

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS NO DESEMPENHO DE SUÍNOS EM FASE DE ALEITAMENTO¹

JOSÉ BENTO STERMAN FERRAZ² e FRANCISCO A. DE MOURA DUARTE³

RESUMO - Os pesos individuais ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama de 746 leitões das raças Landrace, Wessex-Saddleback e seus mestiços foram analisados pelo método dos quadrados mínimos, considerando-se os efeitos fixos das variáveis ano e época do nascimento, ordem do parto, sexo do leitão e tamanho de leitegada. O efeito de ano de nascimento revelou-se significativo para os pesos aos 21 dias e à desmama, sendo os pesos crescentes com a progressão dos anos, com exceção de 1978. Os mesmos pesos foram influenciados pela época de nascimento, tendo os maiores pesos sido verificados em épocas de temperaturas mais amenas, ao passo que os menores ocorreram em épocas de altas temperaturas. A ordem do parto teve influência estatisticamente significativa sobre todos os pesos estudados, verificando-se a tendência de aumento dos pesos com a progressão das ordens de parto, indicando que as fêmeas, ao menos até o quarto parto, vão se tornando melhores mães. O sexo do leitão influenciou apenas o peso ao nascimento, quando os machos nasceram mais pesados. As fêmeas apresentaram maiores pesos à desmama, sendo tal fato devido, possivelmente, ao "stress" causado pela castração, realizada aos 21 dias nos machos. O tamanho de leitegada influenciou todos os pesos, embora tal influência tenha sido menor à medida que os leitões ficaram menos dependentes de suas mães. Em geral, os pesos individuais diminuíram com o aumento da leitegada.

Termos para indexação: ambiente, leitões em aleitamento, genética, melhoramento de suínos.

ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCE ON PREWEANING SWINE PERFORMANCE

ABSTRACT - Individual weights of 746 piglets at birth, at 21 days of age and at weaning were analysed by Least Squares method considering year and season of birth, litter order, sex and litter size at birth, as independent variables. The year and the season of the birth affected significantly the 21-day and weaning weights, and the weights were higher with the increase of years. Highest weights were observed during the low temperature season and lowest weights during the high temperature season. Litter order affected all the weights and a tendency of increasing the weights with the increasing of order was observed. Sex had significant influence only on birth weight, when the males were heavier. Females had better gain on weight from birth to weaning probably due to the stress caused by castration in the males. Litter size affected all the weights, although that influence was lowest as the age increased. Generally the weights decreased with the increasing of litter size.

Index terms: genetics, environment, performance, swine breeding.

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira tem-se desenvolvido intensamente nos últimos anos, tendo alcançado, em algumas regiões, níveis comparáveis aos das melhores regiões criadoras do mundo, situadas na Europa e na América do Norte. A atual tendência, em virtude da pequena oferta de carne bovina no País e do alto preço das terras, é a de esta cultura se expandir ainda mais.

Para se compararem dados de desempenho de animais, tão importantes na escolha de reprodutores, deve-se levar em consideração vários fatores não genéticos ou ambientais, que influenciam o desempenho dos animais. O perfeito conhecimento de tais fatores constitui valiosa informação, inclusive na tomada de decisões sobre o seu controle.

A maioria dos autores que trabalharam com desempenhos individuais ou de leitegadas em suínos considerou o ano de nascimento uma importante fonte de variação, alterando tais desempenhos (Urban et al. 1966, Edwards & Omtvedt 1971, O'Ferral 1968, Schlindwein 1977, Schlindwein et al. 1979 e Ferraz 1980).

Outra fonte de variação, a época do ano na qual ocorre o nascimento, tão importante para nossas

¹ Aceito para publicação em 10 de outubro de 1981.

² Méd. Vet., Ph.D., Diretor Técnico da NUTRIAL AGROINDÚSTRIAS REUNIDAS S/A, Praça Camerino, 283, CEP 49000 - Aracaju, SE.

³ Biólogo, Ph.D., Dept^o de Genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, CEP 14100 - Ribeirão Preto, SP.

criações, localizadas em regiões onde são bastante evidentes as variações climáticas nas diferentes estações do ano, foi detectada por inúmeros autores em diferentes características analisadas (Chambers & Whatley 1951, Noland et al. 1966, Schlindwein 1977, Schlindwein et al. 1979, Ferraz 1980), não tendo sido considerado como significativa por outros autores (Barbosa 1960/1961, Shelby 1967 e Edwards & Omtvedt 1971).

A ordem do parto deve ser considerada uma importante causa de alterações em desempenhos de leitões, pois porcas de primeiro parto têm produções menores de leitões que as de partos subsequentes, tendo tal produção implicações em desempenhos individuais. O efeito da ordem do parto foi detectado por inúmeros autores, dentre eles Chambers & Whatley (1951), Carneiro (1958), Carneiro et al. (1966), Urban et al. (1966), Edwards & Omtvedt (1971), Schlindwein (1977), Schlindwein et al. (1979) e Ferraz (1980).

O sexo do leitão pode ser considerado como causa de diferenças entre desempenhos. A maioria dos autores encontrou maiores pesos nos machos em fase de aleitamento (Louca & Robinson 1967, Ollivier 1977, Schlindwein 1977 e Schlindwein et al. 1979), ao passo que outros autores encontraram variações a favor de machos ou fêmeas na dependência da idade (Ferraz 1980) ou então consideraram sexo como uma variável sem importância (Edwards & Omtvedt 1971).

Ao analisarem-se os dados referentes ao desempenho individual de suínos em aleitamento, o tamanho de leitegada ao nascimento surge como um dos principais fatores que afetam tal desempenho, pois em geral, animais procedentes de leitegadas maiores têm problemas de competição quer pelo leite materno quer por outros alimentos. Tal influência foi detectada por Buysse (1962), Godoy et al. (1964), Omtvedt et al. (1965), Noland et al. (1966), Schlindwein (1977), Schlindwein et al. (1979) e Ferraz (1980).

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar, através da análise de desempenho individual de suínos em aleitamento, a influência dos fatores ambientais, do ano e época de nascimento, da ordem do parto e do sexo e tamanho de leitegada ao nascimento, nos pesos ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 746 leitões das raças Landrace (201), Wessex-Saddleback (136) e mestiços (409), filhos de machos Landrace e fêmeas Wessex Saddleback (109) ou vice-versa (300). Os animais, nascidos entre 1975 e 1978, foram criados na suinocultura Doamar, localizada em Rinópolis, Estado de São Paulo. A propriedade se encontra a uma altitude aproximada de 400 metros acima do nível do mar, com 21°43'S de latitude e 5°43' GW de longitude, numa região de clima com temperaturas médias anuais ao redor de 22°C e umidade relativa do ar média de 75%. A precipitação anual se situa em torno de 1.250 mm anuais e o clima classifica-se como Cwa, segundo Köppen.

Em linhas gerais, o sistema de criação era semiconfinado, com machos e fêmeas em piquetes, partos em gaiolas-maternidades, amamentação em creches para três porcas, e crescimento e terminação totalmente confinados. A alimentação, preparada na própria propriedade, consistia de mistura de fubá de milho, farelo de trigo e concentrados protéico-vitamínico-minerais comerciais, misturados em diferentes proporções segundo a necessidade de cada faixa etária.

Os dados coletados de fichas de controle zootécnico da propriedade foram codificados, perfurados e processados no Centro de Computação Eletrônica de Dados do GEMAC - Genética, Matemática e Computação -, do Departamento de Genética e Matemática Aplicada à Biologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo.

As informações acerca dos pesos individuais dos leitões ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama (esta realizada aos 42 dias de idade) foram analisadas pelo método dos quadrados mínimos, adaptado para computação eletrônica de dados por Harvey (1960), considerando as variáveis ano de nascimento (1975, 1976, 1977 e 1978), época de nascimento (correspondentes aos trimestres civis), ordem do parto (variando do primeiro ao quarto parto), sexo e tamanho de leitegada (variando de dois a quatorze, constituindo cada tamanho uma classe). As raças paternas e maternas, bem como suas interações, também foram incluídas no modelo, não sendo, todavia, objeto deste estudo. Como modelo matemático foi proposto

$$Y_{ijklmnop} = ME + AN_i + EP_j + OR_k + SX_l + TL_m + RP_n + RM_o (RP \times RM) + E_{ijklmnop}, \text{ onde:}$$

$Y_{ijklmnop}$ = peso observado no indivíduo "p"
 ME = estimativa da média geral
 AN_i = efeito do i ésimo ano ($i = 1, 2, 3, 4$).
 EP_j = efeito da j ésima época de nascimento ($j = 1, 2, 3, 4$)
 OR_k = efeito da k ésima ordem de parto ($k = 1, 2, 3, \dots, 13$)
 SX_l = efeito do l ésimo sexo ($l = 1, 2$)

- TL_m = efeito do m^{ésimo} tamanho de leitegada
(m = 1, 2, ... 13)
- RP_n = efeito da n^{ésima} raça paterna (N= 1, 2)
- RM_o = efeito da o^{ésima} raça materna (o= 1, 2)
- (RP x RM)_{no} = efeito da interação entre a n^{ésima} raça paterna e a o^{ésima} raça materna
- E_{ijklmnop} = efeito residual.

A significância dos efeitos foi testada pelo teste F, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas das médias ajustadas dos pesos individuais ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama foram, respectivamente, 1.575 ± 18 g, 4.626 ± 63 g e 12.910 ± 227 g.

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises de variância para os pesos estudados, estando assinalados os quadrados médios que se revelaram estatisticamente significativos.

O ano de nascimento teve efeito estatisticamente significativo sobre os pesos aos 21 dias de idade e à desmama, o mesmo não ocorrendo com o peso ao nascimento. Tal efeito é resultado de inúmeros fatores, tais como condições climáticas, doenças, alimentação, manejo, além de outros imponderáveis, que podem modificar-se de ano para ano.

A Fig. 1 representa os afastamentos, em relação às estimativas das médias gerais, das médias ajustadas de acordo com o ano de nascimento.

A análise conjunta da Tabela 1 e da Fig. 1 revela que houve uma tendência, nos pesos aos 21

dias e à desmama, de aumento com a progressão dos anos, que se reverteu no ano de 1978. Tal melhora no desempenho dos animais pode ser explicada pela melhoria das condições de manejo de propriedade, além de melhoria de alimentação e cuidados sanitários, decorrentes da maior prática adquirida pelo criador.

O ano de 1978 revelou-se como o pior, tanto para o peso aos 21 dias como, para o peso à desmama. Dois fatores mostraram-se como importantes na explicação deste evento: no final do ano de 1977 e início de 1978, surgiu no rebanho um surto de febre aftosa. Uma das conseqüências desta doença em suínos é a diminuição da ingestão de alimentos por parte dos leitões e porcas, além da diminuição da produção de leite. Outro fator que explica o efeito deste ano é que, por problemas particulares, o proprietário começou a desinteressar-se pela suinocultura, decidindo encerrar as atividades. Possivelmente, tal desinteresse e o surto de febre aftosa tenham sido as principais razões para o efeito de 1978.

A época do ano na qual ocorreu o nascimento não revelou efeito significativo sobre o peso ao nascimento, mas sim, sobre os pesos aos 21 dias de idade e à desmama. A Fig. 2 representa os afastamentos, em relação à estimativa de média geral, das médias ajustadas às épocas do ano na qual ocorreu o nascimento.

Tanto o peso aos 21 dias quanto o peso à desmama apresentaram maiores valores na época 3 (meses de julho, agosto e setembro), e menores, na época 4 (meses de outubro, novembro e de-

TABELA 1. Resultados das análises de variância para os pesos individuais ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama.

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios dos pesos		
		Nascimento	21 dias de idade	Desmama
Ano de nascimento	3	75.052,1	6.810.566,9*	164.660.959,9*
Época de nascimento	3	107.438,0	4.534.781,9*	196.086.559,9*
Ordem de parto	3	1.552.908,2*	10.265.897,9*	166.166.975,9*
Sexo do leitão	1	711.098,8*	1.863.371,5	22.943.575,9
Tamanho da leitegada	12	878.023,5*	12.958.687,9*	91.817.919,9*
Resíduo	720	58.102,2	947.483,4	8.805.775,9

* = estatisticamente significativo ao nível de 5%.

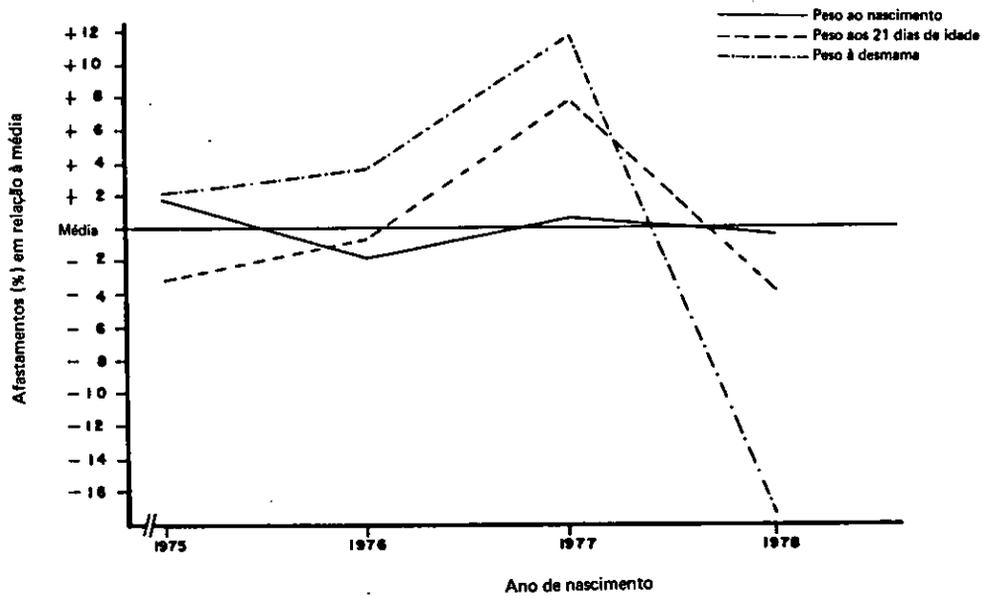


FIG. 1. Afastamento das estimativas de pesos médios ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama, ajustadas de acordo com o ano de nascimento, em relação às suas médias.

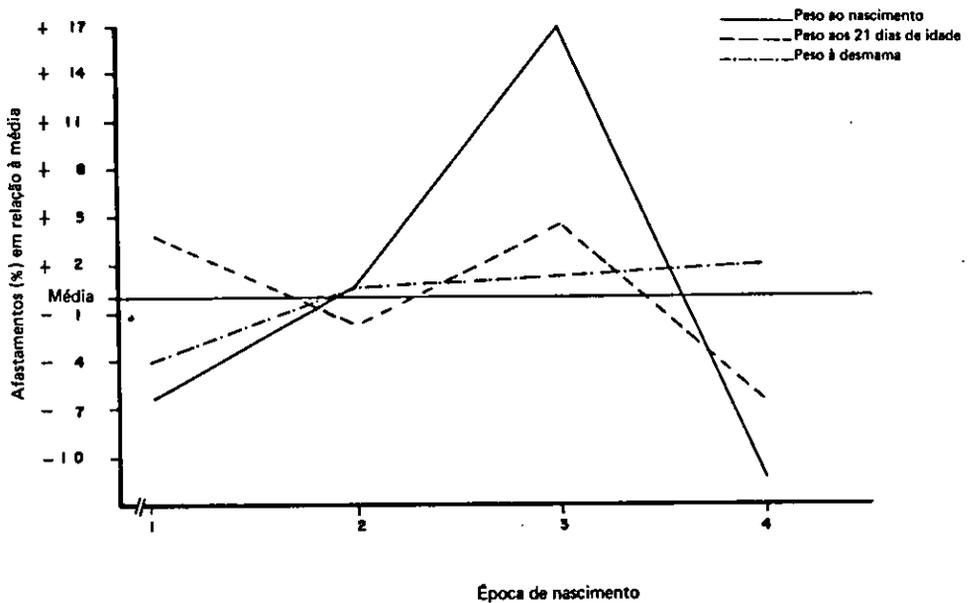


FIG. 2. Afastamento das estimativas de pesos médios ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama, ajustadas de acordo com a época de nascimento, em relação às suas médias.

zembro). Na região onde se situa a criação, as temperaturas médias na época 3 variam entre 16 e 20°C, com as máximas não ultrapassando os 26°C, ou seja, as porcas foram submetidas a temperaturas situadas dentro de sua zona de conforto, não sofrendo, portanto, os efeitos do calor, produzindo o leite necessário para sua prole. Os pesos analisados refletem mais a habilidade materna das porcas do que o potencial dos leitões, portanto um melhor desempenho leiteiro e um maior conforto das porcas deve refletir-se, como de fato ocorreu, no melhor desempenho dos leitões. Também há que se acrescentar que, nesta época do ano - a mais fria -, o criador é obrigado a recorrer a práticas de manejo que aumentem a viabilidade dos leitões, tal como o aquecimento, e tais cuidados devem ter influenciado neste melhor desempenho dos leitões.

Os menores pesos verificados na época 4 podem ser explicados pelos fatores ambientais adversos desta época. Nestes meses, a temperatura média é de 22°C, estando as máximas médias situadas em torno de 32°C, ou seja, acima da zona de conforto das porcas. Além disso, a umidade relativa do ar é grande nesta época, pois coincide com a estação chuvosa. Tais fatores têm como uma das primeiras reações das porcas a diminuição da ingestão de alimentos, visando uma menor produção de calor metabólico. Tal decréscimo de ingestão leva, certamente, a uma menor produção de leite, que se reflete no pior desempenho dos leitões. Também a alta umidade desta época favorece o desenvolvimento de parasitas e microorganismos, com reflexos no desempenho de leitões. Também deve ter contribuído para os baixos pesos verificados nas épocas 1 e 4 o surto de febre aftosa, que atingiu o rebanho em fins de 1977 e início de 1978. Os efeitos verificados nas épocas 1 e 2 têm explicações semelhantes às das épocas 4 e 3, respectivamente.

A ordem do parto influenciou significativamente todos os pesos analisados. A Fig. 3 representa os afastamentos das médias ajustadas para ordem do parto, em relação à estimativa de média geral.

Os pesos ao nascimento foram progressivamente maiores com o aumento das ordens de parto, tendência não verificada na ordem 4. Os menores pesos ao nascimento de leitões de porcas primípa-

ras pode ser explicado pelo desenvolvimento incompleto do aparelho reprodutor de tais porcas, que geralmente são acasaladas em sua puberdade. Tal falta de desenvolvimento deve afetar o crescimento intra-uterino dos fetos. A diminuição dos pesos ao nascimento ocorrida no quarto parto pode ser um indicativo de uma diminuição da produtividade das porcas a partir desta ordem, mas o pequeno número de porcas com quatro partos e a ausência de dados de partos subsequentes não sustentam tal conclusão.

Os menores pesos, tanto aos 21 dias de idade quanto à desmama, ocorreram no primeiro e terceiro partos, ao passo que os maiores pesos apareceram no segundo e quarto partos. Com a progressão dos partos, tal como ocorre na maioria das espécies mamíferas, espera-se uma maior produção de leite das porcas, ao menos até o quarto parto. Assim, esperavam-se maiores pesos com a progressão dos partos. A ligeira diminuição nos pesos aos 21 dias e à desmama ocorrida entre o segundo e terceiro partos foi muito pequena (da ordem de 1%), sem significância prática, não invalidando, portanto, a hipótese de aumentos progressivos.

É interessante notar o paralelismo das curvas para os pesos aos 21 dias e à desmama. Tal semelhança era esperada, pois o peso à desmama tem como componentes o peso aos 21 dias de idade e o ganho de peso dos 21 dias até à desmama, sendo, portanto, grande parcela do peso, à desmama, devida a um efeito residual do peso aos 21 dias.

O sexo do leitão teve influência significativa apenas para o peso ao nascimento, quando então os machos revelaram-se mais pesados, mostrando um maior desenvolvimento intra-uterino. Tal resultado é semelhante à maioria dos encontrados na literatura. A tendência de maiores pesos dos machos permaneceu até os 21 dias; no entanto, à desmama, apesar de não ser estatisticamente significativo, o peso das fêmeas foi maior. A razão que se apresenta como mais provável para esta reversão de tendência, não descrita na literatura consultada, é a castração, realizada aos 21 dias de idade e que deve ter tido uma ação estressante nos machos. Embora o sexo não tenha tido efeito significativo sobre os pesos aos 21 dias de idade e à desmama, a magnitude de F para tal fonte de variação indica que ela estava quase no limiar da significância e

que, se algum outro fator fosse isolado do resíduo, o sexo tornar-se-ia significativo. Assim, justifica-se a inclusão desta variável neste tipo de análise.

O tamanho de leitegada teve efeito estatisticamente significativo sobre todos os pesos estudados,

revelando-se importante fonte de variação em pesos individuais de suínos em aleitamento. A Fig. 4 representa os afastamentos, em relação à estimativa de média geral, das médias ajustadas para tamanho de leitegada.

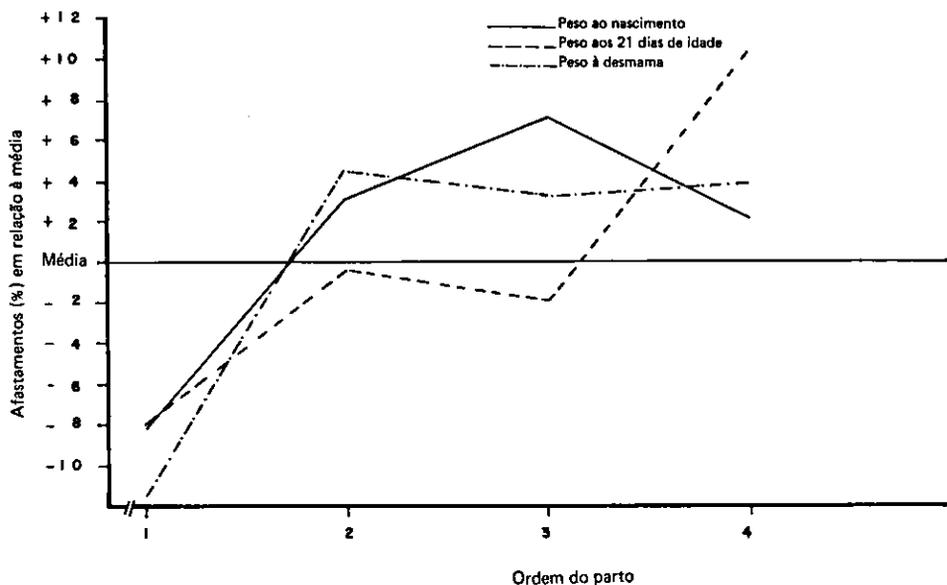


FIG. 3. Afastamento das estimativas de pesos médios ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama, ajustadas segundo a ordem do parto, em relação às suas médias.

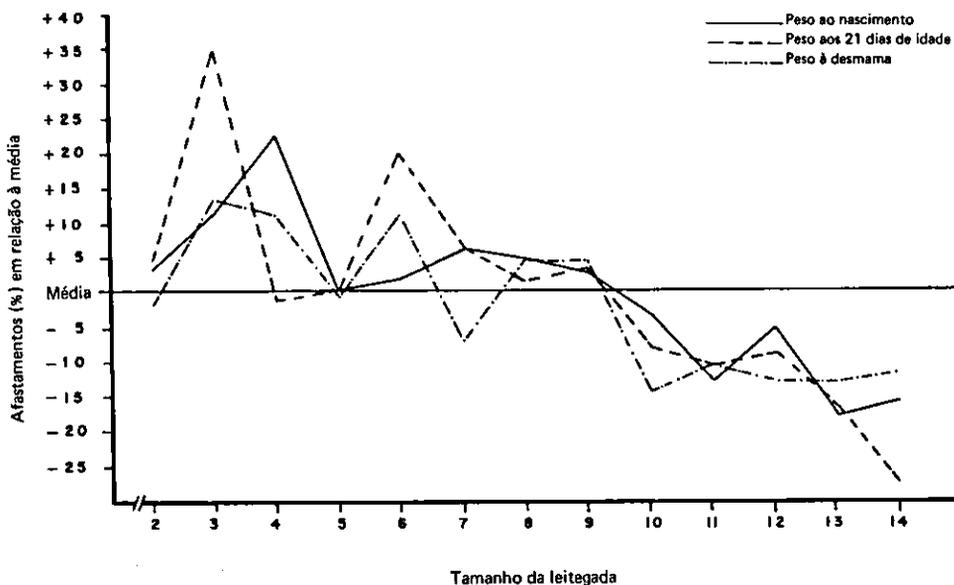


FIG. 4. Afastamento das estimativas de pesos médios ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama, ajustados segundo o tamanho de leitegada, em relação às suas médias.

Pela verificação da Fig. 4, percebe-se que, até quando as leitgadas tiveram tamanho igual a nove, os pesos ao nascimento foram maiores que a média, decrescendo após. Tal foi também a tendência verificada, em linhas gerais, nos pesos aos 21 dias e à desmama. O menor peso ao nascimento em leitgadas grandes pode ser explicado pela competição intra-uterina dos fetos pelos nutrientes fornecidos pelo sangue materno, ao passo que nos pesos aos 21 dias e à desmama, a explicação refere-se à competição tanto pelo leite materno (maior importância para o peso aos 21 dias) como pelo alimento fornecido aos leitões (maior importância para os pesos à desmama). As eventuais oscilações dos pesos em relação à tendência praticamente linear de decréscimo de pesos com o aumento dos tamanhos de leitgada podem ser atribuídas a tamanho de amostras.

A magnitude dos valores de F mostra que a influência do tamanho de leitgada é progressivamente menor à medida que a idade aumenta, ou seja, ela é tanto maior quanto mais os leitões forem dependentes de suas mães. Os efeitos negativos de tamanhos de leitgadas maiores sobre os pesos individuais dos leitões podem, no entanto, ser facilmente contornados com o uso de técnicas de manejo, como: homogenização dos tamanhos de leitgadas - distribuindo-se leitões de leitgadas numerosas entre porcas de partos contemporâneos com leitgadas menores -, o aleitamento artificial, e o acesso controlado de subdivisões das leitgadas às matrizes para aleitamento. Tais técnicas acarretam maior mão-de-obra, mas é muito importante desmamar o maior número de leitões por porcas e com o maior peso possível, pois estes atributos estão intimamente ligados à mais importante característica zootécnica da suinocultura, ou seja, a produção de kg de carne por porca/ano.

CONCLUSÕES

Todas as variáveis ambientais estudadas - o ano e a época do nascimento, a ordem do parto, o sexo do leitão e o tamanho de leitgada -, revelaram-se importantes fontes de variação para os pesos individuais ao nascimento, aos 21 dias de idade e à desmama, o que justifica sua inclusão em modelos de análise de desempenho de suínos nesta fase. As

influências verificadas são também importantes quando se comparam animais e servem de subsídio para tomadas de decisões acerca de controle de algumas variáveis em criações, como, por exemplo, o controle ambiental, para minimizar os efeitos de época do ano, ou certas técnicas de manejo especiais para minimizar os efeitos negativos das grandes leitgadas.

AGRADECIMENTOS

À SUINOCULTURA DOAMAR, pela cessão dos dados.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A.S. Alguns fatores que influem sobre o número de leitões por leitgada e sobrevivência de leitões, do nascimento à desmama (50 dias) nas raças Berkshire e Duroc, criadas na Escola Agrotécnica "Diaulas Abreu". Arq. Esc. Sup. Vet. Univ. Rural Est. M. Gerais, 13:255-91, 1960/61.
- BUYSE, F. Rapport entre la gradeur de la niché et les poids à la naissance chez les porcelets. Rév. Agric., 15:705-7, 1962.
- CARNEIRO, G.G. Número de leitões na leitgada e seu peso total como medida de avaliação da produtividade de porcas. Arq. Esc. Sup. Vet. Univ. Rural Est. M. Gerais, 11:169-98, 1958.
- CARNEIRO, G.G.; MEMÓRIA, J.M.P. & MONTEIRO, J.R. Estudo sobre a produtividade de porca Piau em Minas Gerais. Arq. Esc. Vet. Univ. Rural Est. M. Gerais, 18:11-16, 1966.
- CHAMBERS, O. & WHATLEY, J.A. Heterosis in crosses of inbred lines of Duroc swine. J. Anim. Sci., 10:505-15, 1951.
- EDWARDS, R.L. & OMTVEDT, I.T. Genetic analysis of a swine control population. II. Estimates of population parameters. J. Anim. Sci., 32:185-90, 1971.
- FERRAZ, J.B.S. Avaliação da heterose e influência de fatores ambientais em cruzamentos de suínos das raças Landrace e Wessex-Saddleback. Ribeirão Preto, Fac. de Medicina de Ribeirão Preto-USP, 1980. 67p. Tese Mestrado.
- GODOY, N.M.; ABARCA, M.V. & TAPIA, Y.J.E. Relación entre el tamaño de la camada al nacimiento y al destete com el peso promedio individual de la camada. Bol. Prod. Anim., 2:17-38, 1964.
- HARVEY, W.R. Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. USDA, ARS, 1960. 157p.
- LOUCA, A. & ROBINSON, O.W. Components of variance and covariance in purebred and crossbred swine. J. Anim. Sci., 26:267-73, 1967.

- O'FERRAL, G.J.M.; HETZER, H.O. & GAINES, J.A. Heterosis in preweaning traits of swine. *J. Anim. Sci.*, 27:17, 1968.
- 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. Snt.*, 706:19, 1966.
- OLLIVIER, L. A 10-year experiment on individual selection of boars used in artificial insemination. I. Observed responses in growth, carcass and meat quality traits. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 9:353-77, 1977.
- OMTVEDT, I.T.; STANISLAW, C.M. & WHATLEY JUNIOR, J.A. Relationship of gestation gain to sows productivity at farrowing. *J. Anim. Sci.*, 24:531-35, 1965.
- SCHLINDWEIN, A.P. Análise genética do desempenho produtivo de suínos Duroc no período de aleitamento. Ribeirão Preto, Fac. Medicina de Ribeirão Preto, USP, 1977. 121p. Tese Doutorado.
- SCHLINDWEIN, A.P.; TORRES, J.R. & CARNEIRO, G.G. Efeitos de fatores de ambiente sobre o número de leitões nascidos por leitegada e peso individual ao nascimento em suínos da raça Duroc. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. M. Gerais*, 31:155-67, 1979.
- SHELBY, C.E. Genetic aspects of the production registry program. *J. Anim. Sci.*, 26:5-9, 1967.
- 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. *J. Anim. Sci.*, 25:1148-53, 1966.