de leitegada aos 21 dias e desmama, muito superestimados. Tais superestimativas provavelmente se devem ao acúmulo de erros no cálculo dos parâmetros genéticos ou nos pesos econômicos.

Os ganhos genéticos esperados para NM foram altos e previsíveis, dada a magnitude da herdabilidade do caráter (0,487 + 0,153). Este atributo foi mantido em todos os índices, exatamente pela sua alta herdabilidade e pelos ganhos genéticos correlacionados que causa nos demais.

Os ganhos genéticos esperados em tamanho de leitegada ao nascimento mostraram-se ligeiramente superestimados, pois indicam ganhos que variam de cerca de 6% (para I1) a cerca de 35% (I5). Já no caso de PL0, os ganhos esperados pela aplicação dos índices I1 e I2 são bastante factíveis.

A característica TL21 apresentaria, após aplicação dos índices de seleção I1, I2, I3, I4 e I6, progressos genéticos de 4 a 15% das médias fenotípicas observadas na geração anterior. Valores estes, biologicamente possíveis, o mesmo ocorrendo com TLd, após a aplicação dos índices I1 e I3.

Já os ganhos genéticos esperados em PL21

**TABELA 4.** Ganho genético direto esperado em cada característica após aplicação dos índices de seleção I1 a I6, com intensidade de seleção de um desvio padrão do índice, em rebanho Large White criado em condições subtropicais.

Característica	Unidade	Índice aplicado						$\bar{X}$
		I1	I2	I3	I4	I5	I6	
Nº natimortos	Leitão	-0,37	-0,67	-1,01	-1,02	-1,23	-1,25	0,744
TL0	Leitão	0,70	1,98	2,94	2,97	3,26	2,85	10,41
PL0	kg	2,69	1,52	-	-	-	-	16,22
TL21	Leitão	0,31	0,86	1,29	1,29	-	-0,817	8,90
PL21	kg	12,58	-16,91	54,13	54,39	66,95	-	45,90
TLd	Leitão	0,25	-	1,37	-	-	-	8,67
PLd	kg	37,76	-	-	-	-	-	92,33

TL e PL = tamanho e peso de leitegada

0, 21 e d = Ao nascimento, 21 dias de idade e desmama

mostram-se exagerados em quase todos os índices, com variações de cerca de 26 a 148% das médias da geração parental, indicando a total impossibilidade de obtenção. Já o PLd, foi analisado apenas após a aplicação de I1, revelando valor alto (cerca de 36% da média da geração parental).

De modo geral, apesar de suas altas correlações com os genótipos agregados, todos os índices apresentaram problemas de expectativas irreais de ganho genético. Isto pode ter ocorrido por problemas na estimação dos parâmetros genéticos, particularmente devidos aos pequenos tamanhos amostrais ou então à inadequação da metodologia de estimação dos pesos econômicos. Assim, a aplicação destes índices propostos fica comprometida, devendo-se indicar estudos com amostras maiores, ou então estudos com todo o rebanho de uma região, raça, ou mesmo com a maior parte possível dos rebanhos do País, visando a obtenção de parâmetros genéticos confiáveis, para posterior proposição de índices aplicáveis em programas de melhoramento de produtividade de porcas, em âmbito regional ou nacional.

### CONCLUSÕES

1. Os índices de seleção propostos apresentam altas correlações com os genótipos agregados.
2. As expectativas de ganho genético são razoáveis e factíveis para os tamanhos de leitegada nas várias idades.
3. As expectativas de ganho genético para peso de leitegada ao nascimento foram altas.
4. As expectativas de ganho genético para os pesos de leitegada aos 21 dias e à desmama foram muito altas.
5. Os índices propostos devem ser reestudados a partir de tamanhos populacionais maiores, dos quais se estimem parâmetros genéticos mais confiáveis, bem como com pesos econômicos estimados a partir das várias técnicas existentes na literatura.
6. Em que pesem as restrições dos índices

encontrados, a metodologia utilizada pode ser de grande valia em programas de seleção.

### AGRADECIMENTOS

À Fazenda Paineira, Araçoiaba da Serra, SP, pela cessão dos dados.

### REFERÊNCIAS

- AVALOS, E. **Estimation of genetic parameters and response in selection for litter size in pigs.** [S.L.]: University of Edinburgh, UK, 1985. Ph.D. Thesis.
- AVALOS, E.; SMITH, C. Genetic improvement of litter size in pigs. **Animal Production**, v.44, p.153-163, 1987.
- BAKER, R.J. Selection Indexes without economic weights for animal breeding. **Canadian Journal of Animal Science**, v.54, n.1, p.1-8, 1974.
- BECKER, W.A. **Manual of procedures in quantitative genetics.** 4. ed. Pullmann, Washington: Academic Enterprises, 1984.
- BOLET, G.; OLLIVIER, L.; DAND, P. Selection for prolificacy in pigs. 1. Results of a selection experiment over 11 generations. **Génétique, Sélection, Evolution**, v.21, n.4, p.93-106, 1989.
- BOYER, J.P. Théorie et calcul des index de sélection. **Annales de Zootechnie**, v.3, p.193-242, 1958.
- CUNNINGHAM, E.P. **Animal Breeding Theorie.** Oslo: Institute of Genetics and Breeding, 1969. 272p.
- DE VRIES, A.G. A model to estimate economic values of traits in pig breeding. **Livestock Production Science**, v.21, p.49-66, 1989.
- DICKERSON, G.E. Techniques for research in quantitative animal genetics. In: **TECHNIQUES and procedures in animal sciences research.** Albany: Am. Soc. Anim. Sci., 1969. p.36-79.
- ELSTON, R.C. A weight free index for the purpose of ranking or selecting with respect to several traits at a time. **Biometrics**, v.19, p.85-97, 1963.



- 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.
- FERRAZ, J.B.S.; DUARTE, F.A.M. Parâmetros genéticos de características ligadas à produtividade de porcas Large White. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.8, p.1255-1265, 1991.
- FISHER, R.A. **The genetical theory of natural selection.** Oxford: University Press, 1930. 272p.
- FOWLER, V.R.; BICHARD, M.; PEASE, A. Objectives in pig breeding. **Animal Production**, v.23, n.3, p.365-387, 1976.
- GJEDREM, T. Selection indexes compared with single trait selection. I. The efficiency of including correlated traits. **Acta Agricultura Scandinavica**, v.17, p.263-268, 1967.
- GJEDREM, T. A study on the definition of the aggregate genotype in a selection index. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.22, p.11-15, 1972.
- HALEY, C.S.; ASCHOS, E.; SMITH, C. A review of selection for reproductive performance in the pig. In: ANNUAL MEETING OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 37., 1986, Budapest. **Proceedings...** Budapest: European Association of Animal Production, 1986. p.130.
- HAMMER, H.; GRONKE, G.; REDEL, H. Introduction of a sow index as an effective aid to selection in breeding herds. **Tierzucht**, v.42, n.11, p.530-532, 1988.
- HARVEY, W.R. **Least squares analysis of data with unequal subclass numbers, User's guide for LSMLGP76.** [S.l.]: USDA, 1976. 76p.
- HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v.28, p.476-490, 1943.
- HAZEL, L.N.; LUSH, J.L. The efficiency of three methods of selection. **Journal of Heredity**, v.33, p.393-399, 1942.
- HENDERSON, C.R. Selection index and expected genetics advance. In: STATISTICAL genetics and plant breeding. [S.l.:s.n.], 1963. p.141-163. (NAS-NRC Publication 982).
- IRVIN, K.M. **Genetic parameters and selection indexes for sow productivity.** [S.l.]: Ohio State University, 1975. Tese de Doutorado.
- LEGAULT, C. Génétique et reproduction chez le porc. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE, 1978, Paris. **Annales**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (France) e Institut Technique du Porc, 1978, p.43-60.
- LEGAULT, C.; GRUAND, J. Amélioration de la prolificité des truies par la création d'une lignée "hyper prolifique" et l'usage de l'insémination artificielle: principe et résultats expérimentaux préliminaires. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE, 1976, Paris. **Annales**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (France) e Institut Technique du Porc, 1976. p.201-206.
- LEGAULT, C.; MOLENAT, M.; STEIR, G.; TEXIER, C.; ZICKLER, G. Principe et illustration d'un programme d'interprétation mécano-graphique des performances d'élevage des truies. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE, 1971, Paris. **Annales**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (France) et Institut Technique du Porc, 1971. p.11-17.
- MELTON, B.E.; HEADY, E.O.; WILLHAM, R.L. Estimation of economic values for selection indexes. **Animal Production**, v.28, p.279-286, 1979.
- NEAL, S.M.; JOHNSON, R.K.; KITTOK, R.J. Index selection for components of litter size in swine: Response to five generations of selection. **Journal Animal of Science**, v.67, n.8, p.1933-1945, 1989.
- OLLIVIER, L.A. L'utilisation des indexes de sélection dans l'amélioration du porc. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE, 1970, Paris. **Annales**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (France) et Institut Technique du Porc, 1970. p.217-221.
- OLLIVIER, L.A. L'épreuve de la descendance chez le porc Large White Français de 1953 a 1966. II. Indices de Sélection. **Annales de Génétique**

- que et de Sélection Animale.** v.3, n.3, p.367-376, 1971.
- OLLIVIER, L.A. Combination de trois types d'indice de sélection fournis aux sélectionneurs Français des porcs. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE EN FRANCE, 1972, Paris. **Anais.** Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (France) et Institut Technique du Porc, 1972. p.99-103.
- PESEK, J.; BAKER, R.J. An application of index selection to improvement of self pollinated species. **Canadian Journal Plant Science**, v.50, p.267-276, 1970.
- PESEK, J.; BAKER, R.J. Desired improvement in relation to selection indexes. **Canadian Journal Plant Science**, v.49, p.803-804, 1969.
- ROUVIER, R. Ponderation des valeurs génotypiques dans la sélection par index sur plusieurs caractères. **Biometrics**, v.25, p.295-307, 1969.
- SILVA, R.G. **Índices de seleção para ganho de peso e tolerância ao calor no gado Canchim e progresso genético esperado em população simulada.** [S.l.]: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, 1975. 80p. Tese de Doutorado.
- SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, v.7, p.240-250, 1936.
- SWIGER, L.A.; HARVEY, W.R.; EVERSON, D.O.; GREGORY, K.E. The variance of intraclass correlation involving groups with no observation. **Biometrics**, v.20, p.818-826, 1964.
- TABLER, K.A.; TOUCHBERRY, R.W. Selection indexes based on milk yield, fat content and type classification. **Journal Dairy Science**, v.38, p.1155-1163, 1955.
- 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.
- TORO, M.A.; SILIO, R.; RODRIGÁÑEZ, J.; TERESA DOBERO, M. Inbreeding and family selection index for prolificacy in pigs. **Animal Production**, v.46, n.1, p.79-85, 1988.
- VAN VLECK, L.D.; POLLAK, E.J.; BRANFORD OLTENACU, E.A. **Genetics for the animal sciences.** New York: W.H. Freeman and Company, 1987. 391p.
- WILLIAMS, J.S. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, v.18, p.375-393, 1962.