

Estudo da divergência genética entre as raças suínas Duroc, Landrace e Large White, utilizando técnicas de análise multivariada

A. Vieira Pires¹, R. da Fonseca¹, J. Araújo Cobuci¹, C. Vieira Araújo¹, A. R. Corrêa da Costa², P. Sávio Lopes³, R. de Almeida Torres³, R. Frederico Euclides³

Departamento de Zootecnia. Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais

Genetic divergence study among Duroc, Landrace and Large White swine breeds using techniques of multivariate analysis

ABSTRACT: Multivariate techniques were used to evaluate the genetic divergence among three swine breeds. Six performance traits were evaluated: piglet weight at birth (PON), at 21 days (P21), at 70 days (P70), average daily weight gain (GDP), age to obtain 100 kg (ID100) and backfat thickness (ETO). Breed performance was evaluated by multivariate analysis of variance and Fisher's linear discriminant function, using tests of Roy's greatest root and Roy's union-intersection to multiple comparison. The study of genetic divergence was made by canonical variables analysis. The Large White breed was somewhat superior in relation to Landrace, and both were better than Duroc. Great genetic divergence was observed between Landrace and Large White breeds and Duroc breed, while the former two presented more similarity. These results justify utilization of the Landrace and Large White breeds to produce F1 females for crossing with Duroc males to obtain hybrid offspring expressing heterosis and in which there is complementation among traits.

Key words: Canonical variables, multivariate analysis of variance, Fisher's discriminant linear function, swine, genetic divergence

©2002 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2002. 10(2): 81-85

RESUMO: Utilizou-se técnicas de análise multivariada para avaliar a divergência genética entre três raças suínas. Foram incluídas no estudo seis características de desempenho: peso do leitão ao nascimento (PON), peso do leitão aos 21 dias (P21), peso do leitão aos 70 dias (P70), ganho de peso médio diário (GPD), idade para atingir 100 kg (ID100) e espessura de toucinho (ETO). O desempenho das raças foi avaliado por meio da análise de variância multivariada e da função discriminante linear de Fisher, usando os testes do maior autovalor de Roy e da união-interseção de Roy para as comparações múltiplas. O estudo da divergência genética foi feito por meio da análise por variáveis canônicas. A raça Large White apresentou uma pequena superioridade em relação à Landrace, e ambas foram bem superiores à Duroc. Tais resultados justificam a utilização das raças Landrace e Large White para a obtenção de fêmeas F1, para um posterior acasalamento com machos Duroc, obtendo-se animais híbridos onde o efeito heterótico seja expressivo, e ao mesmo tempo, haja complementariedade entre as características.

Palavras chave: Variáveis canônicas, análise da variância multivariada, função discriminante linear de Fisher, suínos, divergência genética

Introdução

Os programas de melhoramento animal necessitam de um constante acompanhamento das características econo-

micamente importantes em cada raça e, ou linhagem, para que assim possam ser planejados os melhores cruzamentos. A utilização de cruzamentos permite a incorporação de material genético desejável em uma ou duas gerações, produção

Recibido Junio 16, 2001. Aceptado Abril 18, 2002.

¹Zootecnista, Estudante de Doutorado, UFV, Viçosa, MG, CEP: 36571-000. E-mail: avpires@alunos.ufv.br

²Zootecnista, Mestre em Zootecnia, Sadia S/A

³Professor do Departamento de Zootecnia

de heterose e manipulação da complementariedade, associando-se características desejáveis de duas ou mais raças.

O sucesso da exploração da heterose e complementariedade depende, fundamentalmente, da divergência genética dos progenitores. A utilização de progenitores com altos índices de produtividade e de grande divergência genética poderá gerar indivíduos mais produtivos e com grande variabilidade genética (Piassi *et al.*, 1995b). A diversidade genética tem sido importante fator de auxílio nos programas de melhoramento, pois a partir dela são identificadas as combinações híbridas com maior efeito heterótico e maior heterozigose. Assim, o estudo de divergência genética pode ser feito por meio da técnica de variáveis canônicas (Cruz e Regazzi, 1997).

Considerando-se que o conjunto de características de importância econômica são correlacionadas e que essas correlações possuem magnitude e sentido variáveis, a utilização de técnicas multivariadas é mais apropriada em virtude de as características serem consideradas simultaneamente, obtendo-se interpretações que não seriam possíveis com o uso da estatística univariada. (James e McCulloch, 1990, citados por Freitas *et al.*, 1998). Além disso a utilização destas técnicas possibilitam a estimação mais precisa de parâmetros genéticos pela inclusão de maior número de informações nas análises.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a divergência genética entre as principais raças suínas utilizadas nos programas de melhoramento com relação às características de desempenho, utilizando-se estatísticas multivariadas.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes de animais das raças Duroc, Landrace e Large White, os quais foram fornecidos pela empresa COOPERCENTRAL, situada no município de Chapecó-SC, na região Sul do Brasil. Chapecó tem clima Subtropical, com precipitação pluviométrica média anual de 1.823 mm, umidade relativa do ar em torno de 75% à 73% e temperatura média anual de 18,7 graus centígrados.

As informações referem-se ao período de 1995 a 1998. Maiores detalhes a respeito do manejo dos animais podem ser encontrados em Corrêa Da Costa (1999).

As características de desempenho estudadas foram: peso do leitão ao nascimento (PON), peso do leitão aos 21 dias (P21), peso do leitão aos 70 dias (P70), ganho de peso médio diário (GPD), idade para atingir 100 kg (ID100) e espessura de toucinho (ETO).

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa SAS, segundo o modelo:

$$y_{ijk} = \mu + R_i + G_l + e_{ijk} \quad (i=1, 2, 3; j=1, 2, \dots, r; k=1, 2, \dots, 6; l=1, 2, \dots, 38);$$

em que,

r = 1810, 3143 e 4857 repetições (animais) para as raças Duroc, Landrace e Large White, respectivamente.

R_{ik} = para todo k ;
 y_{ijk} = valor observado da característica k na repetição j da raça i , no grupo contemporâneo l ;
 \bar{y}_{ik} = média da característica k ;
 R_{ik} = efeito da raça i na característica k ;
 G_l = efeito do grupo contemporâneo l ;
 e_{ijk} = efeito do erro aleatório associado à observação y_{ijk} ;

Tem-se ainda que os erros $e_{-ij|l}$, $e_{-i|l}$, e_{-ijk} têm distribuição multinormal com vetor de médias nulo e matriz de variâncias e covariâncias Σ comum a todas as combinações i e j . Os e correspondentes a diferentes unidades experimentais são assumidos independentemente distribuídos.

Os grupos contemporâneos foram obtidos agrupando-se os efeitos fixos de sexo, rebanho, ano e estação de nascimento.

Em contraste com a análise univariada, na MANOVA obtêm-se matrizes A, H e E de soma de quadrados e produtos, com dimensões seis por seis (número de características avaliadas). Sendo A, H e E as matrizes de soma de quadrados e produtos totais, de raças (tratamentos) e residuais, respectivamente. A hipótese testada pela MANOVA é a de igualdade dos vetores de médias entre as raças, ou seja:

$$H_0: \begin{matrix} \sim R1 & \sim R2 & \sim R3 \end{matrix}$$

Para testar essa hipótese foi utilizado o teste do maior autovalor de Roy, que consiste na determinação das raízes características (autovalores) da equação característica

$$|E^{-1}H - I| = 0 \text{ ou } |H - E| = 0$$

em que

I = matriz identidade;

λ = autovalores;

E^{-1} = inversa da matriz de soma de quadrados e produtos de residual; e

H = matriz de soma de quadrados e produtos de tratamentos.

Sendo λ_{\max} o maior autovalor de $E^{-1}H$, define-se a estatística $\theta = \frac{\lambda_{\max}}{1 + \lambda_{\max}}$.

O valor assim obtido (θ) é comparado com o limite de significância fornecidos em ábacos e tabelas encontrados, por exemplo, nos livros de Morrison (1967) e Harris (1975).

A seguir realizou-se o teste de comparações de contrastes entre médias, pelo teste da união-interseção de Roy. A análise de agrupamento foi realizada utilizando-se o método de otimização de Tocher, usando a distância D^2 de Mahalanobis como medida de dispersão, citado por Rao (1952). Vários autores utilizaram esses testes para o estudo de divergência genética (Piassi *et al.*, 1995a, 1995b, Viana *et al.*, 2000, Fonseca *et al.*, 2000).

Mas frequentemente tem-se interesse em verificar se existe diferença entre as raças (tratamentos) utilizando-se

uma estrutura multivariada, o que pode ser obtida por meio da função discriminante linear de Fisher (FDF).

Os coeficientes da FDF, já aplicada aos dados de observações, reduzem o espaço k dimensional a um espaço unidimensional, conservando a informação da variabilidade contida nos dados. A partir deste ponto realizou-se uma ANOVA onde a hipótese testada foi de igualdade das raças (tratamentos):

$$H_0: \begin{matrix} R1 & R2 & R3 \end{matrix}$$

Para testar contrastes entre as médias de raças (tratamentos) foi calculada a diferença mínima significativa (DMS):

$$DMS = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\alpha} \frac{SQR_r}{\alpha} \frac{c_j^2}{r_i}}$$

em que

α = valor crítico de Roy, ao nível de probabilidade;

r_i = número de repetições para a raça i ;

SQR = soma de quadrados do resíduo.

Resultados e Discussão

Foi observada diferença significativa entre os vetores de médias (raças) pelo teste do maior autovalor de Roy a 5% de probabilidade. As médias das características podem ser observadas na Tabela 1.

Foi detectada diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre raças para todas as características, pelo teste de Roy. Observa-se que a raça Duroc apresentou, de modo geral, menor desempenho, principalmente para as características as piores médias, sendo a pior raça para P21, P70, GPD e ID100, porém com desempenho superior as demais raças para as características e a melhor para PON e ETO. A raça Landrace foi intermediária, apresentando as melhores médias para P21 e P70, e maiores médias sendo a pior para ETO. A raça Large White apresentou as melhores médias para GPD e ID100, e menor PON médio e a pior para PON. Fonseca *et al.* (2000) também observaram diferenças entre estas raças suínas, quando trabalharam com características reprodutivas.

Os escores obtidos pela função discriminante linear de Fisher (FDF) encontram-se na Tabela 2.

Foi encontrada diferença significativa ($P \leq 0,05$) pelo teste F, aplicado à FDF. A raça Large White apresentou a maior média, seguida pela Landrace, e a raça Duroc apre-

sentou a menor média pelo teste de Roy. Resultado semelhante foi encontrado por Fonseca *et al.* (2000).

O teste do maior autovalor de Roy mostra o desempenho de cada raça para cada característica estudada. As informações obtidas por essa análise, embora utilizada nesse trabalho para comparação entre raças, também podem ser utilizadas como medida na avaliação entre linhagens de uma mesma raça nos rebanhos núcleos. As informações obtidas poderiam ser utilizadas como medida na avaliação entre linhagens de uma mesma raça nos rebanhos núcleos e ainda, usadas em conjunto com outras informações para descarte e/ou seleção de linhagens.

A FDF ou primeira variável canônica, dá uma idéia do desempenho geral da raça considerando-se todas as características. A variável canônica é um índice que pondera os valores das características dentro de cada raça pela variabilidade de cada uma e correlações entre essas. A FDF, embora trabalhe como um índice, difere do índice de seleção tradicional, uma vez que esse incorpora as informações de valores econômicos das características nos coeficientes de ponderação.

Os resultados obtidos para as variáveis canônicas, autovalores, percentagens da variância para as características analisadas são apresentadas na Tabela 3.

A técnica de variáveis canônicas é, de modo geral, considerada eficiente quando a maior parte da variação entre características pode ser explicada nos três primeiros componentes principais, uma vez que transformação na nova escala, conserva toda a variabilidade explicada pelas variáveis na escala original, resultando variáveis não correlacionadas.

A primeira variável canônica explicou 85,62% da variação observada. Desta maneira, pode-se utilizar apenas a primeira variável canônica. Assim, as médias canônicas desta variável para a dispersão das raças. Os coeficientes das variáveis são apresentados na Tabela 4, e as médias canônicas utilizadas para a dispersão gráfica estão na Tabela 5.

Embora a técnica de variáveis canônicas permita a dispersão gráfica entre raças, é desejável a aplicação de um procedimento de agrupamento que forneça, baseado em algum critério, conjuntos de raças semelhantes que podem ser incluídas em um mesmo grupo.

As técnicas de agrupamento por otimização, como a de Tocher, tem sido preferidas se comparadas às técnicas hierárquicas aglomerativas, como a técnica do encadeamento

Tabela 1. Número de observações (N) e médias das características para as três raças.

Raça	Características						
	N	PON	P21	P70	GPD	ID100	ETO
Duroc	1810	1,76 ^a	5,82 ^c	20,95 ^c	800,55 ^c	173,26 ^a	1,63 ^c
Landrace	3143	1,67 ^b	6,45 ^a	28,37 ^a	825,25 ^b	160,58 ^b	1,91 ^a
Large White	4857	1,46 ^c	6,34 ^b	27,93 ^b	858,78 ^a	157,59 ^c	1,82 ^b
Média geral	9810	1,58	6,28	26,78	837,29	161,44	1,81

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Roy, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Escores e diferença mínima significativa para as três raças, baseadas na FDF, pelo teste de Roy.

Raça	Escores
Duroc	0,7200 c
Landrace	0,7419 b
Large White	0,7454 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Roy, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Variáveis canônicas (VC_i), autovalores (λ_i) e percentagens da variância (%) obtidas da análise das características para as três raças.

VC_i	λ_i	% ²
VC_1	0,8806	85,62
VC_2	0,1479	14,38

Tabela 4. Variáveis canônicas (VC_i), autovetores (coeficientes) associados aos autovalores.

VC_i	PON	P21	P70	GPD	ID100	ETO
VC_1	-2,2468	-0,0118	0,3214	0,0089	0,0654	0,6473
VC_2	2,5146	-0,2790	0,0380	-0,0123	-0,0623	1,1547

Tabela 5. Médias canônicas (MC_i) para as três raças.

Raça	MC_i
Duroc	-1,9391
Landrace	0,2021
Large White	0,5919

simples (vizinho mais próximo), uma vez que as primeiras fornecem critérios para a formação de grupos de forma objetiva. O método de otimização de Tocher tem sido usado em diversos trabalhos como Sakaguti (1994) com coelhos, Viana *et al.* (2000) com matrizes de frangos de corte, Fonseca *et al.* (2000) com suínos, entre outros. Mais recentemente, técnicas de Monte Carlo tem sido sugeridas para formação de grupos nas técnicas hierárquicas aglomerativas, e parecem fornecer resultados mais consistentes do que os observados anteriormente; mas para grande volume de dados, esses procedimentos exigem grande esforço computacional, podendo se tornar em algumas situações inviável.

Com base na Figura 1 e na Tabela 6, pode-se observar que as raças Landrace e Large White mostraram-se mais próximas, e foram agrupadas pelo método de otimização de Tocher (Tabela 7), sendo a raça Duroc mais distante destas duas. Resultado semelhante obtido por Fonseca *et al.* (2000), que trabalharam com essas mesmas raças mas utilizaram características reprodutivas. Estes autores justificaram este resultado pelo fato de as raças Landrace e Large White serem usadas para o mesmo propósito e submetidas aos mesmos objetivos de seleção, ou seja, produção de fêmeas F1 para o cruzamento com Duroc.

Dessa forma, a raça Duroc estudada nesse trabalho apresenta maiores frequências de alelos favoráveis para as características PON e ETO e as raças Landrace e Large White possuem maior frequência de alelos favoráveis para as características P21, P70, GPD e ID100.

Os resultados de divergência sugerem que os cruzamentos de fêmeas F1 Landrace x Large White com machos Du-

roc é uma boa estratégia para produção de heterose, uma vez que os “backgrounds” genéticos dos animais são consideravelmente distintos, possibilitando o aparecimento de interações epistáticas favoráveis na progênie. Além disso, a complementariedade pode ser aproveitada na produção de fêmeas F1 e no cruzamento dessas com machos Duroc. As fêmeas Large white contribuíram com alelos favoráveis para as características GPD e ID100 e as fêmeas Landrace com alelos favoráveis para as características P21 e P70. É esperado que a progênie F1 apresente índices satisfatórios para essa quatro características que posteriormente seria acasalada com a raça Duroc que imprimiria na progênie desse cruzamento alelos favoráveis para PON e ETO. Portanto, espera-se que a progênie resultante dos acasalamentos tricross apresentem bom desempenho para as características consideradas.

Para que híbridos superiores possam ser obtidos continuamente, é necessário que a seleção nas linhas puras seja executada simultaneamente, uma vez que cruzamentos entre linhas puras superiores as usadas anteriormente devem fornecer híbridos superiores. Outro aspecto importante é ao mesmo tempo manter a variabilidade dentro da raça para que linhagens superiores possam ser obtidas e entre raças para que a produção de heterose e complementariedade sejam possíveis.

Existe ainda a possibilidade de incorporação de informações de marcadores moleculares nas técnicas multivariadas. Uma aplicação imediata seria a utilização dessa informação para determinação da divergência genética de maneira mais precisa, por meio de índices de similaridade que permitiriam que as variâncias e covariâncias genéticas fossem estimadas com maior precisão e incorporada às técnicas como a das variáveis canônicas.

Conclusões

A raça Large White apresentou melhores médias, seguida pela Landrace e por último pela Duroc.



Figura 1. Dispersão gráfica das três raças com relação à primeira média canônica.

Tabela 6. Distâncias de Mahalanobis (D^2) entre as médias canônicas das três raças.

Raça	Duroc	Landrace	Large White
Duroc	0	5,0775	6,4299
Landrace	5,0775	0	0,8866
Large White	6,4299	0,8866	0

Tabela 7. Agrupamento das três raças.

Grupo	Raça
1	Landrace e Large White
2	Duroc

A primeira variável canônica explicou 85,62% da variação entre as raças, o que permite uma representação gráfica unidimensional da dispersão entre as raças.

Pela análise de agrupamento observou-se que as raças Landrace e Large White formaram um grupo e Duroc outro grupo, o que indica que Landrace e Large White são, geneticamente, mais próximas, enquanto que Duroc é mais distante daquelas.

A divergência genética entre as raças estudadas sugere que bons resultados de heterose e complementaridade podem ser conseguidos com a produção de progênies oriundas de um esquema de acasalamento tricross.

Literatura Citada

- Corrêa da Costa, A.R. 1999. Avaliação genética e valores econômicos de características de desempenho em suínos. Viçosa, MG: UFV. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 50p.
- Cruz, C.R., A.J. Regazzi. 1997. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, MG, UFV, 2ª Ed., 390p.
- Fonseca, R., A. V. Pires, P. S. Lopes, R. A. Torres, R. F. Euclides. 2000. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 52:403.
- Freitas, R.T.F., M.A. Silva, P.S. Lopes, C.D. Cruz, A.J. Regazzi. 1998. Análise dialéctica de características de leitegadas de suínos usando-se variáveis canônicas. Rev. Bras. Zootec., 27:700.
- Harris, R.J. 1975. A primer of multivariate statistics. New York: Academic Press, 332p.
- James, F.C., C.E. McCulloch. 1990. Multivariate analysis in ecology and systematics: Panacea or Pandora's box? Annual Review Ecology systematic, 21:129.
- Locatelli, L.B. 2002. Chapecó - SC. <http://sites.uol.com.br/lrb/chapeco.htm> (acesso em 17/01/2002)
- Morrison, D.F. 1967. Multivariate statistical methods. New York: McGraw-Hill, 338p.
- Piassi, M., M.A. Silva, A.J. Regazzi, R.A. Torres, P.R. Soares, A.M. Carneiro. 1995a. Avaliação de diferentes grupos genéticos de aves de postura, usando-se análise de variância multivariada. Rev. Bras. Zootec., 24:453.
- Piassi, M., M.A. Silva, A.J. Regazzi, R.A. Torres, P.R. Soares, R.A.A. Torres JR. 1995b. Estudo da divergência entre oito grupos de aves de postura, por meio de técnicas de análise multivariada. Rev. Bras. Zootec., 24:715.
- Rao, C.R. 1952. Advanced statistical methods in biometric research. New York, John Wiley & Sons, 390p.
- Sakaguti, E.S. Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialécticos em coelhos. Viçosa, MG: UFV. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 1994, 181p. il.
- Viana, C.F.A., Silva, M.A., Pires, A.V., Lopes, P.S., Piassi, M. 2000. Estudo da divergência genética entre quatro linhagens de matrizes de frangos de corte utilizando técnicas de análises multivariada. Rev. Bras. Zootec., 29:1074.